

Provet omfattar **5** uppgifter, till vilka du ska ge fullständiga lösningar, om inte annat anges.

Inga konstanter ges i problemtexten. Dessa hämtas vid behov ur tabell.

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

Provtid: 180 minuter. Hjälpmedel: Miniräknare, tabell- och formelsamling.

Uppgift 1 (6 poäng)

Det viktigaste titanmineralet är ilmenit, FeTiO_3 . Man har utarbetat följande metod för att framställa titan. Ilmenit upphettas tillsammans med kol (koks) och klorgas. Då bildas en lättflyktig titanklorid. Denna reduceras sedan med magnesium till titanmetall.

- Bestäm masshalten titan i ilmenit. Ge svaret i procent.
- Man fann vid ett försök att det gick åt 1,42 g klorgas för att överföra 0,48 g ren titan till titanklorid. Bestäm formeln för titanklorid.
- Skriv reaktionsformeln för reduktion av titanklorid med metalliskt magnesium.
- Vid framställning av titanklorid ur ilmenit kan utbytet anses vara 80 %. Beräkna massan magnesium som går åt för att reducera den titanklorid som erhålls ur 1,0 ton ilmenit.

Uppgift 2 (9 poäng)

En organisk förening, som är i vätskeform vid rumstemperatur, har framställts genom oxidation av en mättad alkohol. Föreningen förbränns fullständigt i luft och man samlar upp den koldioxid och den vattenånga som bildas. Ett torkmedel får absorbera all vattenånga. Man finner då att vattnets massa är 9,01 g och koldioxiden har volymen $11,94 \text{ dm}^3$ vid trycket 102 kPa och temperaturen $20 \text{ }^\circ\text{C}$.

- Bestäm kvoten av antalet kolatomer och antalet väteatomer i den organiska föreningen.
- Innan man förbrände den organiska föreningen bestämde man dess molmassa till 72,1 g/mol. Med den information som ges i texten är tre olika föreningar möjliga. Ge namn och strukturformler för dessa.

Uppgift 3 (6 poäng)

Vid en industriell process upphettas kalksten (kalciumkarbonat) till $950\text{-}1000 \text{ }^\circ\text{C}$.

Då sönderdelas kalkstenen till en gas och ett fast ämne. (Reaktion 1)

Då det fasta ämne, som bildas i reaktion 1, får reagera med vatten bildas ett annat fast ämne som ingår i murbruk. (Reaktion 2)

Murbruk hårdnar genom att det fasta ämne, som bildas i reaktion 2, reagerar med en gas som finns i luften. (Reaktion 3)

Skriv balanserade reaktionsformler för de tre reaktionerna 1 – 3.

Uppgift 4 (11 poäng)

Polyvinylklorid, PVC, var den näst mest använda plasten i världen år 2000.

PVC kan framställas ur olja på följande sätt:

Vid krackning av olja bildas eten. Då eten reagerar med klorgas bildas 1,2-dikloreten. 1,2-dikloreten avger sedan väteklorid och då bildas kloreten (vinylklorid). Slutligen binds kloretenmolekylerna samman till långa kedjor.

- Skriv reaktionsformler för de tre reaktionerna.
- Namnge reaktionstyperna.

År 2000 var tillverkningen av PVC i Sverige 100 000 ton. Anta att 60 % av denna plast förbränns efter användning. Vid förbränningen bildas koldioxid, vatten och väteklorid.

- Beräkna massan väteklorid som bildades vid förbränning av den PVC som tillverkades i Sverige detta år.

Största delen av vätekloriden ger saltsyra som neutraliseras av kalciumkarbonat i jorden.

- Skriv reaktionsformel för den reaktion som sker då saltsyran reagerar med kalciumkarbonat.
- Beräkna massan av den kalciumkarbonat som går åt för att neutralisera 80 % av den väteklorid som bildades vid förbränningen av PVC tillverkad i Sverige år 2000.

Kloreten anses vara cancerframkallande. Gränsvärdet är 1 ppm.

- Beräkna gränsvärdet för kloreten i mg/m^3 vid 20 °C och 100 kPa.

Uppgift 5 (8 poäng)

Man för in 0,50 mol ammoniak i ett tomt kärl med volymen $10,0 \text{ dm}^3$. Ammoniaken upphettas till 400 °C och temperaturen hålls konstant tills jämvikten



har ställt in sig.

Sedan snabbkyler man blandningen till rumstemperatur där reaktionshastigheten är så liten att substansmängden ammoniak inte förändras. Ammoniaken i den avkylda gasblandningen löses i $100,0 \text{ cm}^3$ saltsyra med koncentrationen $1,000 \text{ mol/dm}^3$. Därefter titreras överskottet av saltsyra med $2,000 \text{ mol/dm}^3$ natriumhydroxidlösning. Då förbrukas $31,00 \text{ cm}^3$ natriumhydroxidlösning.

- Beräkna substansmängden ammoniak vid jämvikt (400 °C).
- Beräkna jämviktskonstanten för jämvikten vid 400 °C.

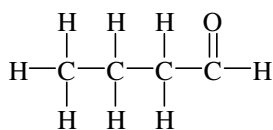
Med tanke på provets omfattning och svårighetsgrad görs inga avdrag för olämpligt antal gällande siffror i svar. Räknefel som inte leder till uppenbar katastrof tolereras också. Om ett resultat i en deluppgift ska användas i följande deluppgifter, ges full poäng på den senare deluppgiften, även om ett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

Uppgift 1 (6 p)

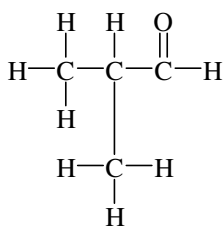
- a) Molmassan för ilmenit är 151,73 g/mol
Molmassan för titan är 47,88 g/mol
Masshalten titan $(47,88/151,73) \cdot 100 \% = 31,6 \%$ 1p
- b) $n(\text{Cl}) = (1,42/35,45) \text{ mol} = 0,0401 \text{ mol}$
 $n(\text{Ti}) = (0,48/47,88) \text{ mol} = 0,0100 \text{ mol}$
 $n(\text{Cl}):n(\text{Ti}) = 0,0401:0,0100 \approx 4:1$
Formeln för titanklorid är TiCl_4 . 2p
- c) $\text{TiCl}_4(\text{l}) + 2\text{Mg}(\text{s}) \rightarrow \text{Ti}(\text{s}) + 2\text{MgCl}_2(\text{s})$ 1p
- d) $n(\text{FeTiO}_3) = (1,0 \cdot 10^6 / 151,73) \text{ mol} = 6,59 \cdot 10^3 \text{ mol}$
1 mol FeTiO_3 motsvarar 1 mol TiCl_4
 $n(\text{TiCl}_4) = 0,80 \cdot 6,59 \cdot 10^3 \text{ mol} = 5,27 \cdot 10^3 \text{ mol}$
1 mol TiCl_4 motsvarar 2 mol Mg
 $n(\text{Mg}) = 2 \cdot n(\text{TiCl}_4) = 1,05 \cdot 10^4 \text{ mol}$
 $m(\text{Mg}) = 1,05 \cdot 10^4 \cdot 24,31 \text{ g} = 2,55 \cdot 10^5 \text{ g} \approx 0,26 \text{ ton}$ 2p

Uppgift 2 (9 p)

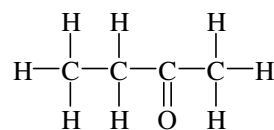
- a) 1 mol H_2O motsvarar 2 mol H
 $n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{O}) = 2 \cdot (9,01 / 18,016) \text{ mol} = 1,00 \text{ mol}$
1 mol CO_2 motsvarar 1 mol C
 $n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = (pV)/(RT) = (102 \cdot 10^3 \cdot 11,94 \cdot 10^{-3}) / (8,314 \cdot 293) \text{ mol} = 0,500 \text{ mol}$
 $n(\text{C}):n(\text{H}) = 0,500:1,00 = 1:2$ 3p
- b) De tre föreningar som uppfyller alla villkoren är



butanal



2-metylpropanal



butanon

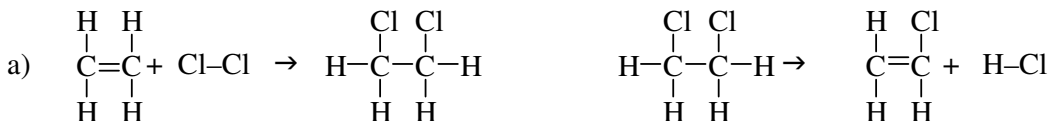
3 x 1 p ges för namnen, 3 x 1p ges för strukturformlerna

6p

Uppgift 3 (6p)

- (i) $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightarrow \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$
- (ii) $\text{CaO}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s})$
- (iii) $\text{Ca}(\text{OH})_2(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CaCO}_3(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ 3 x 2 p 6p

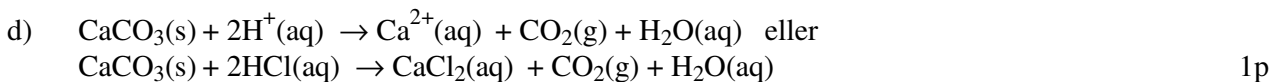
Uppgift 4 (11 p)



b) Reaktionstyperna är addition, elimination samt additionspolymerisation eller polymerisation. 2p

I deluppgift a och b ger 1 rätt svar 0,5 p, två rätta svar 1p och tre rätta svar 2p

c) $m(\text{PVC}) = 0,60 \cdot 1 \cdot 10^{11} \text{ g} = 6 \cdot 10^{10} \text{ g}$
 $n(\text{PVC-monomer}) = (6 \cdot 10^{10} / 62,49) = 9,60 \cdot 10^8 \text{ mol}$
 1 mol PVC-monomer motsvarar 1 mol HCl
 $n(\text{HCl}) = 9,60 \cdot 10^8 \text{ mol}$
 $m(\text{HCl}) = 36,46 \cdot 9,60 \cdot 10^8 \text{ g} = 3,5 \cdot 10^{10} \text{ g} = 3,5 \cdot 10^4 \text{ ton}$ 2p



e) $n(\text{HCl}) = 0,80 \cdot 9,60 \cdot 10^8 \text{ mol} = 7,68 \cdot 10^8 \text{ mol}$
 1 mol HCl motsvarar 0,5 mol kalciumkarbonat
 $n(\text{CaCO}_3) = 0,5 \cdot n(\text{HCl}) = 0,5 \cdot 7,68 \cdot 10^8 \text{ mol} = 3,84 \cdot 10^8 \text{ mol}$
 $m(\text{CaCO}_3) = 100,09 \cdot 3,84 \cdot 10^8 \text{ g} = 3,84 \cdot 10^{10} \text{ g} = 3,8 \cdot 10^4 \text{ ton}$ 2p

f) 1 m^3 luft innehåller $1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ kloreten
 $n(\text{kloreten}) = (pV)/(RT) = (100 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 10^{-6}) / (8,314 \cdot 293) \text{ mol} = 4,103 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$
 $m(\text{kloreten}) = 62,49 \cdot 4,103 \cdot 10^{-5} \text{ g} = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 2,6 \text{ mg}$ 2p

Uppgift 5 (8 p)

a) $n(\text{NaOH}) = 2,000 \cdot 31,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,062 \text{ mol}$
 1 mol NaOH motsvarar 1 mol HCl
 $n(\text{HCl, förbrukad vid titrering}) = 0,062 \text{ mol}$
 $n(\text{HCl, totalt}) = 1,000 \cdot 100,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,100 \text{ mol}$
 $n(\text{HCl, som reagerat med NH}_3) = (0,100 - 0,062) \text{ mol} = 0,038 \text{ mol}$
 1 mol HCl motsvarar 1 mol NH₃
 $n(\text{NH}_3) = 0,038 \text{ mol}$ 2p

b)

	2NH_3	\rightleftharpoons	N_2	+	3H_2	
Substansmängd vid start / mol	0,50		—		—	
Substansmängd vid jämvikt / mol	0,038		$(0,50 - 0,038)/2 =$ 0,231		$3 \cdot 0,231 =$ 0,693	
Konc vid jämvikt / (mol/dm ³)	0,0038		0,0231		0,0693	4p

$$K = \frac{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}{[\text{NH}_3]^2} = \frac{0,0231 \cdot 0,0693^3}{0,0038^2} (\text{mol/dm}^3)^2 = 0,53 (\text{mol/dm}^3)^2$$
 2p

Vid utelämnad eller felaktig enhet ges 1p för jämviktskonstanten.