

Hjälpmedel: 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 cm^3 blir temperaturen $1950 \text{ }^\circ\text{C}$.

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 dm^3 .

d) Beräkna kalciumhalten som hårdhetsgrader, $^\circ\text{dH}$.
 $1 \text{ }^\circ\text{dH}$ 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, CaC_2O_4 , är ett svårlösligt 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:

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

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

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

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

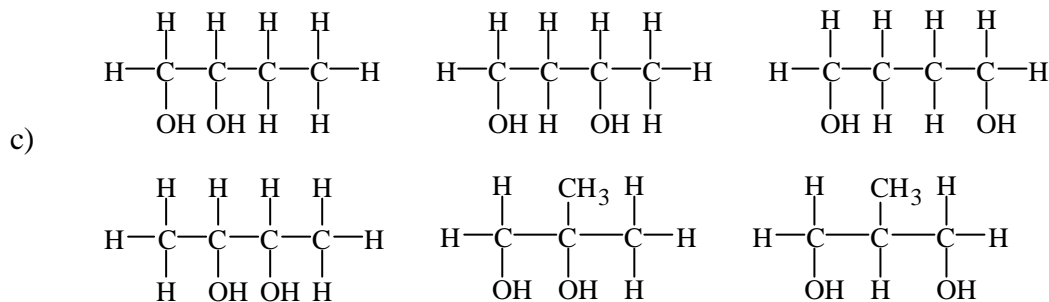
Empiriska formeln är: $\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$

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

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

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

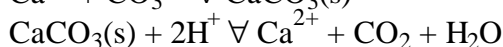
$$p = nRT/V = 3,19 \cdot 10^{-2} \cdot 8,314 \cdot 2223 / (0,250 \cdot 10^{-3}) \text{ Pa} = 2,36 \cdot 10^6 \text{ Pa}$$

2p

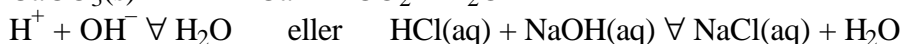
Uppgift 3 (8 p)

- 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 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 dm^3 . 1p
- d) 14,1 mg CaO motsvarar $14,1 / 10 \text{ °dH} = 1,4 \text{ °dH}$ 1p

Uppgift 4 (8 p)

- a) $\text{Fe} + \text{S} \nrightarrow \text{FeS}$ 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 1 mol Fe 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.
 $m(\text{förångat S}) = m(\text{provrörssinnehåll före reaktion}) - m(\text{provrörssinnehåll efter reaktion}) = 2,50 - 2,22 \text{ g} = 0,28 \text{ g}$
 $m(\text{S som reagerat med Fe}) = 1,00 - 0,28 \text{ g} = 0,72 \text{ g}$
 $n(\text{S som reagerat med Fe}) = 0,72 / 32,06 \text{ mol} = 0,02246 \text{ mol}$
 $n(\text{FeS}) = 0,02246 \text{ mol}$
 $m(\text{FeS}) = 0,02246 \cdot 87,91 \text{ g} = 1,97 \text{ g}$ 3p

Uppgift 5 (10 p)

- a) $\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s}) \Delta \text{Ca}^{2+} + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ 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