

# RÄTTNINGSMALL TILL KEMIOLYMPIADEN 2012, OMGÅNG 2

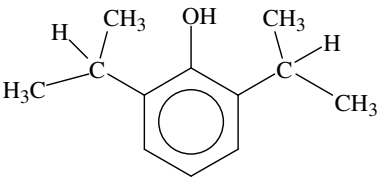
Namn: \_\_\_\_\_ Födelsedatum: \_\_\_\_\_

Skola: \_\_\_\_\_

Hemadress: \_\_\_\_\_

e-post: \_\_\_\_\_

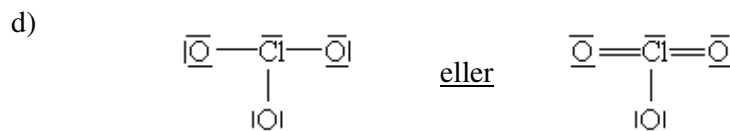
Uppg.	Endast svar – inga uträkningar	Poäng	L	
1	0,20 dm <sup>3</sup>	2		
2	Ordningen ska vara: D E C B A	2		
3	a            b <b>c</b> d	2		
4	-1080 kJ / mol CS <sub>2</sub>	2		
5	3 Ag(s) + NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (aq) + 4 H <sup>+</sup> (aq) → 3 Ag <sup>+</sup> (aq) + NO(g) + 2 H <sub>2</sub> O(l)	2		
6	a <b>b</b> <b>c</b>	2		
7	Reaktionsformel: 2Fe <sup>3+</sup> (aq) + Fe(s) → 3Fe <sup>2+</sup> (aq)	1		
	EMK: 1,21 V	1		
8	a <b>b</b> c            d	2		
9	a            b <b>c</b> d	2		
10	a <b>b</b> c            d	2		
11	<b>a</b> <b>b</b> c	2		
12	a <b>b</b> c            d	2		
13	mol <sup>-1</sup> · dm <sup>3</sup> · s <sup>-1</sup> (även (mol/dm <sup>3</sup> ) <sup>-1</sup> · s <sup>-1</sup> etc)	2		
14	12,0	2		
15	a            b            c <b>d</b>	2		
16a	ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + 3SO <sub>2</sub> + 3H <sub>2</sub> O → Cl <sup>-</sup> + 6H <sup>+</sup> + 3SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	2		
16b	0,0289 mol/dm <sup>3</sup>	4		
16c	1 mol ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> reagerar med <u>6</u> mol Fe <sup>2+</sup> (2p) Formel: ClO <sub>3</sub> <sup>-</sup> + 6Fe <sup>2+</sup> + 6H <sup>+</sup> → Cl <sup>-</sup> + 6Fe <sup>3+</sup> + 3H <sub>2</sub> O (2p)	2 + 2		
16d	$\begin{array}{c} \overline{\text{O}}-\overline{\text{Cl}}-\overline{\text{O}} \\   \\ \overline{\text{O}} \end{array}$ <u>eller</u> $\begin{array}{c} \overline{\text{O}}=\overline{\text{Cl}}=\overline{\text{O}} \\   \\ \overline{\text{O}} \end{array}$	2		
	<i>Endast en struktur krävs för full poäng</i>			

17a	$d = 2a + b/2$	2		
17b	syrebalansen = $\frac{16 \cdot (d - 2a - b/2)}{(12a + b + 14c + 16d)} \cdot 100\%$	3		
17c	syrebalansen = - 21,6%	2		
17d	$2C_7H_5N_3O_6 \rightarrow 6CO + 6C + 2CO_2 + 3H_2 + 3N_2 + 2H_2O$	2		
17e	1,35 g	3		
18a	$K_a = 1,18 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$	4		
18b	pH = 2,10	4		
18c	pH = 9,95	4		
19a	Molekylformel: $C_{12}H_{18}O$	2		
19b	<b>Topp</b> strax under $3000 \text{ cm}^{-1}$ , C-H (alkyl) <b>grupp</b> <b>Topp</b> strax över $3000 \text{ cm}^{-1}$ , C-H (aromat) <b>grupp</b> <b>Topp</b> vid $3500 \text{ cm}^{-1}$ , OH <b>grupp</b> <i>1p per korrekt identifierad topp</i>	3		
19c	<b>Toppar vid 6,7-7,0 ppm</b> , 3 st. H i bensenring <b>grupp</b> <b>Topp vid 4,7 ppm</b> , 1 st. H i OH <b>grupp</b> <b>Topp vid 3,2 ppm</b> , 2 st. H i CH <b>grupp</b> <b>Topp vid 1,2 ppm</b> , 12 st. H i $CH_3$ <b>grupp</b> <i>1p per korrekt identifierad topp</i>	4		
19d		2		
19e	$pK_a$ för propofol är 11. Vid pH = 8 är propofol oladdad. Föreningen blir då relativt opolär även om en OH grupp finns närvarande, dvs. den bör då vara i oljefasen huvudsakligen.	2		
19f	När propofol protolyseras delokaliseras den bildade negativa laddningen i den aromatiska ringen, vilket stabiliserar den negativa jonen. Någon sådan stabilisering kan inte ske vid protolys av etanol.	2		
<b>TOTALPOÄNG</b>		<b>81</b>		

# KEMIOLYMPIADEN 2012, OMGÅNG 2, FULLSTÄNDIGA LÖSNINGAR TILL UPPGIFT 16 – 19.

## Uppgift 16

- a)  $\text{ClO}_3^- + 3\text{SO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}^- + 6\text{H}^+ + 3\text{SO}_4^{2-}$
- b)  $n(\text{AgCl}) = (0,414/143,3) \text{ mol} = 2,89 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$   
 1 mol AgCl motsvarar 1 mol  $\text{Cl}^-$ , 1 mol  $\text{Cl}^-$  motsvarar 1 mol  $\text{ClO}_3^-$   
 $n(\text{ClO}_3^-) = n(\text{AgCl}) = 2,89 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$   
 $[\text{ClO}_3^-] = 2,89 \cdot 10^{-3} / 0,100 \text{ mol/dm}^3 = 0,0289 \text{ mol/dm}^3$
- c)  $n(\text{Fe}^{2+}) = (0,210 \cdot 30,00 \cdot 10^{-3}) \text{ mol} = 6,30 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$  (i  $30,00 \text{ cm}^3$ )  
 $n(\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}) = (0,0225 \cdot 8,20 \cdot 10^{-3}) \text{ mol} = 1,85 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$  (i  $8,20 \text{ cm}^3$ )  
 1 mol  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  motsvarar 6 mol  $\text{Fe}^{2+}$   
 Överskott av  $\text{Fe}^{2+}$ ;  $n(\text{Fe}^{2+}) = 1,85 \cdot 10^{-4} \cdot 6 \text{ mol} = 1,11 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$   
 $n(\text{Fe}^{2+} \text{ som reagerat med } \text{ClO}_3^-) = (6,30 \cdot 10^{-3} - 1,11 \cdot 10^{-3}) \text{ mol} = 5,19 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$   
 $n(\text{Fe}^{2+}) : n(\text{ClO}_3^-) = 5,19 \cdot 10^{-3} : 8,66 \cdot 10^{-4} = 5,99 : 1 \approx 6:1$   
 härur kan slutsatsen dras att  $\text{ClO}_3^-$  reduceras till  $\text{Cl}^-$ .  
 $\text{ClO}_3^- + 6\text{Fe}^{2+} + 6\text{H}^+ \rightarrow \text{Cl}^- + 6\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O}$

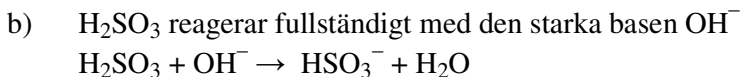


## Uppgift 17

- a)  $\text{C}_a\text{H}_b\text{N}_c\text{O}_d \rightarrow a \text{ CO}_2 + b/2 \text{ H}_2\text{O} + c/2 \text{ N}_2$   
 $d = 2a + b/2$
- b) O-balansen =  $\frac{16 \cdot (d - 2a - b/2)}{(12a + b + 14c + 16d)} \cdot 100\%$
- c) Molekylformeln för RDX är  $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$   
 O-balansen =  $\frac{16 \cdot (6 - 2 \cdot 3 - 6/2)}{222} \cdot 100\% = \frac{16 \cdot (-3)}{222} \cdot 100\% = -21,6\%$
- d)  $2\text{C}_7\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_6 \rightarrow 6\text{CO} + 6\text{C} + 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 + 3\text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- e)  $n(\text{gas}) = 1/24,0 \text{ mol}$ .  
 $n(\text{TNT}) : n(\text{gas}) = 1:7$   
 $n(\text{TNT}) = (1/7) \cdot (1/24,0) \text{ mol} = 1/168 \text{ mol} = 0,0060 \text{ mol}$   
 $m(\text{TNT}) = 227,14 \cdot (1/168) \text{ g} = 1,35 \text{ g}$

### Uppgift 18

a)  $K_a = [\text{H}^+][\text{HSO}_3^-] / [\text{H}_2\text{SO}_3]$   
 $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 0,029 \text{ mol/dm}^3$  ( $= [\text{HSO}_3^-]$ )  
 $[\text{H}_2\text{SO}_3] = 0,100 - 0,029 = 0,071 \text{ mol/dm}^3$   
 $K_a = (0,029)^2 / 0,071 = 1,18 \cdot 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$



Substansmängder före reaktion:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_3) = 0,0200 \text{ dm}^3 \cdot 0,100 \text{ mol/dm}^3 = 0,00200 \text{ mol}$$

$$n(\text{OH}^-) = 0,00600 \text{ dm}^3 \cdot 0,200 \text{ mol/dm}^3 = 0,00120 \text{ mol}$$

$\text{OH}^-$  föreligger i underskott och förbrukas helt.

Kvarvarande substansmängd  $\text{H}_2\text{SO}_3$ ;  $n(\text{H}_2\text{SO}_3) = (0,00200 - 0,00120) \text{ mol} = 0,00080 \text{ mol}$

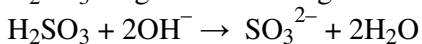
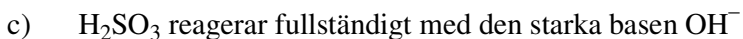
Bildad substansmängd  $\text{HSO}_3^-$ ;  $n(\text{HSO}_3^-) = 0,00120 \text{ mol}$  (= tillsatt substansmängd  $\text{OH}^-$ )

Då både  $\text{H}_2\text{SO}_3$  och  $\text{HSO}_3^-$  förekommer i hög koncentration kan pH beräknas direkt ur uttrycket för syrakonstanten.

$$[\text{H}_2\text{SO}_3] / [\text{HSO}_3^-] = 0,00080 / 0,00120$$

$$[\text{H}^+] = K_a \cdot [\text{H}_2\text{SO}_3] / [\text{HSO}_3^-] = (1,20 \cdot 10^{-2} \cdot 0,00080 / 0,00120) \text{ mol/dm}^3$$
$$= 8,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH} = -\log(8,00 \cdot 10^{-3}) = 2,10$$



Såväl  $\text{H}_2\text{SO}_3$  som  $\text{OH}^-$  förbrukas helt.

$$[\text{SO}_3^{2-}] = (0,1 \cdot 20 / 40) \text{ mol/dm}^3 = 0,050 \text{ mol/dm}^3$$

pH bestäms av protolysen:  $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HSO}_3^- + \text{OH}^-$

$$K_b = K_w / K_a = 1,0 \cdot 10^{-14} / 6,20 \cdot 10^{-8} = 1,62 \cdot 10^{-7}$$

$$K_b = [\text{OH}^-][\text{HSO}_3^-] / [\text{SO}_3^{2-}] \text{ och } [\text{OH}^-] = [\text{HSO}_3^-] \Rightarrow K_b = [\text{OH}^-]^2 / [\text{SO}_3^{2-}] \Rightarrow$$

$$[\text{OH}^-] = (K_b [\text{SO}_3^{2-}])^{1/2} = (1,62 \cdot 10^{-7} \cdot 0,050)^{1/2} = 8,98 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pOH} = -\log(8,98 \cdot 10^{-5}) = 4,05 \quad \text{pH} = 14,00 - 4,05 = 9,95$$

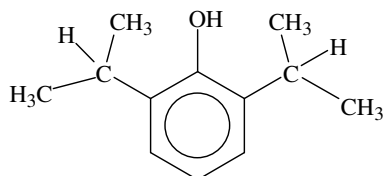
### Uppgift 19

- a) 1 mol av ämnet innehåller  
 $n(\text{C}) = (0,8055 \cdot 178,3 / 12,01) \text{ mol} = 11,96 \text{ mol}$   
 $n(\text{H}) = (0,1018 \cdot 178,3 / 1,01) \text{ mol} = 17,97 \text{ mol}$   
 $n(\text{O}) = (0,0897 \cdot 178,3 / 16,00) \text{ mol} = 1,00 \text{ mol}$   
molekylformeln är  $\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{O}$
- b) Toppen strax under  $3000 \text{ cm}^{-1}$  C-H i alkylgrupp  
Toppen vid  $3500 \text{ cm}^{-1}$  OH  
Toppen strax över  $3000 \text{ cm}^{-1}$  C-H i aromatringsen.

c)

Skift	6,7-7,0 ppm	4,7 ppm	3,2 ppm	1,2 ppm
Typ	dublett + triplett	singlett	heptett	dublett
Integral	3	1	2	12
Tolkning	En bensenring med 3 väten	En OH grupp	En CH grupp 6 grannväten	Fyra $\text{CH}_3$ grupper med 1 grannväte

d)



- e)  $pK_a$  för propofol är 11. Vid  $\text{pH} = 8$  är propofol oladdad. Föreningen blir då relativt opolär även om en OH grupp finns närvarande, dvs. den bör då vara i oljefasen huvudsakligen.
- f) När propofol protolyseras delokaliseras den bildade negativa laddningen i den aromatiska ringen, vilket stabiliserar den negativa jonen. Någon sådan stabilisering kan inte ske vid protolys av etanol.