



PROVET I KEMI 22.3.2013 BESKRIVNING AV GODA SVAR

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

Vid bedömningen av svaren i provet i kemi läggs vikten vid ett framställningssätt som betonar läroämnets karaktär samt precision i begreppen och språkbruket. Ett gott svar är disponerat och innehållsmässigt konsekvent. I svaret har examinanden använt lämpliga formler och reaktionslikheter. Reaktionsformlerna är uppställda utan oxidationstal med minsta möjliga heltalskoefficienter och med aggregationstillstånden angivna. I organiska reaktionsformler används strukturformler men aggregationstillstånd krävs inte.

I beräkningsuppgifter bör storhetsekvationer och formler vara motiverade på ett sätt som visar att examinanden förstått uppgiften rätt samt i sin lösning tillämpat korrekt princip eller lag. I svaret har examinanden dragit slutsatserna så att han eller hon motiverat dem och använt storhetsekvationer, och de slutresultat examinanden erhållit har presenterats med korrekt noggrannhet. I de lösningar som gjorts med en symbolräknare bör det framgå på vilken reaktionslikhet och vilka symboler i den de baseras.

Uppgift 1

Examinanden har valt rätt användningsområde för varje förening. Motivering krävs inte.

Förening	Användningsområde
<i>kalciumpklorid</i>	<i>vägsalt</i>
<i>ammoniumnitrat</i>	<i>gödningsmedel</i>
<i>titandioxid</i>	<i>vitt pigment</i>
<i>litiumkarbonat</i>	<i>läkemedel</i>
<i>natriumnitrit</i>	<i>konserveringsmedel</i>
<i>aluminiumoxid</i>	<i>slipmedel</i>

Uppgift 2

I beräkningarna har examinanden använt lämpliga räkneformler och beaktat reaktionslikhetens koefficienter.

Först beräknas den substansmängd natriumtiosulfat som förbrukats i titreringen

$$n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = c \cdot V = 0,200 \text{ mol/l} \cdot 32,5 \cdot 10^{-3} \text{ l} = 6,50 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Substansmängden för natriumhypoklorit är

$$n(\text{NaOCl}) = n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 3,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

Koncentrationen för natriumhypoklorit fås

$$c(\text{NaOCl}) = n/V = 3,25 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 0,0250 \text{ dm}^3 = 0,130 \text{ mol/dm}^3$$

Uppgift 3

Föreningarna har namngetts korrekt och examinanden har ställt upp de efterfrågade strukturformlerna. Valet av de föreningar som uppvisar *cis-trans*-isomeri har motiverats. De kirala kolen är tydligt utmärkta.

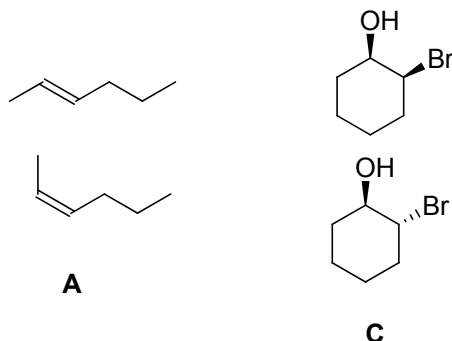
a) Föreningarnas namn 2 p.

A är 2-hexen (eller hex-2-en)

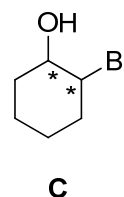
B är 3-metylbutanal

C är 2-bromcyklohexanol

b) Föreningarna A och C kan uppvisa *cis/trans*-isomeri. 2 p.



c) Föreningen C kan uppvisa spegelbilsisomeri. 2 p.



Uppgift 4

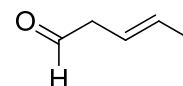
Examinanden har i svaret skrivit reaktionsformlerna utan oxidationstal med minsta möjliga heltalskoefficienter och med aggregationstillstånden angivna. Formlerna för de vattenlösliga salternas joner kan skrivas samman eller isär.

- a) $\text{CaO(s)} + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^{-}(\text{aq})$
- b) $2 \text{Li(s)} + 2 \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow 2 \text{Li}^{+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^{-}(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$
- c) $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq}) \rightarrow \text{PbSO}_4(\text{s}) + 2 \text{HNO}_3(\text{aq})$
och $\text{HNO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^{+}(\text{aq}) + \text{NO}_3^{-}(\text{aq})$
- d) $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO(s)} + \text{CO}_2(\text{g})$
- e) $\text{SO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O(l)} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3(\text{aq})$ och $\text{H}_2\text{SO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{HSO}_3^{-}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^{+}(\text{aq})$
eller $\text{SO}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O(l)} \rightleftharpoons \text{HSO}_3^{-}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^{+}(\text{aq})$
- f) $3 (\text{NH}_4)_2\text{S}(\text{aq}) + 2 \text{FeCl}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}_2\text{S}_3(\text{s}) + 6 \text{NH}_4\text{Cl}(\text{aq})$

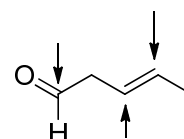
Uppgift 5

Strukturformlerna för föreningarna är korrekt uppritade och de sp^2 -hybridiserade kolatomerna är tydligt utmärkta. Olika sätt att skriva strukturformler godkänns.

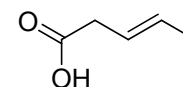
- a) Korrekt strukturformel i vilken examinanden har observerat att aldehydens dubbelbindning $\text{C}=\text{O}$ och dubbelbindningen $\text{C}=\text{C}$ inte är konjugerade. 2 p.



- b) Tre sp^2 -hybridiserade kolatomer är utmärkta. 2 p.



- c) I oxidationsreaktionen oxideras aldehyden till en karboxylsyra. 2 p.



Uppgift 6

I beräkningarna har lämpliga beräkningsformler använts och i svaret är uttrycket för baskonstanten angivet. Lösningen för andraderadekvationen har härletts från storhetsekvationen, siffervärdena har satts in och ekvationen har hyfsats till normal form. Insättningen i lösningsformeln behöver inte skrivas ut men den rot som erhållits som lösning och den rot som är felaktig ur uppgiftens synvinkel och inte godkänns bör motiveras. Lösningar som gjorts med en symbolräknare godkänns.

- a) Massan för den ammoniak som tillsatts i akvarievattnet: $m(\text{NH}_3) = 1,2 \text{ g}$

NH_3 -halten i en 25,0-procentig lösning är 227,25 g/l

Volymen för den tillsatta ammoniaklösningen: $V = \frac{1,2 \text{ g}}{227,25 \text{ g/l}} \approx 5,3 \text{ ml}$ 2 p.

- b) Då är ammoniakens koncentration

$$c(\text{NH}_3) = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{5,0 \text{ mg}}{17,034 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 1,0 \text{ l}} = 2,935 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

Ur ekvationen för jämviktsreaktionen löses jämviktskoncentrationen x

$$K_b = \frac{x^2}{c-x}. \text{ Som svar får man } x_1 = 6,42 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l och } x_2 = -8,22 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$$

(Koncentrationen kan inte vara negativ.)

I lösningen gäller $\text{pOH} = 4,19$, varvid $\text{pH} \approx 9,81$ 2 p.

- c) Koncentrationen för 25-procentig ammoniak

$$c(\text{NH}_3) = \frac{n}{V} = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{227,25 \text{ g}}{17,034 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 1,00} = 13,336 \text{ mol/l}$$

Ur ekvationen för jämviktsreaktionen löses jämviktskoncentrationen x

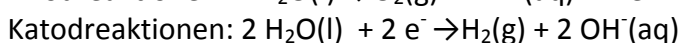
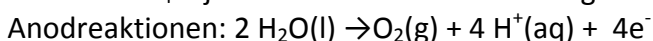
$$K_b = \frac{x^2}{c-x}. \text{ Som svar får man } x_1 = 0,01548 \text{ och } x_2 = -0,01550. \text{ (Koncentrationen kan inte vara negativ.) Eftersom lösningen är koncentrerad kan man också använda approximationen } c(\text{OH}^-) = \sqrt{K_b \cdot c}.$$

I lösningen gäller $\text{pOH} = 1,8101$, varvid $\text{pH} = 12,19$ 2 p.

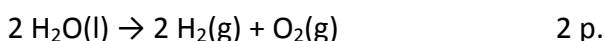
Uppgift 7

Reaktionsformlerna är uppställda utan oxidationstal med minsta möjliga heltalskoefficienter och med aggregationstillstånden angivna. Vid beräkningarna har examinanden använt korrekta räkneformler. Examinanden har observerat att antalet elektroner som förflyttas per vattenmolekyl är två.

- a) Na^+ - och SO_4^{2-} -jonerna i natriumsulfatlösningen reagerar inte vid elektrolysen.



Reaktionsformeln för totalreaktionen:



- b) Vattenmängden i slutlösningen är 20,0 mass-%.

$$\text{Detta kan lösas ur ekvationen } \frac{10,0 \text{ g}}{m(\text{vatten})+10,0 \text{ g}} = 0,200$$

och massan för vattnet är 40,0 g.

Således har $100,0 \text{ g} - 40,0 \text{ g} = 60,0 \text{ g} \cong 3,3304 \text{ mol}$ vatten dissocierat.

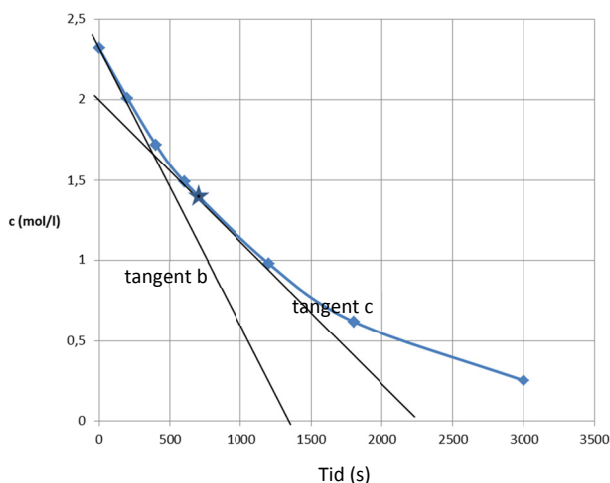
Enligt reaktionsformeln motsvarar 1 mol vatten förflyttningen av 2 mol elektroner, varvid man för tiden får:

$$t = \frac{n \cdot z \cdot F}{I} = \frac{3,3304 \text{ mol} \cdot 2 \cdot 96485 \text{ As/mol}}{4,00 \text{ A}} = 160\,667 \text{ s} \approx 44,6 \text{ h.} \quad 4 \text{ p.}$$

Uppgift 8

Grafen har ritats upp omsorgsfullt och är tillräckligt stor. Det är inte obligatoriskt att använda millimeterpapper. I diagrammet är axlarnas namn och enheter utsatta och mätpunkterna är förenade med en kontinuerlig böjd linje. Då hastigheten vid en given tidpunkt beräknats har motsvarande tangent ritats upp i figuren. Värdet för tangentens vinkelkoefficient har bestämts endera geometriskt eller med hjälp av räknare och användning av numerisk derivering. En enhet för hastigheten har angetts.

- a) En graf som beskriver sönderfallet av väteperoxid som funktion av tiden har ritats upp: 2 p.



- b) Väteperoxidens sönderfallsreaktion har den högsta hastigheten i början av reaktionen då $t = 0$ s.

$$\text{Ur vinkelkoefficienten för tangenten b får man } v = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol/(l}\cdot\text{s)} \quad 1 \text{ p.}$$

- c) Man får hastigheten för väteperoxidens sönderfallsreaktion vid tidpunkten $t = 700$ s från vinkelkoefficienten för tangenten c till sönderfallskurvan för väteperoxid:

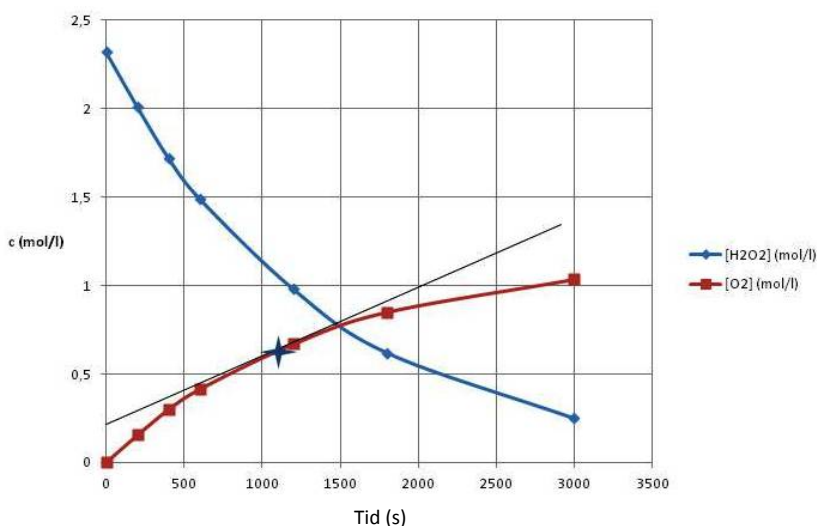
$$v_{(\text{sönderfall})} = 8,9 \cdot 10^{-4} \text{ mol/(l}\cdot\text{s)}. \quad 1 \text{ p.}$$

- d) Koncentrationerna för det syre som motsvarar sönderfallet av väteperoxid beräknas och motsvarande graf ritas upp.

Tid (s)	[H ₂ O ₂] (mol/l)	[O ₂] (mol/l)
0	2,32	0,000
200	2,01	0,155
400	1,72	0,300
600	1,49	0,415
1200	0,98	0,670
1800	0,62	0,850
3000	0,25	1,035

Hastigheten med vilken syra bildas vid tidpunkten $t = 1100$ s fås från vinkelkoefficienten för tangenten eller med hjälp av reaktionsformelns koefficienter från sönderfallskurvan för väteperoxid i motsvarande punkt:

$$v_{\text{(bildning)}} = 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol/(l}\cdot\text{s)}. \quad 2 \text{ p.}$$



Uppgift 9

- a) Vattnets hårdhet och dess inverkan på tvättprocessen för det vatten som används i hushållen har förklarats. Examinanden har nämnt att många syntetiska tvättmedel som används av hushållen innehåller fosfater som tillsatsämne. Fosfaterna gör vatten mjukare genom att bilda komplexföreningar med Ca^{2+} - och Mg^{2+} -joner. Därigenom underlättas tvättandet. 2 p.
- b) Fosfaternas inverkan på tillståndet i vattensystemen och orsakerna till att man slutar använda fosfater har förklarats. 2 p.
- c) Avlägsnandet av fosfor från avfallsvatten såväl kemiskt som biologiskt eller genom kombinationen av sådana metoder har förklarats. 2 p.

Uppgift 10

Examinanden har ur grafen korrekt avläst förbrukningen av titreringslösning och med hjälp av den beräknat syrnas totala substansmängd. I svaret har han eller hon motiverat vilken förening som faller ut och med hjälp av fällningens massa har han eller hon bestämt substansmängden för HCl.

Då silvernitrattillsätts faller kloridjonen ut som silverklorid. Silverkloridens substansmängd fås ur fällningens massa:

$$n(\text{AgCl}) = \frac{225 \text{ mg}}{143,3 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 1,5699 \text{ mmol}$$

Detta är lika mycket som substansmängden för väteklorid i lösningen.

Utifrån titreringskurvan kan man beräkna salpetersyrans och saltsyrans sammanlagda mängd då båda är starka syror och protolyserar fullständigt i vattenlösning.

$$n(\text{syror}) = c(\text{OH}^-) \cdot V(\text{OH}^-) = 2,42 \text{ mmol}$$

Substansmängden för salpetersyra är $n(\text{HNO}_3) = (2,42 - 1,5699) \text{ mmol} = 0,8501 \text{ mmol}$

Det finns 54 mg salpetersyra och 57 mg saltsyra.

Uppgift +11

- a) I ett gott svar anger examinandan hur en extraktion av ämnen sker så att ämnet C skiljs från ämnena A och B efter att man av C gjort ett salt med hjälp av HCl. Saltet löser sig i skiljetrattens vattenfas. Ämnet C kan då skiljas från ämnena A och B, som båda förblir i dietylerfasen. Separeringen av ämnena A och B genom destillering har förklarats. C-saltets vattenlösning behandlas med NaOH-lösning varvid aminen återbildas. Denna extraheras från vattenfasen med dietyleter och åter destilleras därefter bort.

Användningen av lösningsmedel och apparatur är beskriven. I ett gott svar har examinandan också beaktat laboratoriets arbetsskydd. 5 p.

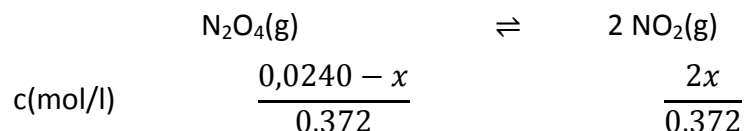
- b) Med tunnskiktskromatografi kan man preliminärt kartlägga produktens renhet varvid kromatogrammet innehåller endast en fläck. Endast detta är inte ett säkert sätt för två fläckar kan finnas på varandra. Den preliminära kartläggningen kan även göras med hjälp av gaskromatografi eller vätskekromatografi.

Då ämnena destilleras och man känner till deras exakta kokpunkter får man rena produkter.

Det går att få en noggrannare bekräftelse med hjälp av spektrometriska mätningar, t.ex. genom att använda masspektrometri eller NMR-spektrometri. 4 p.

Uppgift +12

- a) Korrekt motivering: Eftersom det bildas kvävedioxid då temperaturen höjs förskjuts jämvikten mot höger och reaktionen är endoterm. 2 p.
- b) I svaret har uttrycket för jämviktskonstanten angetts, jämviktskoncentrationerna har beräknats och utgående från den dissociationsprocenten. Jämviktskoncentrationen för kvävedioxid beräknas med hjälp av reaktionsformeln



Uttrycket för jämviktskonstanten: $K = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$. Efter insättning av givna talvärden får man ekvationen $4,61 \cdot 10^{-3} = \frac{4x^2}{0,372(0,0240-x)}$,

vars lösningar är

$$x_1 = 3,000 \cdot 10^{-3}$$

$$x_2 = -3,429 \cdot 10^{-3} \text{ (falsk rot, eftersom } c < 0 \text{)}$$

av den ursprungliga $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ reagerar 0,00300 mol och dissociationsprocenten är 12,5 % 3 p.

- c) Man får medeltalet för molmassan genom att sätta in givna värden i ekvationen

$$M = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{p} \text{ och resultatet}$$

$$M(\text{medeltal}) = 68,986 \text{ g/mol}$$

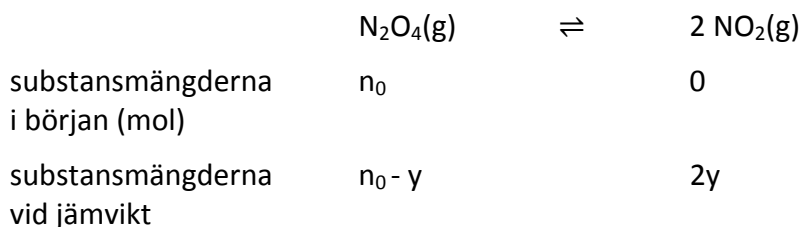
Blandningens molandelar löses ur ekvationen

$$x \cdot M(\text{NO}_2) + (1 - x) \cdot M(\text{N}_2\text{O}_4) = 68,99 \text{ g/mol,}$$

vars lösning är $x = 0,500$.

I gasblandningen finns lika många NO_2 - och N_2O_4 -molekyler.

Enligt jämviktsreaktionen



Av detta fås $n_0 = 3y$ och dissociationsprocenten är 33,3 %.

4 p.