

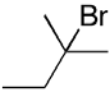
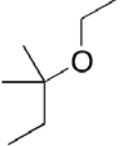
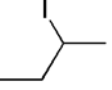
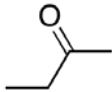
RÄTTNINGSMALL TILL KEMIOLYMPIADEN 2014, OMGÅNG 2

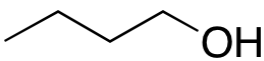
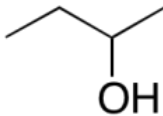
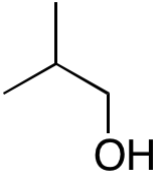
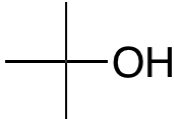
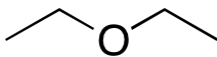
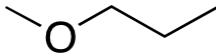
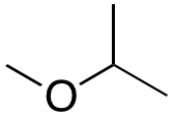
Namn: _____ Födelsedatum: _____

Skola: _____

Hemadress: _____

e-post: _____

| Uppg. | Endast svar – inga uträkningar | | | | | Poäng | L | |
|-------|---|--------|---|--------|---|-------|---|--|
| 1 | a | b | c | d | e | f | 2 | |
| 2 | a | b | c | d | e | | 2 | |
| 3 | 4,1 cm ³ | | | | | | 2 | |
| 4a | 0,20 mol/dm ³ | | | | | | 2 | |
| 4b | 31 kPa | | | | | | 2 | |
| 5 | $2\text{ClO}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{ClO}_2^- + \text{ClO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$ | | | | | | 2 | |
| 6 | a | b | c | d | e | | 2 | |
| 7 | 239 timmar | | | | | | 2 | |
| 8a | Addition | (0,5p) |  | (0,5p) | | | 1 | |
| 8b | Substitution | (0,5p) |  | (0,5p) | | | 1 | |
| 8c | Substitution | (0,5p) |  | (0,5p) | | | 1 | |
| 8d | Oxidation | (0,5p) |  | (0,5p) | | | 1 | |
| 9a | $5\text{Fe}^{2+} + \text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ \rightarrow 5\text{Fe}^{3+} + \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$ | | | | | | 2 | |
| 9b | 86,4 % | | | | | | 2 | |
| 10a | $2\text{R}^-\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} \rightarrow (\text{R}^-)_2\text{Ca}^{2+} + 2\text{Na}^+$ | | | | | | 2 | |
| 10b | $2,85 \cdot 10^{-3}$ mol/dm ³ | | | | | | 2 | |
| 10c | 16 °dH | | | | | | 2 | |

| | | | | | | |
|-----|--|---|---|--|---|--|
| 11a | $C_{12}H_{22}O_{11} + 12O_2 \rightarrow 12CO_2 + 11H_2O$ | | 2 | | | |
| 11b | Det frigörs | 360 kJ | 2 | | | |
| 11c | Det åtgår | 55 kJ | 1 | | | |
| 11d | NEJ | | 1 | | | |
| 11e | $[H^+] =$ | 0,0032 mol/dm ³ | 2 | | | |
| | $[OH^-] =$ | $3,2 \cdot 10^{-12}$ mol/dm ³ | | | | |
| 11f | $[H_2PO_4^-]/[H_3PO_4] =$ | 2,2 | 2 | | | |
| 11g | 0,0018 mol/dm ³ | | 4 | | | |
| 12a | Förening 1 | 1-butanol | 4 | | | |
| | Förening 2 | 2-butanol | | | | |
| | Förening 3 | 2-metyl-1-propanol | | | | |
| | Förening 4 | 2-metyl-2-propanol | | | | |
| 12b | Förening 1 |  | Förening 2 |  | 7 | |
| | Förening 3 |  | Förening 4 |  | | |
| | Förening 5 |  | Förening 6 |  | | |
| | Förening 7 |  | Även strukturformler där alla atomer satts ut ger full poäng. | | | |
| | TOTALPOÄNG | | 55 | | | |

KEMIOLYMPIADEN 2014, OMGÅNG 2, FULLSTÄNDIGA LÖSNINGAR TILL VISSA UPPGIFTER.

Uppgift 7

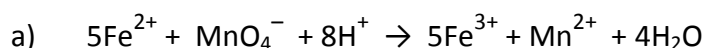
1:a ordningens kinetik: $d[\text{TI}]/dt = -k[\text{TI}]$, Integrerat: $[\text{TI}] = [\text{TI}]_0 e^{-kt}$

Halveringstid: $[\text{TI}]/[\text{TI}]_0 = 1/2 = e^{-kt_{1/2}}$ $k = \ln 2 / t_{1/2}$

Att 90% söderfallit medför att 10% är kvar så: $[\text{TI}]/[\text{TI}]_0 = 0,10 = e^{-kt}$

$t = -\ln(0,10)/k = t_{1/2} \cdot \ln 10 / \ln 2 = 72 \text{ h} \cdot 3,32 = 239 \text{ h}$

Uppgift 9



b) $n(\text{MnO}_4^-) = 0,02051 \cdot 20,08 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 4,118 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

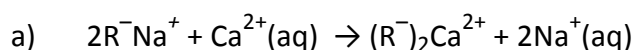
1 mol MnO_4^- motsvarar 5 mol Fe^{2+}

$n(\text{Fe}^{2+}) = 5 \cdot 4,118 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 2,059 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$n(\text{Fe, hela provet}) = n(\text{Fe}^{2+}, \text{ hela provet}) = 5 \cdot 2,059 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 1,029 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

Masshalten av järn = $55,85 \cdot 1,029 \cdot 10^{-2} / 0,6655 = 0,864 = 86,4\%$

Uppgift 10



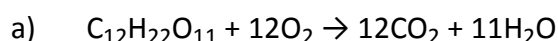
b) Per år tillförs 300 kg natriumklorid, dvs 5,13 kmol NaCl, som motsvarar 5,13 kmol Na^+ .

Av de tillförda Na^+ -jonerna byts 1/3 dvs. $5,13/3$ kmol $\text{Na}^+ = 1,71$ kmol Na^+ mot $1,71/2$ kmol $\text{Ca}^{2+} = 0,86$ kmol Ca^{2+} .

I vattenledningsvattnet är $[\text{Ca}^{2+}] = (0,86/300) \text{ kmol/dm}^3 = 2,85 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$

c) Kalciumjonhalten motsvarar i CaO $(2,85 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3) \cdot (56,1 \text{ g/mol}) \cdot (1000 \text{ mg/g}) = 160 \text{ mg/dm}^3$ vilket motsvarar $160/10 = 16$ °dH.

Uppgift 11



b) $m(\text{sukros}) = 22 \text{ g}$

$M(\text{sukros}) = 342,3 \text{ g/mol}$

$n(\text{sukros}) = m/M = (22 / 342,3) \text{ mol} = 0,0643 \text{ mol}$

$\Delta H = (-5637 \cdot 0,0643) \text{ kJ} = -363 \text{ kJ} \approx -360 \text{ kJ}$ (exoterm)

Det frigörs 360 kJ

c) $\Delta H = (528 \cdot 105) \text{ kJ} = 55,4 \text{ kJ} \approx 55 \text{ kJ}$ (endoterm)

Det behövs 55 kJ

d) Svar: Nej (tyvärr). Sockret frigör nästan 7 gånger så mycket värme som behövs för att smälta och värma glassen till kroppstemperatur.

e) $[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,5} \text{ mol/dm}^3 \approx 0,0032 \text{ mol/dm}^3$

$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}} = 10^{-(\text{pK}_w - \text{pH})} = 10^{-(14 - 2,5)} \text{ mol/dm}^3 = 10^{-11,5} \text{ mol/dm}^3 \approx$

$3,2 \cdot 10^{-12} \text{ mol/dm}^3$

f) Då pH är känt kan kvoten $[\text{H}_2\text{PO}_4^-]/[\text{H}_3\text{PO}_4]$ beräknas direkt ur uttrycket för jämviktskonstanten K_a .

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} \rightarrow 10^{-2,15} = \frac{10^{-2,5}[\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} \rightarrow \frac{[\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} = 10^{(2,5-2,15)} \approx 2,2$$

g) $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HSO}_4^-$ fullständig protolys



För varje bildad HSO_4^- bildas en H^+ och för varje bildad SO_4^{2-} bildas två H^+ .

Den totala halten av H^+ vid jämvikt blir därför: $[\text{H}^+] = [\text{HSO}_4^-] + 2[\text{SO}_4^{2-}]$

dvs $[\text{HSO}_4^-] = [\text{H}^+] - 2[\text{SO}_4^{2-}]$ vilket sätts in i uttrycket för jämviktskonstanten K_a .

$$K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{SO}_4^{2-}]}{[\text{H}^+] - 2[\text{SO}_4^{2-}]} \rightarrow 0,01 = \frac{10^{-2,5}[\text{SO}_4^{2-}]}{10^{-2,5} - 2[\text{SO}_4^{2-}]}$$

Lösning av denna ekvation ger $[\text{SO}_4^{2-}] = 0,00137 \text{ mol/dm}^3$

$$[\text{HSO}_4^-] = [\text{H}^+] - 2[\text{SO}_4^{2-}] = 0,00043 \text{ mol/dm}^3.$$

Eftersom all H_2SO_4 har protolyserats fullständigt blir totalhalten av svavelsyra:

$$C = [\text{HSO}_4^-] + [\text{SO}_4^{2-}] = (0,00043 + 0,00137) \text{ mol/dm}^3 \approx 0,0018 \text{ mol/dm}^3.$$

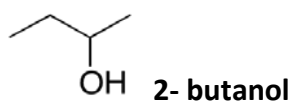
Uppgift 12

Förening **1-7** har alla samma molekylformel, $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$, vilket enligt den generella summaformeln för alkaner, $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$, innebär att de består av en mättad alkylkedja som är sammanlänkad med en syreatom. Förening **1-7** kan därför endast vara antingen en alkohol eller en eter.

Förening **1-4** har en bred absorptionstopp vid vågtalet 3300 cm^{-1} i deras IR-spektrum => förening **1-4** bär den funktionella gruppen hydroxyl (OH) och är därmed alkoholer.

Förening **5, 6** och **7** har lägre kokpunkt än förening **1-4** => förening **5-7** är etrar (saknar förmåga att vätebinda => lägre kokpunkt än alkoholer).

Förening **2** kan förekomma som olika optiska isomerer => förening **2** har ett kiralt kol som bär fyra olika substituenten. Vidare gäller att förening **2** är en alkohol. Den enda möjliga strukturen är därför:

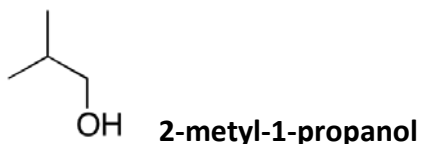


^1H NMR spektrumet för förening **3** ger följande information:

| Signal | Splittringsmönster | Antal grannväten (enligt $n+1$ regeln) | Relativ intensitet |
|--------|--------------------|---|--------------------|
| A | dubblett | 1 | 6 |
| B | multipllett | obestämd | 1 |
| C | dubblett | 1 | 2 |

* obs – Den breda signalen vid ca 2,5 ppm motsvarar vätet på hydroxylgruppen (OH).

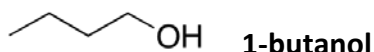
Med informationen i tabellen ovan inses att förening **3** måste ha följande struktur:



^1H NMR spektrumet för förening **4** består endast av två distinkta signaler => Väteatomerna i föreningen befinner sig i endast två olika molekylära miljöer. Vidare gäller att förening **4** är en alkohol och dess struktur är därför:



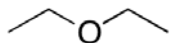
Den sista av alkoholerna är förening **1** och den enda kombinationen som inte redan använts är:



^1H NMR spektrumet för förening **5** ger upphov till följande data:

| Kemiskt skift ppm | Splittringsmönster | Grannväten | Relativ intensitet |
|-------------------|--------------------|------------|--------------------|
| 1,21 | triplett | 2 | 3 |
| 3,47 | kvartett | 3 | 2 |

Förening **5** måste vara en eter med två ekvivalenta CH_3 -grupper och två ekvivalenta CH_2 -grupper. Förening **5** har därför strukturen:



^{13}C NMR spektrumet för förening **6** uppvisar fyra distinkta signaler => fyra kol som befinner sig i olika molekylär miljö. Förening **6** är även en eter och har därför följande struktur:



På samma vis inses att förening **7** med tre unika kol har strukturen:

