



KTH Enheten för grundläggande naturvetenskap

Tentamen A:2 i KEMI

Kurskod: HF0023

Datum: 2025-08-18

Tid: 8.00-12.00

Rättande lärare: Sara Sebelius, Martina Lahmann och Pasi Purhonen

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.

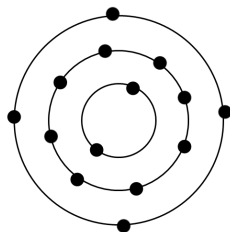
Allmänt: Tentamen består av två avsnitt:
Del 1 med uppgift 1 – 11, kan ge maximalt 30 poäng, men du kan endast tillgodogöra dig 20 poäng. Del 2 med uppgift 12 – 18, kan ge maximalt 15 poäng. Denna del, del 2, rättas bara om du uppnått minst 20 poäng på del 1.

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. Figuren visar ett grundämne med Bohrs atommodell. Vilket är grundämnet? 1p



2. Rita elektronformel för en vätebromidmolekyl. 1p

3. Våra ben består till en stor del av kalciumfosfat.

a. Ange den kemiska formeln för kalciumfosfat. 1p

b. Beräkna molmassan för kalciumfosfat. 1p

c. Människans största ben har en genomsnittlig massa på 275 g, varav cirka 75% består av kalciumfosfat. Beräkna substansmängden kalciumjoner i benet. 1 p

4. Du löser upp 25,2 g litiumsulfat (Li_2SO_4) i till slutvolymen 350 cm^3 .

a. Vilka bindningar bildas mellan litiumjonerna och vattenmolekylerna när lösningen bildas? 1 p

b. Beräkna lösningens koncentration. 2 p

Redovisa en fullständig lösning för b.

5. Ammoniumnitrat, NH_4NO_3 , används som gödsel. Vid höga temperatur exploderar ammoniumnitrat. Vid explosionen bildas kvävgas, syrgas och vattenånga.

a. Skriv en balanserad reaktionsformel med aggregationsform för reaktionen. 2 p

b. Vilka två typer av bindningar bryts när ammoniumnitrat exploderar? 2 p

6. Marmor består av kalciumkarbonat. När marmor löses i salpetersyra börjar lösningen bubbla eftersom koldioxid bildas under processen.
- a. Balansera reaktionsformeln: 1 p
 $\text{CaCO}_3 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
- b. Vid ett försök löstes 4,52 mol marmor upp i salpetersyran vid 21,0 °C och 101,0 kPa. Beräkna volymen på gasen som bildas. 2 p
Redovisa fullständig lösning!
7. I Södertörn finns ett kalkbrott där bland annat mineralet almandin, $\text{Fe}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_4)_3$, har hittats. Mineralet har en mörkröd färg och en tärningsliknande kristallstruktur. I ett mineralprov fanns 0,553 g silikatjoner, SiO_4^{4-} .
- a. Vilken laddning har järnjonen i almandin. 1p
- b. Beräkna massan aluminium i provet. 2p
Redovisa fullständig lösning för b.
8. Du blandar saltsyra och bariumhydroxidlösning, $\text{Ba}(\text{OH})_2$. Koncentrationen är 0,0525 mol/dm³ för både saltsyran och bariumhydroxidlösningen.
- a. Skriv en balanserad reaktionsformel för reaktionen. 1p
- b. Beräkna saltsyrans pH i den ursprungliga saltsyralösningen. 1p
- c. Du vill att blandningen ska ha pH 7,0. Hur gör du?
- För att uppnå pH 7,0 ... 1p
- A. ...blandar du lika stora volymer av saltsyran och bariumhydroxidlösningen.
B. ...tar 0,1 dm³ av bariumhydroxidlösningen och 100 ml av saltsyran.
C. ...blandar bariumhydroxidlösning med en hälften så stor volym av saltsyra.
D. ...blandar en del bariumhydroxidlösning med dubbelt så stor volym saltsyra.
E. ...inget, bariumhydroxid är en stark bas och det blir inte pH 7,0.

9. Kol finns varken i vår elektrokemiska spänningsserie eller i formelsamlingens standardpotentialtabell. Om kol hade funnits med, skulle det ha legat precis till vänster om mangan, Mn, i spänningsserien.
- a. För två av nedanstående oxider kan kol användas för att framställa ren metall? 1p
- A. CuO
 - B. K₂O
 - C. ZnO
 - D. Al₂O₃
- b. Skriv totalreaktionen för då en av dina valda metalloxider reagerar med kol och bildar ren metall. 1p
- c. Ibland används elektrolys för att framställa rena metaller. Skriv totalreaktionen för elektrolys av smält aluminiumoxid. 1p
10. ΔH_f för etyn, C₂H₂, är enligt tabellen 227 kJ/mol.
- a. Rita ett entalpidiagram för bildning av etyn. Visa tydligt ΔH_f i figuren. 1p
- b. Är bildningen av etyn en exoterm eller en endoterm process? 1p
- c. När etyn förbränns i syrgas bildas vatten och koldioxid. Skriv en balanserad reaktionsformel. 1p
- d. Beräkna förbränningsentalpin för etyn med hjälp av bindningsenergier. 2p

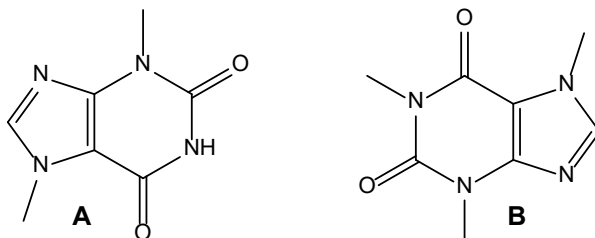
Redovisa fullständig lösning för d.

11.

- När en molekyl etyn reagerar med två molekyler brom bildas en trögflytande vätska. Rita strukturformeln denna reaktionsprodukt. 1p

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

12. Att det finns koffein i kaffe är välkänt. En liknande effekt på människan har teobromin som, till exempel, finns i te. På bilden nedan ser du strukturformlerna för både koffein och teobromin. Koffein har den empiriska formeln $C_4H_5N_2O$.



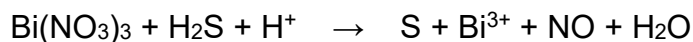
- a. Ange molekylformeln för **A** eller **B**. 1p
- b. Ange den empiriska formeln för teobromin. 1p
13. Saltlösningar leder elektricitet. Förklara kort varför avjonat är endast leder elektricitet svagt. 1 p

14. Du blandar en aluminiumkloridlösning som har koncentrationen $0,85 \text{ mol/dm}^3$ och volymen 125 ml med en kalciumkloridlösning med koncentrationen $0,75 \text{ mol/dm}^3$ och volymen 275 ml. Vad blir kloridjonernas koncentration i blandningen?

Redovisa fullständig lösning!

2p

15. Balansera nedanstående redox-reaktion.



2p

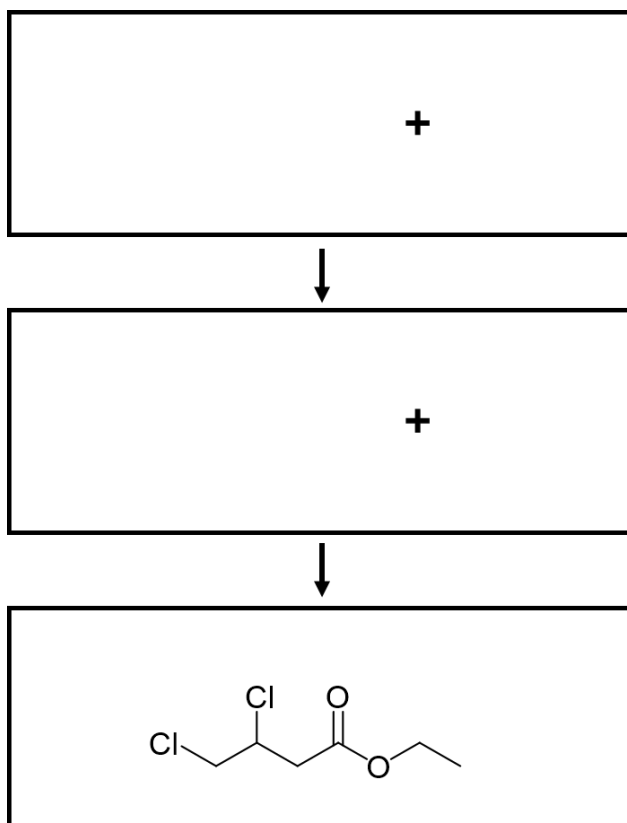
16. Haber-Bosch-metoden är den huvudsakliga industriella metoden för framställning av ammoniak. I metoden reagerar kvävgas med vätgas för att producera ammoniak.

I ett laboratorieexperiment lät man sedan ammoniak reagera med svavelsyra för att producera ammoniumsulfat, ett gödningsmedel. Vilken massa vätgas behövs för att producera 35,5 g ammoniumsulfat?

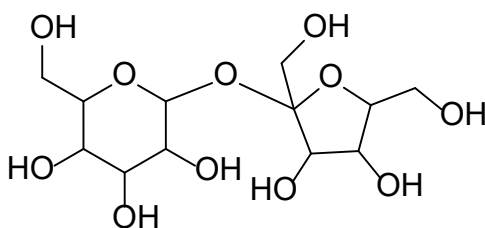
Redovisa fullständig lösning!

3p

17. Förklara hur produkten nedan kan bildas efter två på varandra följande reaktioner. Rita reaktanter och mellanprodukter. 2p



18. På ett forskningslabb försökte man framställa nedanstående molekyl. Efter upprensning skickades ett prov med ämnet på analys. Analysresultatet visade att provet bestod av 69,7 massprocent kol, 11,7 massprocent väte och 18,6 massprocent syre.



- a. Visade resultatet att de lyckats framställa rätt molekyl? Motivera ditt svar med beräkningar. 1p
- b. Ge förslag på molekyl som provet skulle kunna innehålla enligt analysresultatet. Redovisa fullständig lösning! 2p

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

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

*	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm (145)	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0
**	90 Th (232)	91 Pa (231)	92 U 238,0	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (249)	99 Es (254)	100 Fm (253)	101 Md (256)	102 No (256)	103 Lr (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. (1 p) Si
2. (1 p) $\text{H} \cdot \ddot{\text{Br}} \cdot$ eller $\text{H}-\underline{\text{Br}}$
3. a. (1 p) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$
 - b. (1 p) 310 g/mol
 - c. (1 p) – $m(\text{kalciumfosfat}) = 206 \text{ g}$
 $M(\text{kalciumfosfat}) = 310 \text{ g/mol}$
 formelsamband: $n = m/M$
 $n(\text{kalciumfosfat}) = 206 / 310 \approx \mathbf{0,665 \text{ mol}}$
 $n(\text{kalciumjoner}) \approx 2,00 \text{ mol}$
4. a. (1 p) jon-dipolbindningar
 - b. (2 p) **fullständig lösning**
 $m(\text{Li}_2\text{SO}_4) = 25,2 \text{ g}$
 $M(\text{Li}_2\text{SO}_4) = 109,9 \text{ g/mol}$
 $V(\text{lösning}) = 350 \text{ cm}^3 = 0,350 \text{ dm}^3$
 formelsamband: $n = m/M$
 $n(\text{Li}_2\text{SO}_4) = 25,2/109,9 \text{ mol} = 0,229299 \dots \text{mol}$
 formelsamband: $c = n/V$
 $n(\text{Li}_2\text{SO}_4) = 0,229299 \dots \text{mol}/0,350 \text{ dm}^3 = 0,65514 \dots \text{mol/dm}^3$
svar: $n(\text{Li}_2\text{SO}_4) \approx \mathbf{0,655 \text{ mol/dm}^3}$

E-del

5. a. (2 p) $2 \text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s}) \rightarrow 2 \text{N}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
 - b. (2 p) både jonbindningar (mellan ammoniumjonen och nitratjonen) och kovalenta bindningar (när de sammansatta joner bryts upp)
6. a. (1 p) $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HNO}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - b. (2 p) **fullständig lösning**
 $n(\text{marmor}) = 4,52 \text{ mol}$,
 $T = 21,0 \text{ }^\circ\text{C} = 294,15 \text{ K}$, $p = 101\,000 \text{ Pa}$ [N/m^2], $R = 8,314 \text{ J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ [$\text{Nm}/(\text{mol} \cdot \text{K})$]
 formelsamband: $V = \frac{nRT}{p}$ och stökiometri: $\frac{n(\text{marmor})}{n(\text{CO}_2)} = \frac{1}{1} = \frac{4,52}{x}$
 $n(\text{CO}_2) = 4,52 \text{ mol}$

$$V(\text{CO}_2) = \frac{4,52 \cdot 8,314 \cdot 294,15}{101000} = 0,109445 \dots \text{m}^3$$
 Svar: Ungefär 110 dm^3 eller $0,110 \text{ m}^3$ gas bildas.

7. a. (1 p) +2 eller II
b. (2 p) **fullständig lösning**

$$M(\text{Al}) = 26,98 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{silikat}) = 0,553 \text{ g}$$

$$\text{formelsamband: } n = m/M$$

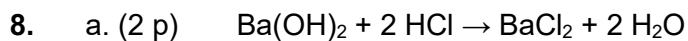
$$n(\text{silikat}) = 6,0056... \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$\text{stökiometri: } \frac{n(\text{aluminium})}{n(\text{silikat})} = \frac{2}{3} = \frac{x}{6,0056... \cdot 10^{-3}} \text{ och } x = \frac{2 \cdot 6,0056... \cdot 10^{-3}}{3}$$

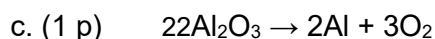
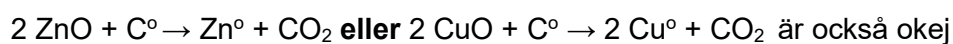
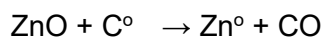
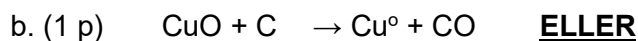
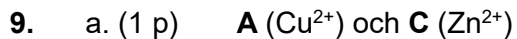
$$m(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 4,0037... \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 26,98 \text{ g/mol} = 0,1080... \text{ g}$$

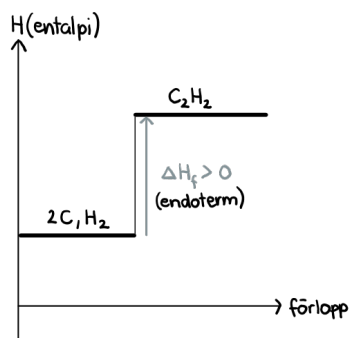
Svar: ungefär 108 mg eller 0,108 g aluminium

(provets massa var ungefär 0,996 g, silikatets massa ungefär 0,553 g)



b. (1 p) $\text{pH}(\text{HCl}) \approx 1,280 \text{ (1,2798...)}$





10. a. (1 p)

b. (1 p) bildningen av etyn är en endoterm process

c. (1 p) $C_2H_2 + 2,5 O_2 \rightarrow 2 CO_2 + H_2O$ **eller** $2 C_2H_2 + 5 O_2 \rightarrow 4 CO_2 + 2 H_2O$

d. (2 p) bindningsenergier:

$C \equiv C$ 838 kJ/mol, $C-H$ 413 kJ/mol, $O=O$ 498 kJ/mol, $H-O$ 464 kJ/mol,
 $C=O$ 805 kJ/mol

Bindningar bryts:

$$\begin{array}{rcl}
 2 \text{ C-H ger } 2 \cdot 413 = & & 826 \text{ kJ} \\
 1 \text{ C} \equiv \text{C ger } 1 \cdot 838 = & & 838 \text{ kJ} \\
 \underline{2,5 \text{ O}=\text{O ger } 2,5 \cdot 498 =} & & \underline{1245 \text{ kJ}} \\
 & & +2909 \text{ kJ}
 \end{array}$$

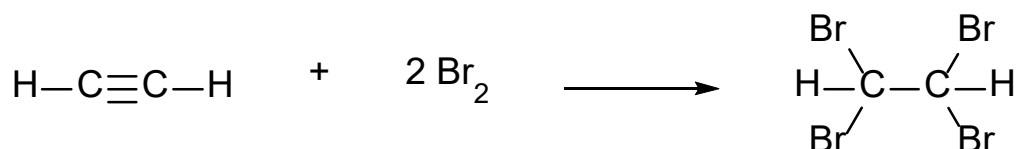
Bindningar bildas (frigörs dvs "-"):

$$\begin{array}{rcl}
 4 \text{ C=O ger } 4 \cdot -805 = & & -3220 \text{ kJ} \\
 \underline{2 \text{ H-O ger } 2 \cdot -464 =} & & \underline{-928 \text{ kJ}} \\
 & & -4148 \text{ kJ}
 \end{array}$$

$$\Delta H_f = 2899 + (-4148) = -1239 \text{ kJ/mol}$$

Svar: ungefär 1240 kJ/mol frigörs

11. (1 p)

**Högre betygsdel**12. a. (1 p) A: $C_7H_8N_4O_2$ **eller** B: $C_8H_{10}N_4O_2$ b. (1 p) **A** är teobromin (B koffein)

13. (1 p)

$$14. n(\text{AlCl}_3) = cV = 0,85 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,125 \text{ dm}^3$$

$$n(\text{Cl}^-)_1 = 3 \cdot n(\text{AlCl}_3) \approx 0,3188 \text{ mol}$$

$$n(\text{CaCl}_2) = cV = 0,75 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,275 \text{ dm}^3$$

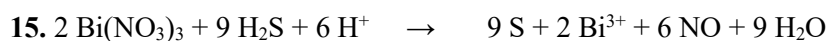
$$n(\text{Cl}^-)_2 = 2 \cdot n(\text{CaCl}_2) \approx 0,4125 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cl}^-)_{\text{tot}} = n(\text{Cl}^-)_1 + n(\text{Cl}^-)_2 = 0,4125 + 0,3188 \text{ mol} = 0,7313 \text{ mol}$$

$$V_{\text{tot}} = 0,125 \text{ dm}^3 + 0,275 \text{ dm}^3 = 0,400 \text{ dm}^3$$

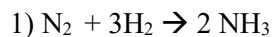
$$n(\text{Cl}^-)_{\text{tot}} = n(\text{Cl}^-)_{\text{tot}} / V_{\text{tot}} = 0,7313 \text{ mol} / 0,400 \text{ dm}^3 \approx 1,8 \text{ mol/dm}^3$$

Svar: Kloridjonkoncentrationen blir 1,8 mol/dm³



16

Delreaktioner:



Om $n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)$ markeras med X, $n(\text{NH}_3) = 2X$ och $n(\text{H}_2) = 3/2 \cdot n(\text{NH}_3) = 3/2 \cdot 2X = 3X$

$$m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 35,5 \text{ g}$$

$$M((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 132,15 \text{ g/mol}$$

$$n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = m/M = 35,5/132,15 \text{ g} = 0,2686 \text{ mol}$$

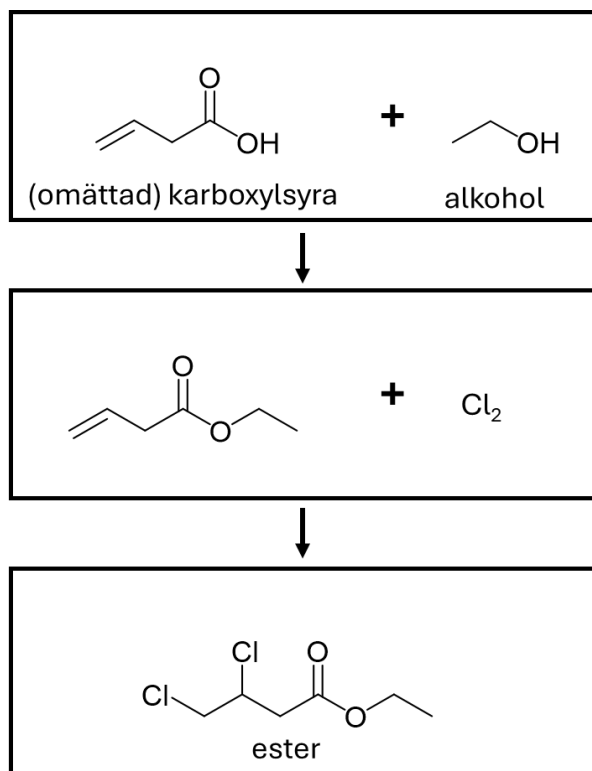
$$n(\text{H}_2) = 3 \times n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 3 \times 0,2686 \text{ mol} = 0,8058 \text{ mol}$$

$$M(\text{H}_2) = 2,016 \text{ g/mol}$$

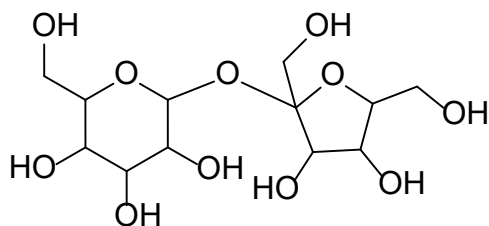
$$m(\text{H}_2) = M \times n = 2,016 \text{ g/mol} \times 0,8058 \text{ mol} = 1,62 \text{ g}$$

Svar: Vätgas behövs 1,62 g.

17



18. a)



Molekylformel: $C_{12}H_{22}O_{11}$

$$M(C_{12}H_{22}O_{11}) = 12 \cdot 12,01 + 22 \cdot 1,008 + 11 \cdot 16,00 =$$

$$= 144,12 + 22,176 + 176,00 = 342,296 \text{ g/mol}$$

C

$$132,11/342,296 = 38,6$$

($\neq 39,7$) massprocent

H

$$22,176/342,296 = 6,5$$

($\neq 6,5$) massprocent

O

$$176,00/342,296 = 51,4$$

($\neq 50,8$) massprocent

Svar: De lyckades inte framställa rätt molekyl

b)

C

$$69,7 \text{ massprocent}$$

H

$$11,7 \text{ massprocent}$$

O

$$18,6 \text{ massprocent}$$

$$69,7/12,01 = 5,803497\dots$$

$$5,803497\dots/1,1625 \approx 5$$

$$11,7/1,008 = 11,60714\dots$$

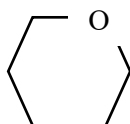
$$11,60714\dots/1,1625 \approx 10$$

$$18,6/16,00 = 1,1625$$

$$1,1625/1,1625 = 1$$

Empirisk formel: $C_5H_{10}O$

Svar: Förslag på molekyl:



Rättningsmall

Allmänt:

Felaktigt/saknat bokstavssamband	-1p/gång
Fel antal värdesiffror i svaret (utanför intervallet +/- en värdesiffra)	-1p första gången
Delsvar för mycket avrundat, vilket leder till fel värde i svaret	-1p/gång
Avrundningsfel	-1p/gång
Felaktig/utebliven enhet i svaret	-1p/gång
Felaktigt/ej visat substansmängdsförhållande	-1p/gång

1. –
2. Både streck och linjer accepteras.
3. –
4. –
5. Korrekt balanserad formel +1 p
6. –
7. –
8. –
9. Cu eller Zn
10. d) fel tecken -1 p (eftersom svaret blir automatiskt fel fast metoden kan varit korrekt)
1240 kJ frigörs OK
11. –
12. –
13. –
14. 1 poäng för rätt total $n(\text{Cl}^-)$
15. Rätt redoxbalansering krävs för 1p.
16. Rätt substansmängdförhållande $\text{H}_2/(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ för 1p
17. +0,5p per rätt struktur. Avrundas nedåt.
18. Extrapoängen ges där (a eller b) den empiriska formeln för molekylerna i provet räknas fram.