



## **KTH Enheten för grundläggande naturvetenskap**

### **Tentamen A:2 i KEMI**

Kurskod: HF0023/TB0013

Datum: 2024-02-05

Tid: 8.00-12.00

Rättande lärare: Sara Sebelius och Martina Lahmann

Examinator: Sara Sebelius

---

### **Tentamensinformation**

Miniräknare: Miniräknare utan symbolhantering tillåten.

Hjälpmedel: "Formler och Tabeller" från Natur och Kultur (grön/blå) samt det periodiska system som medföljer tentamen.

Allmänt: Tentamen består av två avsnitt:  
Del 1 med uppgift 1 – 9, kan ge maximalt 30 poäng, men du kan endast tillgodo göra dig 20 poäng. Del 2 med uppgift 10 – 17, kan ge maximalt 15 poäng. Denna del, del 2, rättas bara om du uppnått minst 20 poäng på del 1.

Betygsgränser: För betyg E krävs minst 20 p på Del 1.  
För betyg D krävs minst 20 p på Del 1 och minst 3 p på Del 2.  
För betyg C krävs minst 20 p på Del 1 och minst 6 p på Del 2.  
För betyg B krävs minst 20 p på Del 1 och minst 9 p på Del 2.  
För betyg A krävs minst 20 p på Del 1 och minst 12p på Del2.  
Namn och personnummer skall anges på varje inlämnat blad.

*Glöm ej att Skriva klass på omslaget.*

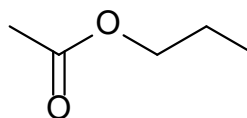


**Del 1. För godkänt betyg (E).**

1. Berylliumfosfat,  $\text{Be}_3(\text{PO}_4)_2$  används bland annat för integrerade kretsar.
- a) Beräkna molmassan för  $\text{Be}_3(\text{PO}_4)_2$ . 1 p
- b) Skriv, med kemiska tecken, de joner som finns i en vattenlösning av  $\text{Be}_3(\text{PO}_4)_2$ . 2 p
2. När natriumvätekarbonat,  $\text{NaHCO}_3$ , värms över  $80^\circ\text{C}$  bildas natriumkarbonat, koldioxid och vatten.
- a) Skriv en balanserad reaktionsformel för reaktionen. 2 p
- b) Rita elektronformeln för koldioxid. 1 p
3. Aluminium reagerar med klorgas i överskott. Då bildas aluminiumklorid enligt följande reaktionsformel:  $2 \text{Al} (\text{s}) + 3 \text{Cl}_2 (\text{g}) \rightarrow 2 \text{AlCl}_3 (\text{s})$ .  
Vid ett experiment används 0,22 g aluminium. Vilken massa  $\text{AlCl}_3$  kan då bildas? 2 p
- Redovisa fullständig lösning.**

4. Svavelsyra,  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ , reagerar med aluminium.  
Då bildas aluminiumsulfat och en gas.
- a) Vilket oxidationstal har svavel i svavelsyra? 1 p
- b) Vilket ämne är reduktionsmedel i reaktionen? 1 p
- c) Skriv en balanserad reaktionsformel för redoxreaktionen. 2 p
- d) Gasen som bildas under reaktionen samlades in. Gasvolymen blev 18,5 liter då reaktionen genomfördes vid  $23,2^\circ\text{C}$  och 98,4 kPa.  
Beräkna substansmängden för den bildade gasen. 2 p
- Redovisa fullständig lösning för d).**

5. Molekylen till höger luktar päron och används ibland som smaksättare i päronglass:



- a) Rita motsvarande strukturformel så att samtliga atomer syns i den givna streckformeln. 1 p
- b) Skriv summaformeln för molekylen ovan. 1 p
- c) Vilken ämnesklass tillhör molekylen ovan. 1 p
- d) Rita en strukturformel för en karboxylsyra med samma summaformel som molekylen ovan. 1 p

6. Många mobiler innehåller uppladdningsbara litiumbatterier som alla är utformade efter samma princip. De innehåller bland annat metalliskt litium och litiumjoner. Skriv reaktionsformel för den reaktion som sker vid minuspolen när ett litiumbatteri laddas upp. 1 p
7. Du ska bestämma koncentrationen för en silvernitratlösning genom en fällningsreaktion med saltsyra,  $\text{HCl(aq)}$ , med koncentrationen  $0,0143 \text{ mol/dm}^3$ .
- a) Vilket pH-värde har saltsyran? 1 p
- b) Skriv en balanserad reaktionsformel för fällningsreaktionen. 2 p
- c) Om du blandar  $10,0 \text{ cm}^3$  saltsyra och  $12,3 \text{ cm}^3$  silvernitratlösning så fälls samtliga silverjoner ut ur lösningen. Beräkna den ursprungliga silvernitratlösningens koncentration. 2 p
- Redovisa fullständig lösning för c).**
8. För bensen,  $\text{C}_6\text{H}_6$ , är  $\Delta H_c = -3267,0 \text{ kJ/mol}$  enligt tabellen och sker enligt följande obalanserade reaktionsformel:  $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ .
- a) Balansera reaktionsformeln och skriv också in rätt siffervärde på energin på rätt sida av reaktionspilen. 2 p
- b) Rita ett entalpidiagram för denna reaktion. 1 p
9. a) Vilket lösningsmedel kan du använda för att lösa upp jod,  $\text{I}_2$ , och vilken bindningstyp finns det mellan jod och lösningsmedlet? Välj bland följande: 3 p
- Lösningsmedel: **A.**  $\text{CH}_2\text{Br}_2$     **B.**  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$     **C.**  $\text{C}_5\text{H}_{12}$     **D.**  $\text{H}_2\text{O}$
- Bindningstyp: **1.** vätebindningar    **2.** jon-dipol bindningar  
**3.** vdW bindningar    **4.** dipol-dipol bindningar
- Gör på samma sätt i följande frågor:
- b) Välj ett lösningsmedel för  $\text{CH}_3\text{Cl}$  och ange bindningstyp.
- c) Välj ett lösningsmedel för  $\text{NaCl}$  och ange bindningstyp.
- d) Välj ett lösningsmedel för  $\text{NH}_3$  och ange bindningstyp.

**Del 2. För högre betyg (A, B, C och D)**

10. Balansera följande redoxreaktion (som sker i basisk lösning): 2 p  

$$\underline{\quad} \text{Cr}^{3+} + \underline{\quad} \text{BrO}_3^- + \underline{\quad} \text{OH}^- \rightarrow \underline{\quad} \text{CrO}_4^{2-} + \underline{\quad} \text{Br}_2 + \underline{\quad} \text{H}_2\text{O}$$
11. I en cerium(III)sulfatlösning är ceriumjonkoncentrationen  $0,10 \text{ mol/dm}^3$ .  
 Ange sulfatjonkoncentrationen. 1 p
12. Vid rotfyllning av en tand används guttaperka. Guttaperka är ett gummiliknande material. Molekylformeln för guttaperka står ibland som  $\text{C}_{30}\text{H}_{48}$  och ibland som  $\text{C}_{20}\text{H}_{32}$ . Att den varierar är kanske inte så konstigt då guttaperka är en polymer (flera uppreparande enheter bundna till varandra).  
 De två molekylformlerna har alltså samma empiriska formel. Vilken? 1 p
13. Järnhalten i en bergart undersöktes. Provet man tog innehöll kristaller med den preliminära formeln  $\text{Fe}_7\text{S}_x$ . En noggrann analys visade att i  $1,62 \text{ g}$  av kristallprovet fanns det  $0,64 \text{ g}$  svavel och  $0,98 \text{ g}$  järn.  
 Beräkna den empiriska formeln för kristallerna. 2 p  
***Redovisa fullständig lösning.***
14. En saltsyralösning på  $2,0 \text{ liter}$  med koncentrationen  $0,045 \text{ mol/dm}^3$  blandas med  $1,4 \text{ liter}$  av en magnesiumhydroxidlösning med koncentrationen  $0,030 \text{ mol/dm}^3$ .  
 Beräkna pH i blandningen. 3 p  
***Redovisa fullständig lösning.***
15. När 3-metylbutansyra reduceras fås en molekyl med formeln  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ .  
 Rita strukturformel för den bildade molekylerna. 1 p
16. I ett experiment värmdes  $3,60 \text{ dm}^3$  metangas upp från  $-10,0 \text{ }^\circ\text{C}$  till  $65,5 \text{ }^\circ\text{C}$ .  
 Trycket hölls konstant. Beräkna gasens volym vid  $65,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . 2 p  
***Redovisa fullständig lösning.***



17. Gibbs fria energi,  $\Delta G$ , är ett mått på om en reaktion sker spontant eller inte.  
En reaktion sker spontant om  $\Delta G < 0$  kJ/mol och är ickespontan när  $\Delta G > 0$  kJ/mol.

Formeln för Gibbs fria energi är  $\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$ .

Där  $T$  = absolut temperatur (K) och  $\Delta S$  = entropi ( $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ )

Väteperoxid, HO–OH eller  $\text{H}_2\text{O}_2$ , är en viktig kemikalie p.g.a att bindningsenergin för bindningen mellan syreatomerna i  $\text{H}_2\text{O}_2$  har ett lågt värde: 142 kJ/mol.

Bindningsenergin mellan väte och syre i  $\text{H}_2\text{O}_2$  är 464 kJ/mol.

Flytande väteperoxid kan bildas från reaktionen mellan vätgas och syrgas.

Först bildas väteperoxid i gasform. Därefter kondenserar gasen varvid 51 kJ/mol frigörs. Beräkna  $\Delta G$  och ange om reaktionen då  $\text{H}_2\text{O}_2(\text{l})$  bildas är spontan när den genomförs vid 298 K då  $\Delta S = -226 \text{ Jmol}^{-1}\text{K}^{-1}$ .

3 p

***Redovisa fullständig lösning.***

**Formelblad:** Grundämnenas periodiska system (atomnummer, symboler och atommassor)

<b>1</b> <b>H</b> 1,01																	<b>2</b> <b>He</b> 4,00
<b>3</b> <b>Li</b> 6,94	<b>4</b> <b>Be</b> 9,01											<b>5</b> <b>B</b> 10,8	<b>6</b> <b>C</b> 12,0	<b>7</b> <b>N</b> 14,0	<b>8</b> <b>O</b> 16,0	<b>9</b> <b>F</b> 19,0	<b>10</b> <b>Ne</b> 20,2
<b>11</b> <b>Na</b> 23,0	<b>12</b> <b>Mg</b> 24,3											<b>13</b> <b>Al</b> 27,0	<b>14</b> <b>Si</b> 28,1	<b>15</b> <b>P</b> 31,0	<b>16</b> <b>S</b> 32,1	<b>17</b> <b>Cl</b> 35,5	<b>18</b> <b>Ar</b> 39,9
<b>19</b> <b>K</b> 39,1	<b>20</b> <b>Ca</b> 40,1	<b>21</b> <b>Sc</b> 45,0	<b>22</b> <b>Ti</b> 47,9	<b>23</b> <b>V</b> 50,9	<b>24</b> <b>Cr</b> 52,0	<b>25</b> <b>Mn</b> 54,9	<b>26</b> <b>Fe</b> 55,8	<b>27</b> <b>Co</b> 58,9	<b>28</b> <b>Ni</b> 58,7	<b>29</b> <b>Cu</b> 63,5	<b>30</b> <b>Zn</b> 65,4	<b>31</b> <b>Ga</b> 69,7	<b>32</b> <b>Ge</b> 72,6	<b>33</b> <b>As</b> 74,9	<b>34</b> <b>Se</b> 79,0	<b>35</b> <b>Br</b> 79,9	<b>36</b> <b>Kr</b> 83,8
<b>37</b> <b>Rb</b> 85,5	<b>38</b> <b>Sr</b> 87,6	<b>39</b> <b>Y</b> 88,9	<b>40</b> <b>Zr</b> 91,2	<b>41</b> <b>Nb</b> 92,9	<b>42</b> <b>Mo</b> 95,9	<b>43</b> <b>Tc</b> (99)	<b>44</b> <b>Ru</b> 101,1	<b>45</b> <b>Rh</b> 102,9	<b>46</b> <b>Pd</b> 106,4	<b>47</b> <b>Ag</b> 107,9	<b>48</b> <b>Cd</b> 112,4	<b>49</b> <b>In</b> 114,8	<b>50</b> <b>Sn</b> 118,7	<b>51</b> <b>Sb</b> 121,8	<b>52</b> <b>Te</b> 127,6	<b>53</b> <b>I</b> 126,9	<b>54</b> <b>Xe</b> 131,3
<b>55</b> <b>Cs</b> 132,9	<b>56</b> <b>Ba</b> 137,3	<b>*57</b> <b>La</b> 138,9	<b>72</b> <b>Hf</b> 178,5	<b>73</b> <b>Ta</b> 180,9	<b>74</b> <b>W</b> 183,9	<b>75</b> <b>Re</b> 186,2	<b>76</b> <b>Os</b> 190,2	<b>77</b> <b>Ir</b> 192,2	<b>78</b> <b>Pt</b> 195,1	<b>79</b> <b>Au</b> 197,0	<b>80</b> <b>Hg</b> 200,6	<b>81</b> <b>Tl</b> 204,4	<b>82</b> <b>Pb</b> 207,2	<b>83</b> <b>Bi</b> 209,0	<b>84</b> <b>Po</b> (210)	<b>85</b> <b>At</b> (210)	<b>86</b> <b>Rn</b> (222)
<b>87</b> <b>Fr</b> (223)	<b>88</b> <b>Ra</b> (226)	<b>**8</b> <b>9</b> <b>Ac</b> (227)															

*	<b>58</b> <b>Ce</b> 140,1	<b>59</b> <b>Pr</b> 140,9	<b>60</b> <b>Nd</b> 144,2	<b>61</b> <b>Pm</b> (145)	<b>62</b> <b>Sm</b> 150,4	<b>63</b> <b>Eu</b> 152,0	<b>64</b> <b>Gd</b> 157,3	<b>65</b> <b>Tb</b> 158,9	<b>66</b> <b>Dy</b> 162,5	<b>67</b> <b>Ho</b> 164,9	<b>68</b> <b>Er</b> 167,3	<b>69</b> <b>Tm</b> 168,9	<b>70</b> <b>Yb</b> 173,0	<b>71</b> <b>Lu</b> 175,0
**	<b>90</b> <b>Th</b> (232)	<b>91</b> <b>Pa</b> (231)	<b>92</b> <b>U</b> 238,0	<b>93</b> <b>Np</b> (237)	<b>94</b> <b>Pu</b> (242)	<b>95</b> <b>Am</b> (243)	<b>96</b> <b>Cm</b> (247)	<b>97</b> <b>Bk</b> (247)	<b>98</b> <b>Cf</b> (249)	<b>99</b> <b>Es</b> (254)	<b>100</b> <b>Fm</b> (253)	<b>101</b> <b>Md</b> (256)	<b>102</b> <b>No</b> (256)	<b>103</b> <b>Lr</b> (257)

Gasernas allmänna tillståndslag.....  $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$   
 Allmänna gaskonstanten.....  $R = 8,314 \text{ J} \cdot (\text{mol} \cdot \text{K})^{-1}$   
 Avogadros konstant.....  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Den elektrokemiska spänningsserien:

...K,...Ba,...Ca,...Na,...Mg,...Al,...Mn,...Zn,...Fe,...Ni,...Sn,...Pb,...H,...Cu,...Hg,...Ag,...Pt,...Au

**Lösningsförslag (1-9 uppdaterad):****Studenter med godkänd kontrollskrivning gör inte uppgift 1 – 3.**1. a. (1 p)  $M(\text{Be}_3(\text{PO}_4)_2) \approx 217 \text{ g/mol}$ b. (2 p)  $\text{Be}^{2+}$  och  $\text{PO}_4^{3-}$ 

RÄTTNINGSMALL a) – b) 1 p/jon

2. a. (2 p)  $2 \text{NaHCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 

RÄTTNINGSMALL 1 p balansering, 1 p

samtliga formler är korrekta, aggregationstillstånd behövs ej

b. (1 p)  $\text{O}=\text{C}=\text{O}$  eller  $\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}::\text{C}::\text{:}\ddot{\text{O}}\text{:}$ 3. (2 p) – **fullständig lösning** $M(\text{Al}) = 26,98 \text{ g/mol}$   $M(\text{Cl}_2) = 70,01 \text{ g/mol}$  $M(\text{AlCl}_3) = 133,34 \text{ g/mol}$  $m(\text{Al}) = 0,222 \text{ g}$ formelsamband  $n = m/M$  ger substansmängden för Al:

$$n(\text{Al}) = \frac{0,222}{26,98} = 0,00822 \dots \text{mol}$$

substansmängdförhållandet:  $\frac{n(\text{Al})}{n(\text{AlCl}_3)} = \frac{2}{2} = 1$ därmed är  $n(\text{Al}) = n(\text{AlCl}_3)$  och  $M(\text{AlCl}_3) \cdot n(\text{Al}) = m(\text{AlCl}_3)$ 

$$m(\text{AlCl}_3) = \frac{0,222}{26,98} \cdot 133,34 = 1,09716 \dots \text{g} \approx \mathbf{1,1 \text{ g}}$$

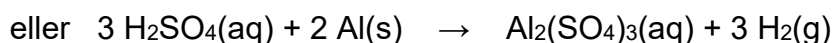
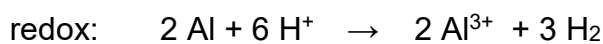
**Svar:** Ungefär 1,1 g  $\text{AlCl}_3$ .

RÄTTNINGSMALL korrekt substansmängd +1

4. a. (1 p)  $\text{OT}(\text{S}) = +6$  eller  $+VI$ 

b. (1 p) Al eller aluminium är reduktionsmedel

c. (2 p)



RÄTTNINGSMALL korrekt gas +1 p

korrekt balanserad +1p

d. (2 p) - **fullständig lösning**



$$V_{(\text{gas})} = 18,5 \text{ dm}^3 = 18,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$T = 23,2 \text{ }^\circ\text{C} = 296,35 \text{ K}$$

$$p = 98,411 \text{ kPa} = 98,411 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$$

eller  $\text{N}/\text{m}^2$ eller  $\text{Nm}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 

Formelsamband: allmänna gaslagen,  $pV = nRT$  och  $\frac{pV}{RT} = n$

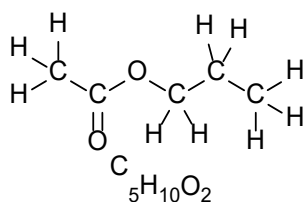
$$n = \frac{98,411 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot 18,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{mol} \cdot \text{K}}{8,314 \text{ Nm} \cdot 296,35 \text{ K} \cdot \text{m}^2} = 0,73892 \dots \text{ mol}$$

$$\approx 0,739 \text{ mol}$$

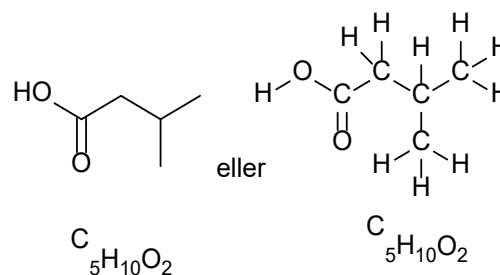
**Svar:**  $n(\text{gas})$  är ungefär 0,739 mol

5. a. (1 p)

strukturformel till a)



karboxylsyra till c)



b) (1 p)  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$

c. (1 p) ester

d. (1 p) se ovan

6. (1 p) katodreaktion (reduktion):  $\text{Li}^+ + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Li}^0$

7. a. (1 p) pH 1,84(5) (1,84466....)

b. (2 p)  $\text{HCl}(\text{aq}) + \text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s}) + \text{HNO}_3(\text{aq})$

c. (2 p) - **fullständig lösning**

$$V(\text{AgNO}_3) = 12,3 \text{ cm}^3 = 0,0123 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{HCl}) = 0,0143 \text{ mol}/\text{dm}^3$$

$$V(\text{HCl}) = 10,0 \text{ cm}^3 = 0,0100 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{AgNO}_3) = ?$$

Formelsambandet är  $n = cV$

Substansmängdförhållandet mellan  $\text{HCl}$  och  $\text{AgNO}_3$  är 1 till 1 därmed är

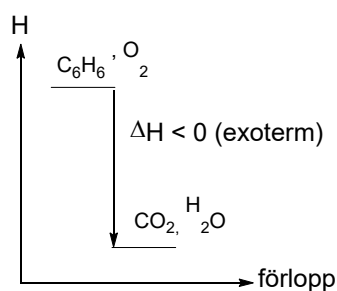
$$c(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3) = c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})$$

$$c(\text{AgNO}_3) = \frac{c(\text{HCl}) \cdot V(\text{HCl})}{V(\text{AgNO}_3)}$$

$$c(\text{AgNO}_3) = 0,0143 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0100 \text{ dm}^3 / 0,0123 \text{ dm}^3 = 0,01162602 \text{ mol/dm}^3$$

**Svar:** Koncentrationen för silvernitratlösningen är ungefär **0,0116 mol/dm<sup>3</sup>**.

8. a. (2 p)  $2 \text{C}_6\text{H}_6 + 15 \text{O}_2 \rightarrow 12 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} + 6534 \text{ kJ}$   
 b. (1 p)



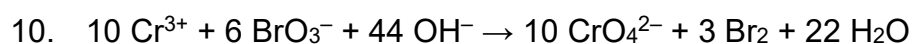
**RÄTTNINGSMALL** balansering +1 p

9. (3 p)

a	CH <sub>3</sub> Cl	CH <sub>2</sub> Br <sub>2</sub>	dipol-dipol bindningar
b	I <sub>2</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	vdW bindningar
c	NaCl	H <sub>2</sub> O	jon-dipol bindningar
d	NH <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	vätebindningar

Alternativt: NH<sub>3</sub> – H<sub>2</sub>O – vätebindningar och NaCl – C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH – jon-dipol bindningar

**RÄTTNINGSMALL** alla korrekta 3 p, 3 korrekta 2 p, 2 korrekta 1 p



12. C<sub>5</sub>H<sub>8</sub>13. M(Fe) = **55,85 g/mol** och M(S) = **32,06 g/mol**Substansmängden enligt formelsambandet  $n = m/M$  ger

$$n(\text{Fe}) = \frac{0,98}{55,85} = 0,01754 \dots \text{ mol} \text{ och } n(\text{S}) = \frac{0,64}{32,06} = 0,01996 \dots \text{ mol}$$

Vi vet att det finns 7 järn per formelenhet. Därmed gäller substansmängdförhållandet:

$$\frac{n(\text{Fe})}{n(\text{S})} = \frac{7}{x} \text{ och } x = \frac{n(\text{S}) \cdot 7}{n(\text{Fe})} = 7,96 \dots$$

**Svar: Fe<sub>7</sub>S<sub>8</sub>**14. Lösning 1 (sur lösning):

$$V(\text{HCl}) = 2,0 \text{ liter} = 2,0 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{HCl}) = 0,045 \text{ mol/dm}^3$$

$$n(\text{HCl}) = c \cdot V = 2,0 \cdot 0,045 = 0,090 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}^+) = n(\text{HCl}) = \mathbf{0,090 \text{ mol}}$$

Lösning 2 (basisk lösning):

$$V(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 1,4 \text{ liter} = 1,4 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 0,030 \text{ mol/dm}^3$$

$$n(\text{Mg}(\text{OH})_2) = c \cdot V = 1,4 \cdot 0,030 = 0,042 \text{ mol}$$

$$n(\text{OH}^-) = 2 \cdot n(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 2 \cdot 0,042 = \mathbf{0,084 \text{ mol}}$$

Blandningen:

$$n(\text{H}^+)_{\text{ÖVERSKOTT}} = n(\text{H}^+) - n(\text{OH}^-) = 0,090 - 0,084 = 0,006 \text{ mol}$$

$$[\text{H}^+] = c(\text{H}^+) = n(\text{H}^+)_{\text{ÖVERSKOTT}} / V_{\text{tot}} = 0,006 / (2,0+1,4) = 0,006/3,4 = 0,0017647 \dots \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log 0,0017647 \dots = 2,7533 \dots \approx 2,75$$

**Svar: pH i blandningen blir 2,75**

15. **alkohol**16. **4,63 dm<sup>3</sup>**

$V_1 = 3,60 \text{ dm}^3$  och  $T_1 = -10,0 \text{ }^\circ\text{C} = 263,15 \text{ K}$ .

$V_2 = ?$  och  $T_2 = 65,5 \text{ }^\circ\text{C} = 338,65 \text{ K}$ .

Eftersom  $p$ ,  $n$  och  $R$  är konstanta gäller  $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$  och  $\frac{V_1}{T_1} \cdot T_2 = V_2$

## 17. Given information:

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S$$

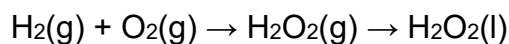
$$\Delta S = -226 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = -226 \cdot 10^{-3} \cdot \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$T = 298 \text{ K}$$

$$\Delta H(\text{H}_2\text{O}_2)_{\text{kond}} = -51 \text{ kJ/mol}$$

$$H(\text{O}-\text{O}) = 142 \text{ kJ/mol}$$

Reaktionsformeln:



Bildningsentalpin är summan  $\Delta H_f(\text{H}_2\text{O}_2)$  (bildning av väteperoxid som gas) och kondensationsentalpin (fasövergång),  $\Delta H(\text{H}_2\text{O}_2)_{\text{kond}}$ .

$$\Delta H_f(\text{H}_2\text{O}_2(\text{l})) = \Delta H_f(\text{g}) + \Delta H_{\text{kond}}$$

$\Delta H_f(\text{H}_2\text{O}_2(\text{g}))$  måste därmed beräknas från bindningsentalpierna.

$$\text{Bindningar som bryts: H-H (436 kJ/mol) + O=O (498 kJ/mol) = 934 kJ}$$

Bindningar som bildas (med negativt tecken eftersom energi frigörs):

$$2 \cdot \text{H}-\text{O} (-2 \cdot 464 \text{ kJ/mol}) + \text{O}-\text{O} (-142 \text{ kJ/mol}) = -1070 \text{ kJ}$$

$$\Delta H = 934 \text{ kJ} - 1070 \text{ kJ} = -136 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_f(\text{H}_2\text{O}_2(\text{g})) = -136 \text{ kJ/mol}$$

Därmed är

$$\Delta H_f(\text{H}_2\text{O}_2(\text{l})) = \Delta H_f(\text{g}) + \Delta H_{\text{kond}} = -136 \text{ kJ/mol} + (-51 \text{ kJ/mol}) = -187 \text{ kJ/mol}$$

Nu finns all information som behövs för att räkna ut  $\Delta G$ :

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S = -187 \text{ kJ/mol} - 298 \text{ K} \cdot (-226 \cdot 10^{-3} \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1}) = -119,652 \text{ kJ/mol}$$

Svar:  $\Delta G \approx -120 \text{ kJ/mol}$  därmed är reaktionen spontan.