

Hjälpmiddel: Miniräknare, tabell- och formelsamling.

Tid: 180 minuter.

Provet omfattar 5 uppgifter. Redovisa fullständiga lösningar till beräkningsuppgifter.

Du får poäng för korrekt löst deluppgift, även om du inte behandlat hela uppgiften.

### Uppgift 1 (8 poäng)

Vid analys av en organisk förening fann man att masshalten kol var 53,3 procent, masshalten väte var 11,2 procent och resten syre.

- a) Beräkna föreningens empiriska formel.

Man bestämde föreningens molmassa till ungefär 90 g/mol.

- b) Bestäm föreningens molekylformel.
- c) Rita strukturformler för alla isomerer av föreningen som är en diol (alkohol med två OH-grupper).

### Uppgift 2 (6 poäng)

Sprängämnet nitroglycerin,  $C_3H_5(NO_3)_3$ , är vid rumstemperatur en vätska som lätt exploderar och då sönderfaller till koldioxid, kväve, syre och vatten.

- a) Skriv reaktionsformeln för nitroglycerins sönderfall.

Då 1,00 g nitroglycerin exploderar i en sluten behållare med volymen  $250 \text{ cm}^3$  blir temperaturen  $1950^\circ\text{C}$ .

- b) Beräkna trycket av den koldioxid som bildas.
- c) Beräkna reaktionsprodukternas totala tryck.

### Uppgift 3 (8 poäng)

Ur  $1,00 \text{ dm}^3$  insjövatten, som innehåller kalciumjoner, utfälldes alla kalciumjoner genom tillsats av en natriumkarbonatlösning. Den bildade kalciumkarbonatfällningen tvättades med vatten och löstes därefter i  $10,00 \text{ cm}^3$   $0,1000 \text{ mol/dm}^3$  saltsyra, varvid koldioxid gick bort. För att bestämma överskottet av saltsyra återtitrerades med  $0,1000 \text{ mol/dm}^3$  natriumhydroxid, varvid det åtgick  $4,98 \text{ cm}^3$ .

- a) Skriv reaktionsformler för de reaktioner som sker.
- b) Beräkna substansmängden kalciumjoner i  $1,00 \text{ dm}^3$  insjövatten ?
- c) Beräkna kalciumhalten i insjövattnet uttryckt som mg kalciumoxid per  $\text{dm}^3$ .
- d) Beräkna kalciumhalten som hårdhetsgrader, °dH.  
1 °dH motsvarar  $10 \text{ mg CaO per dm}^3$ .

#### Uppgift 4 (8 poäng)

Om man blandar järnpulver och svavel i lämpliga proportioner och sedan upphettar blandningen bildas järn(II)sulfid. Vid ett tillfälle blandar man 1,50 g järnpulver med 1,00 g svavel och för över blandningen till ett provrör, som upphettas till dess att ingen ytterligare reaktion sker, varefter provröret får svalna.

- Skriv reaktionsformel för bildandet av järn(II)sulfid ur järn och svavel.
- Beräkna den massa järn(II)sulfid, som högst skulle kunna bildas vid reaktionen.
- När man väger provröret efter avsvälning, finner man att innehållets massa är mindre än före reaktionens start. Vad beror denna minskning i massa på?
- I detta experiment finner man att innehållets massa efter upphettning och följande avsvälning endast är 2,22 g. Beräkna massan av den järn(II)sulfid som har bildats.

#### Uppgift 5 (10 poäng)

Kalciumoxalat,  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ , är ett svårösligt salt med löslighetsprodukten  $K_s = 2,3 \cdot 10^{-9} \text{ (mol/dm}^3)^2$

- Skriv formel för löslighetsjämvikten.
- Ställ upp jämviktsekvationen (jämviktsvillkoret) för löslighetsjämvikten.
- Bestäm massan kalciumoxalat som kan lösas i  $1,00 \text{ dm}^3$  rent vatten.
- Bestäm massan kalciumoxalat som kan lösas i  $1,00 \text{ dm}^3$  av en kalciumkloridlösning med koncentrationen  $0,0050 \text{ mol/dm}^3$
- Bestäm massan kalciumoxalat som kan lösas i  $1,00 \text{ dm}^3$  av en buffertlösning med  $\text{pH} = 4,3$ .  
 $\text{p}K_a(\text{HC}_2\text{O}_4^-) = 4,3$

Med tanke på provets omfattning och svårighetsgrad görs inga avdrag för olämpligt antal gällande siffror i svar. Räknefel som inte leder till uppenbar katastrof tolereras också. Om ett resultat i en deluppgift ska användas i följande deluppgifter, ges full poäng på den senare deluppgiften, även om ett felaktigt ingångsvärde använts, såvida inte resultatet är uppenbart orimligt.

**Uppgift 1 (8 p)**

- a) Antag 100 g av föreningen:

$$n(\text{C}) = 53,3 / 12,01 \text{ mol} = 4,44 \text{ mol}$$

$$n(\text{H}) = 11,2 / 1,01 \text{ mol} = 11,1 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}) = (100 - 53,3 - 11,2) / 16,00 \text{ mol} = 2,22 \text{ mol}$$

$$\text{Substansmängdförhållande: C:H:O} = 4,44:11,1:2,22 \approx 2:5:1$$

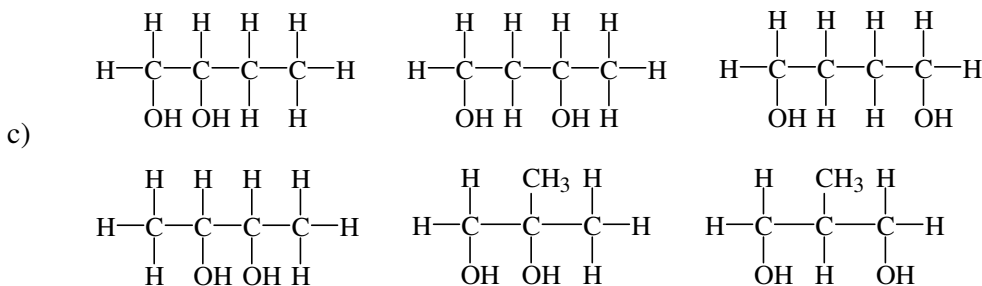
$$\text{Empiriska formeln är: } \text{C}_2\text{H}_5\text{O}$$

3p

- b) Molekylformel:
- $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_n$
- Molmassa:
- $n \cdot 45,1 \text{ g/mol}$

$$n = 90 / 45,1 = 2 \quad \text{Molekylformeln är } \text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_2$$

2p



Varje korrekt struktur ger 0,5 p. Varje felaktig struktur och varje dubblett ger 0,5p avdrag. Deluppgift c) kan dock inte ge minuspoäng, totalt sett.

3p

**Uppgift 2 (6 p)**

- a)
- $4 \text{ C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3 \rightarrow 12 \text{ CO}_2 (\text{g}) + 6 \text{ N}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) + 10 \text{ H}_2\text{O} (\text{g})$

2p

- b)
- $n(\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3) = 1,00 / 227,1 \text{ mol} = 4,40 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$$4 \text{ mol } \text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3 \text{ ger } 12 \text{ mol } \text{CO}_2$$

$$1 \text{ mol } \text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3 \text{ ger } 3 \text{ mol } \text{CO}_2$$

$$n(\text{CO}_2) = 3 \cdot 4,40 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 1,32 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$p = nRT/V = 1,32 \cdot 10^{-2} \cdot 8,314 \cdot 2223 / (0,250 \cdot 10^{-3}) \text{ Pa} = 9,76 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

2p

- c) 4 mol
- $\text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3$
- ger 29 mol gas

$$1 \text{ mol } \text{C}_3\text{H}_5(\text{NO}_3)_3 \text{ ger } 29/4 \text{ mol gas}$$

$$n(\text{gas}) = (29/4) \cdot 4,40 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 3,19 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

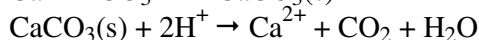
$$p = nRT/V = 3,19 \cdot 10^{-2} \cdot 8,314 \cdot 2223 / (0,250 \cdot 10^{-3}) \text{ Pa} = 2,36 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

2p

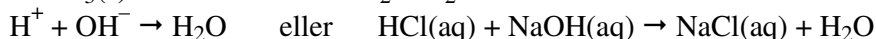
**Uppgift 3 (8 p)**

- a)
- $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s})$

1p



1p



1p

- b)  $n(\text{NaOH}) = 0,1000 \cdot 4,98 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 4,98 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$   
 $n(\text{HCl förbrukad vid titrering}) = 4,98 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$   
 $n(\text{HCl, totalt}) = 0,1000 \cdot 10,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 10,00 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$   
 $n(\text{HCl, förbrukad vid upplösningen}) = (10,00 \cdot 10^{-4} - 4,98 \cdot 10^{-4}) \text{ mol} = 5,02 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$   
 $n(\text{CaCO}_3) = n(\text{Ca}^{2+}) = \frac{1}{2} n(\text{H}^+) = \frac{1}{2} \cdot 5,02 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 2,51 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$  3p
- c) 1 mol  $\text{Ca}^{2+}$  motsvarar 1 mol CaO  
 $n(\text{CaO}) = 2,51 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$   
 $m(\text{CaO}) = 2,51 \cdot 10^{-4} \cdot 56,01 \text{ g} = 14,1 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 14,1 \text{ mg}$   
 Kalciumhalten är 14,1 mg CaO per  $\text{dm}^3$ . 1p
- d) 14,1 mg CaO motsvarar  $14,1 / 10 \text{ °dH} = 1,4 \text{ °dH}$  1p

#### Uppgift 4 (8 p)

- a)  $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$  1p
- b)  $n(\text{Fe}) = 1,50 / 55,85 \text{ mol} = 2,686 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$   
 $n(\text{S}) = 1,00 / 32,06 \text{ mol} = 3,119 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$   
 1 mol S  $\leftrightarrow$  1 mol Fe  $\leftrightarrow$  1 mol FeS  
 Teoretiskt är Fe i underskott och utbytesbestämmande  
 $n(\text{FeS}) = 2,686 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$   
 $m(\text{FeS}) = 2,686 \cdot 10^{-2} \cdot 87,91 \text{ g} = 2,36 \text{ g}$  2p
- c) En del av svavlet har gått bort i gasform under upphettningen och/eller en del av svavlet har förbränts och bildat svaveldioxid. Ett av alternativen godtas som svar. 2p
- d) Förutom överskottet av svavel har ytterligare en del svavel förångats innan det "hunnit" reagera med järn. I verkligheten var alltså svavlet utbytesbestämmande. Efter reaktionen finns det en blandning av Fe och FeS i provröret.  
 $m(\text{förångat S}) = m(\text{provrörsinnehåll före reaktion}) - m(\text{provrörsinnehåll efter reaktion}) = 2,50 - 2,22 \text{ g} = 0,28 \text{ g}$   
 $m(\text{S som reagerat med Fe}) = 1,00 - 0,28 \text{ g} = 0,72 \text{ g}$   
 $n(\text{S som reagerat med Fe}) = 0,72 / 32,06 \text{ mol} = 0,02246 \text{ mol}$   
 $n(\text{FeS}) = 0,02246 \text{ mol}$   
 $m(\text{FeS}) = 0,02246 \cdot 87,91 \text{ g} = 1,97 \text{ g}$  3 p

#### Uppgift 5 (10 p)

- a)  $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  1p
- b)  $[\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = K_S$  1p
- c)  $[\text{Ca}^{2+}] = [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = x \text{ mol/dm}^3$   
 $x \cdot x = 2,3 \cdot 10^{-9} \quad x = 4,80 \cdot 10^{-5}$   
 $m(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 4,80 \cdot 10^{-5} \cdot 1,00 \cdot 128,03 \text{ g} = 6,1 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 6,1 \text{ mg}$  2p
- d)  $[\text{Ca}^{2+}] = (x + 0,0050) \text{ mol/dm}^3$ ,  $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = x \text{ mol/dm}^3$   
 $(x + 0,0050) \cdot x = 2,3 \cdot 10^{-9} \quad x = 4,60 \cdot 10^{-7}$   
 $m(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 4,60 \cdot 10^{-7} \cdot 1,00 \cdot 128,03 \text{ g} = 5,9 \cdot 10^{-5} \text{ g} = 0,059 \text{ mg}$  3p
- e)  $[\text{Ca}^{2+}] = [\text{HC}_2\text{O}_4^-] + [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$   
 Då  $\text{pH} = \text{p}K_a$  blir  $[\text{HC}_2\text{O}_4^-] = [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$  vilket ger  $[\text{Ca}^{2+}] = 2[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$   
 $[\text{Ca}^{2+}] = x \text{ mol/dm}^3$   $[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = 0,5x \text{ mol/dm}^3$   
 $x \cdot 0,5x = 2,3 \cdot 10^{-9} \quad x = 6,78 \cdot 10^{-5}$   
 $m(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 6,78 \cdot 10^{-5} \cdot 1,00 \cdot 128,03 \text{ g} = 8,7 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 8,7 \text{ mg}$  3p