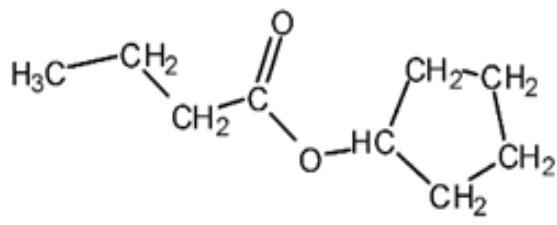


KEMIOLYMPIADEN 2024, OMGÅNG 2

Rättningsmall



Uppgift	Endast svar på denna blankett. Inga uträkningar. Ringa in rätt svar på flervalsfrågorna. Deluppgifter med index ^{RE} ska <u>även</u> redovisas fullständigt på särskilt papper.	Poäng	L	
1	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	2		
2	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	2		
3	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	2		
4	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	2		
5a ^{RE}	$[\text{Cl}^-] = 0,187 \text{ mol/dm}^3$; $[\text{Ba}^{2+}] = 0,0584 \text{ mol/dm}^3$	2		
5b ^{RE}	Reaktionsformel: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	1		
5c	$[\text{NH}_3] = 0,117 \text{ mol/dm}^3$; $[\text{NH}_4^+] = 0,0702 \text{ mol/dm}^3$	3		
5d ^{RE}	pH = 9,47	2		
5e ^{RE}	pH = 8,24	3		
6a	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv)	1		
6b	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv)	1		
6c	Ringa in rätt svar: (i) Ja (ii) Nej	1		
6d	Ringa in rätt svar: (i) Ja (ii) Nej	1		
6e	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv)	1		
6f		2		
6g	Ange rätt nummer: Bromcyklopentan = <u> 1 </u> Cyklopenten = <u> 2 </u> Cyklopentanol = <u> 3 </u>	2		

6h		2		
7a	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	1		
7b	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	1		
7c	Reaktionsformel: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 2\text{Cu}^{2+} + 5\text{OH}^- \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{11}\text{O}_7^- + \text{Cu}_2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O}$ eller $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 2\text{Cu}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_7 + \text{Cu}_2\text{O} + 2\text{H}_2\text{O}$	2		
8a ^{RE}	$\Lambda^\circ = 0,0307 \text{ S}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$	2		
8b ^{RE}	$\Lambda^\circ = 280,80\cdot 10^{-4} \text{ S}\cdot\text{m}^2/\text{mol}$ eller $280,80 \text{ S}\cdot\text{cm}^2/\text{mol}$	3		
8c	Ringa in rätt svar: ja nej	1		
9a	$\text{C}_{15}\text{H}_{32} + 23\text{O}_2 \rightarrow 15\text{CO}_2 + 16\text{H}_2\text{O}$	2		
9b ^{RE}	4589660 g \approx 4,59 ton	3		
10a ^{RE}	$E_a = 64,6 \text{ kJ/mol}$ $A = 4,09 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$ <u>Kommentar:</u> Svar både med och utan enhet accepteras.	4		
10b ^{RE}	$k_3 = 8,42 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ <u>Kommentar:</u> Svar både med och utan enhet accepteras.	2		
10c	Ringa in rätt svar: (i) (ii) (iii) (iv) (v)	1		

11a	Ange ett heltal: 1	1				
11b	Ange ett heltal: 6	2				
11c		2				
			7,8 ppm	5,2 ppm	4,8 ppm	2,5 ppm
	singlett		x			
	dublett					
	triplett					
kvartett						
11d	Ange ett heltal: 15	4				
TOTALPOÄNG		61				

KEMIOLYMPIADEN 2024, OMGÅNG 2

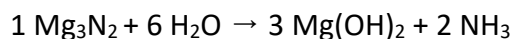
Fullständiga lösningar och några kommentarer



Uppgift 1

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) : n(\text{O}) = 1,665 : 6,647 : 3,333 : 1,663 \approx 1 : 4 : 2 : 1$$

Uppgift 2



Uppgift 3

Oxidationstalen för klor är: Cl_2 : 0 KCl : -1 ClO_2 : +IV KClO : +I KClO_4 : +VII

Uppgift 4

När en svag syra titreras med en stark bas är pH vid halvtitreringspunkten lika med pKa för syran. Vid ekvivalenspunkten är $\text{pH} > 7$. Saltet natriumacetat bildas där acetatjonen är en svag bas.

Uppgift 5

- a) $n(\text{NH}_4\text{Cl}) = (1,00/53,492) \text{ mol} = 0,01869 \text{ mol}$
 $n(\text{Ba(OH)}_2) = (1,00/171,356) \text{ mol} = 0,005836 \text{ mol}$
 $[\text{Cl}^-] = (0,01869/0,100) \text{ mol/dm}^3 = 0,1869 \text{ mol/dm}^3 \approx 0,187 \text{ mol/dm}^3$ 1 poäng
 $[\text{Ba}^{2+}] = (0,005836/0,100) \text{ mol/dm}^3 = 0,05836 \text{ mol/dm}^3 \approx 0,0584 \text{ mol/dm}^3$ 1 poäng

-0.5 delpoäng för varje brist på värdesiffror.

- b) Vid sammanblandningen sker reaktionen: $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
0.5 delpoäng om formler för upplösningar skrivs upp istället.
Inget poängavdrag för åskådardjoner, så länge reaktionsformeln är fullständigt balanserad.
0 poäng om det finns några joner/molekyler som inte bör finnas eller bildas.

- c) Hydroxidjonerna är i underskott och förbrukas fullständigt.
 $n(\text{OH}^-, \text{ före reaktion}) = 2 \cdot n(\text{Ba(OH)}_2) = 0,01167 \text{ mol}$
 $n(\text{NH}_4^+) = (0,01869 - 0,01167) \text{ mol} = 0,007020 \text{ mol}$
 $[\text{NH}_4^+] = (0,007020/0,100) \text{ mol/dm}^3 = 0,07020 \text{ mol/dm}^3 \approx 0,0702 \text{ mol/dm}^3$
 $n(\text{NH}_3) = 0,01167 \text{ mol}$
 $[\text{NH}_3] = (0,01167/0,100) \text{ mol/dm}^3 = 0,1167 \text{ mol/dm}^3 \approx 0,117 \text{ mol/dm}^3$

- d) Då koncentrationerna av NH_3 och NH_4^+ båda är relativt stora kan pH enklast beräknas direkt ur "buffertformeln":

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} = 9,25 + \log \frac{0,1167}{0,07020} = 9,47$$

pH kan också beräknas ur jämviktsuttrycket för ammoniaks protolys i vatten.

- e) Vid tillsats av HCl sker reaktionen: $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{NH}_4^+$
 H^+ är i underskott och förbrukas fullständigt
 $n(\text{H}^+, \text{ före reaktion}) = 0,010 \text{ mol}$
 $n(\text{NH}_4^+) = (0,007020 + 0,010) \text{ mol} = 0,017020 \text{ mol}$
 $[\text{NH}_4^+] = (0,017020/0,110) \text{ mol/dm}^3 = 0,1547 \text{ mol/dm}^3$

$$n(\text{NH}_3) = (0,01167 - 0,010) \text{ mol} = 0,00167 \text{ mol}$$

$$[\text{NH}_3] = (0,00167/0,110) \text{ mol/dm}^3 = 0,01522 \text{ mol/dm}^3$$

$$pH = pK_a + \log \frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]} = 9,25 + \log \frac{0,01522}{0,1547} = 8,24$$

Uppgift 7

- Kopparjonerna oxiderar glukos som är en aldehyd till glukonsyra som är en karboxylsyra.
- Glukonsyran förekommer i basisk lösning eftersom det finns natriumhydroxid i Fehlings lösning. Det betyder att glukonssyran kommer protolyseras och förekomma i sin basiska form och en karboxylatjon med en negativ laddning bildas.
- Oxidationstalsökningen för glukos måste motsvara oxidationstalsminskningen för kopparjonerna för att få en balanserad reaktion. Egentligen så avges också en proton från den bildade glukonsyran eftersom lösningen är basisk. Även om man missat det så räknas det som korrekt svar om balanseringen i övrigt är korrekt.

Uppgift 8

a) $\Lambda^\circ = (2 \cdot 73,5 \cdot 10^{-4} + 2 \cdot 80,0 \cdot 10^{-4}) \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} = 0,0307 \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

1 delpoäng för att ha ställt upp korrekt ekvation för att beräkna den begränsande molära konduktiviteten vid oändlig utspädning.

– 0.5 delpoäng för fel enhet.

– 0.5 delpoäng för bristande värdesiffror.

b) $\Lambda^\circ(\text{BaI}_2) = 2(\Lambda^\circ(\frac{1}{2}\text{BaCl}_2) + \Lambda^\circ(\text{NaI}) - \Lambda^\circ(\text{NaCl}))$

$$= 2 \cdot (139,9 + 126,9 - 126,4) \text{ S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1} = 280,8 \text{ S} \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{mol}^{-1} = 280,8 \cdot 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}.$$

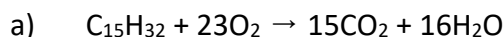
Ställt upp korrekta ekvationen för att beräkna $\Lambda^\circ(\text{BaI}_2)$ (2 delpoäng)

– 0,5 delpoäng för fel enhet.

– 0,5 delpoäng för bristande värdesiffror.

- c) **Nej.** Svaret går att resonera sig fram till. NaCl består av envärda (monovalenta) joner, medan MgSO₄ innehåller tvåvärda joner. Jonmobiliteten är ungefär lika mellan Na⁺ och Mg²⁺ och mellan Cl⁻ och SO₄²⁻. När jonerna förflyttas ungefär lika snabbt, men har olika laddningar, kommer de som har mer laddning leda elektricitet bättre.

Uppgift 9



b) $m = 769 \frac{\text{g}}{\text{l}} \cdot 1\,920 \text{ l} = 1\,476\,480 \text{ g}$

$$n_{\text{C}_{15}\text{H}_{32}} = \frac{1476480 \text{ g}}{(12,0 \cdot 15 + 1,01 \cdot 32) \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 6\,954 \text{ mol}$$

$$n_{\text{CO}_2} = 15n_{\text{C}_{15}\text{H}_{32}} = 15 \cdot 6\,954 \text{ mol} = 104\,310 \text{ mol}$$

$$m_{\text{CO}_2} = 104\,310 \text{ mol} \cdot (12,0 + 16,0 \cdot 2) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 4\,589\,660 \text{ g} \approx 4,59 \text{ ton}$$

Uppgift 10

- a) För att beräkna E_a och A , kan vi använda data från två av experimenten. Vi logaritmerar Arrhenius ekvation:

$$\ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT}$$

Vi kan skriva om detta för de två temperaturerna T_1 och T_2 :

$$\ln k_1 = \ln A - \frac{E_a}{RT_1}$$

$$\ln k_2 = \ln A - \frac{E_a}{RT_2}$$

Subtrahera de två ekvationerna för att eliminera $\ln A$:

$$E_a = -R \cdot \frac{\ln\left(\frac{k_1}{k_2}\right)}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} = -8,314 \cdot \frac{\ln\left(\frac{0,0002}{0,0015}\right)}{\frac{1}{298,15} - \frac{1}{323,15}} = 64559,9 \approx 64,6 \text{ kJ/mol}$$

Beräkna A :

$$A = \frac{k_1}{e^{-\frac{E_a}{RT}}} = \frac{0,0002}{e^{-\frac{64559,94}{8,314 \cdot 298,15}}} = 40932841 \approx 4,09 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$$

- b) I ett tredje försök mäter du reaktionshastigheten vid temperaturen $T_3 = 75 \text{ °C}$. Använd Arrheniusekvationen för att beräkna den förväntade reaktionshastighet.

Lösning:

$T_3 = 75 \text{ °C} = 348,15 \text{ K}$, R är allmänna gaskonstanten, hämtas från formelsamling.

$$k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}} = 40932841 \cdot e^{-\frac{64559,94}{8,314 \cdot 348,15}} = 0,008423 \dots \approx 8,42 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

Uppgift 11

- a) Det finns bara en kolmiljö. Samtliga kolatomer befinner sig mellan två sex-ringar och en fem-ring.
- b) Sex symmetriplan: fem är vinkelräta mot molekylens plan och en är molekylens plan. Uttryckt i symmetrielement (för lärare/avancerade deltagare): fem σ_v och ett σ_h .
- c) Samtliga väteatomer befinner sig på utsidan av den aromatiska ringen $\rightarrow 7,8 \text{ ppm}$. Alla väteatomer är kemiskt ekvivalenta och kopplar inte till varandra \rightarrow singlett.
- d) C_{20} -fullerenen kan ses som en perfekt dodekaeder.

Metod 1: för varje sida kan vi leta symmetriplan som klyver sidan, dvs delar den i två lika stora delar. Det finns 5 symmetriplan som klyver varje sida, och varje symmetriplan klyver 4 sidor. Det finns 12 sidor, därmed måste det finnas $(12 \cdot 5)/4 = 15$ symmetriplan.

Metod 2: det finns 30 bindningar i föreningen, och varje symmetriplan går längs 2 bindningar. Därmed måste det finnas $30/2 = 15$ symmetriplan.