

Lukion kemiakilpailu 4.11.2016

Perussarja

**Kaikkiin tehtäviin vastataan. Aikaa on 100 minuuttia. Sallitut apuvälineet ovat laskin ja taulukot. Tehtävät suoritetaan erilliselle koepaperille. Paperiin on kirjoitettava **selvästi oma nimi ja koulun nimi**. Sekä tehtävä- että koepaperi palautetaan opettajalle.**

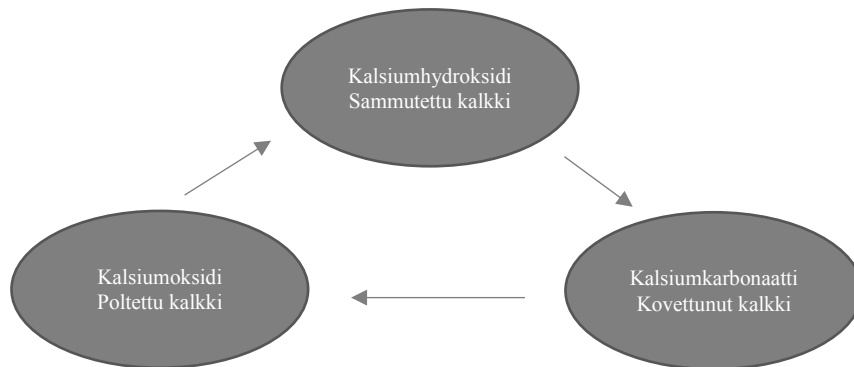
1. (8p) Mitä vahvoja ja mitä heikkoja sidoksia esiintyy seuraavien atomien/molekyylien välillä?  
a)  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$  b)  $\text{CaF}_2(\text{s})$  c)  $\text{HCl}(\text{g})$  d)  $\text{C}_2\text{Cl}_6(\text{l})$
2. (11p) Typen ja vedyn seoksen annetaan reagoida suljetussa astiassa, jolloin muodostuu ammoniakkia. Reaktio pysäytetään ennen kuin kumpikaan lähtöaineista on kulunut loppuun. Eräessä kokeessa reaktioastia sisälsi 3,0 moolia typpeä, 3,0 moolia vetyä ja 3,0 moolia ammoniakkia, kun se pysäytettiin. Kuinka monta moolia typpeä ja kuinka monta moolia vetyä alkuperäinen seos sisälsi?
3. (9p) Tunnista aineet (NTP):
  - a) ilmaa raskaampi kaasu, joka ei ylläpidä palamista.
  - b) kaksiarvoinen happo, jota käytetään veden poistoon.
  - c) alkuainemolekyyli, jossa on kolmoissidos.
  - d) alkuaine, joka värjää tärkkelyksen siniseksi.
  - e) vedyn palamistuote.
  - f) alkuainekaasu, joka ei muodosta oksidia.
  - g) jokin puolimetalli.
  - h) nestemäinen halogeeni.
  - i) kaasu, jota muodostuu vetyperoksidin hajoamisessa.
4. (9p) Tulipaloja varten tehdyt hengityssuojaimet sisältävät natriumperoksidia  $\text{Na}_2\text{O}_2$ , koska se reagoi sisään hengitetyn hiilidioksidin kanssa muodostaen natriumkarbonaattia ja happea. Kuinka monta litraa sisään hengitettyä ilmaa voidaan käsitellä suojaimella, joka sisältää 80,0 grammaa natriumperoksidia ja lisäksi tiedetään, että yksi litra sisään hengitettyä ilmaa tulipalon yhteydessä sisältää 0,0720 grammaa hiilidioksidia?
5. (12p) Erään aromaattisen yhdisteen alkuaineanalyysi antoi tulokseksi 79,4 massa-% hiiltä, 8,9 massa-% vetyä ja 11,7 massa-% happea.
  - a) Mikä on yhdisteen suhdekaava eli empiirinen kaava. (2p.)
  - b) Mikä on yhdisteen molekyylikaava, jos sen moolimassa on alle 200 g/mol? (1p.)
  - c) Yhdisteelle voidaan piirtää useita isomeerisia rakenteita.  
Piirrä A ja B: kaksi erilaista isomeeria, jotka kummatkin ovat optisesti aktiivisia  
Piirrä C: isomeeri, joka on heikosti hapan  
Piirrä D: isomeeri, joka on neutraali eikä voi hapettua  
Piirrä E: isomeeri, joka voi hapettua happamaksi yhdisteeksi.  
Piirrä F: joka on E:n hapetustuote F  
Piirrä G: isomeeri, joka on A:n funktioisomeeri (7p.)
  - d) Yhdisteestä A voi lohjeta vettä niin, että muodostuu kaksi yhdistettä H ja J, jotka ovat toistensa isomeereja. Piirrä molemmat isomeerit. Mistä isomerian lajista on kyse? (2 p.)

Lukion kemiakilpailu 4.11.2016

Avoim sarja

**Kaikkiin tehtäviin vastataan. Aikaa on 100 minuuttia. Sallitut apuvälineet ovat laskin ja taulukot. Tehtävät suoritetaan erilliselle koepaperille. Paperiin on kirjoitettava selvästi oma nimi ja koulun nimi. Sekä tehtävä- että koepaperi palautetaan opettajalle.**

1. (9p) Kirjoita reaktioyhtälöt



2. (12p) Erään aromaattisen yhdisteen alkuaineanalyysi antoi tulokseksi 79,4 m-% hiiltä, 8,9 m-% vetyä ja 11,7 m-% happea.

a) Mikä on yhdisteen suhdekaava eli empiirinen kaava. (2p.)

b) Mikä on yhdisteen molekyylikaava, jos sen moolimassa on alle 200 g/mol? (1p.)

c) Yhdisteelle voidaan piirtää useita isomeerisia rakenteita.

Piirrä A ja B: kaksi erilaista isomeeria, jotka kummatkin ovat optisesti aktiivisia

Piirrä C: isomeeri, joka on heikosti hapan

Piirrä D: isomeeri, joka on neutraali eikä voi hapettua

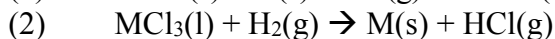
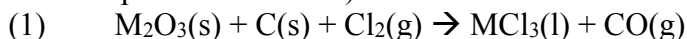
Piirrä E: isomeeri, joka voi hapettua happamaksi yhdisteeksi.

Piirrä F: joka on E:n hapetustuote F

Piirrä G: isomeeri, joka on A:n funktioisomeeri (7p.)

d) Yhdisteestä A voi lohjeta vettä niin, että muodostuu kaksi yhdistettä H ja J, jotka ovat toistensa isomeereja. Piirrä molemmat isomeerit. Mistä isomerian lajista on kyse? (2 p.)

3. (9p) Alkuainetta M voidaan teollisesti valmistaa seuraavan reaktiosarjan mukaisesti (reaktiot ovat tasapainottamattomia):



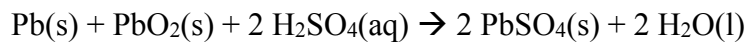
Kun 0,855 g oksidia  $\text{M}_2\text{O}_3$  reagoi yllä olevan reaktiosarjan mukaisesti, (2) vaiheessa muodostuneen vetykloridikaasun annettiin liueta veteen. Muodostunut vesiliuos titrattiin 0,511 mol/l NaOH-liuoksella, jota kului 144,2 ml hapon täydelliseen neutraloimiseen.

a) Tasapainota kummatkin reaktioyhtälöt

b) Laske alkuaineen M moolimassa ja tunnista alkuaine

c) Kuinka monta grammaa alkuainetta M muodostui reaktiossa?

4. (8p) Lyijyakun latausastetta voidaan seurata mittaamalla akkuhapon tiheyttä. Eräässä täysin ladatussa akussa oli 37-massaprosenttisen rikkihapon tiheys  $1,280 \text{ g/cm}^3$ , mutta kun akku oli täysin purkautunut, tiheys oli  $1,150 \text{ g/cm}^3$ , mikä vastaa 20-prosenttista rikkihappoa. Laske akun sähkövarauskyky (Ah), jos kennon tilavuus on 2,5 litraa.



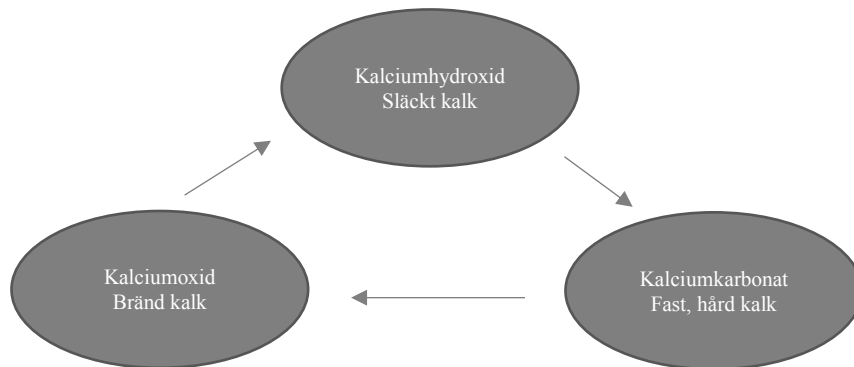
5. (12p) 5,00 grammaa hopeanitraatin ja bariumkarbonaatin seosta liuotettiin typpihappoon, minkä jälkeen lisättiin ylimäärin suolahappoa ja rikkihappoa, jolloin saostui 5,00 grammaa hopeakloridin ja bariumsulfaatin seosta. Laske alkuperäisen seoksen massaprosenttinen koostumus.

**Alla uppgifter besvaras. Tiden är 100 minuter. Tillåtna hjälpmedel är räknare och tabeller. Uppgifterna löses på ett skilt provpapper. På pappret måste man skriva sitt eget och skolans namn tydligt. Såväl uppgiftspappret som provpappret returneras till läraren.**

1. (8p) Vilka starka och vilka svaga bindningar förekommer mellan följande atomer/molekyler?  
a)  $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$    b)  $\text{CaF}_2(\text{s})$    c)  $\text{HCl}(\text{g})$    d)  $\text{C}_2\text{Cl}_6(\text{l})$
  
2. (11p) En blandning av kväve och väte tillåts reagera i ett slutet kärl, varvid det bildas ammoniak. Reaktionen stoppas före någondera av utgångsämnen har konsumerats till slut. Vid ett försök innehöll reaktionskärlet 3,0 mol kväve, 3,0 mol väte och 3,0 mol ammoniak då reaktionen stoppades. Hur många mol kväve och hur många mol väte innehöll den ursprungliga blandningen?
  
3. (9p) Identifiera ämnena (NTP):
  - a) en gas som är tyngre än luft och inte underhåller förbränning.
  - b) en tvåvärd syra, som används för att bortskafta vatten.
  - c) en grundämnesmolekyl som har en trippelbindning.
  - d) ett grundämne som blåfärgar stärkelse.
  - e) förbränningsprodukten för väte.
  - f) en grundämnesgas som inte bildar en oxid.
  - g) någon halvmetall (semimetall).
  - h) en vätskeformig halogen.
  - i) en gas som bildas när väteperoxid faller sönder.
  
4. (9p) Andningsskydd gjorda för eldsvådor innehåller natriumperoxid  $\text{Na}_2\text{O}_2$ , ty den reagerar med den koldioxid som inandas och bildar natriumkarbonat och syre. Hur många liter inandningsluft kan behandlas med ett skydd som innehåller 80,0 gram natriumperoxid om man därtill vet, att en liter inandningsluft i samband med en eldsvåda innehåller 0,0720 gram koldioxid?
  
5. (12p) Grundämnesanalysen för en aromatisk förening gav som resultat 79,4 massa-% kol, 8,9 massa-% väte och 11,7 massa-% syre.
  - a) Vilken är föreningens proportionsformel eller empiriska formel? (2p.)
  - b) Vilken är föreningens molekylformel om dess molmassa är mindre än 200 g/mol? (1p.)
  - c) För föreningen kan man rita upp många isomeriska strukturer.  
Rita upp A och B: två olika isomerer som vardera är optiskt aktiva.  
Rita upp C: en isomer som är svagt sur.  
Rita upp D: en isomer som är neutral och inte kan oxideras.  
Rita upp E: en isomer som kan oxideras till en sur förening.  
Rita upp F: som är oxidationsprodukten F för E.  
Rita upp G: en isomer som är A:s funktionsisomer. (7p.)
  - d) Från föreningen A kan vatten avspaltas så, att det bildas två föreningar H och J, som är varandras isomerer. Rita upp båda isomererna. Vilken typ av isomeri är det fråga om? (2 p.)

**Alla uppgifter besvaras. Tiden är 100 minuter. Tillåtna hjälpmedel är räknare och tabeller. Uppgifterna löses på ett skilt provpapper. På pappret måste man skriva sitt eget och skolans namn tydligt. Såväl uppgiftspappret som provpappret returneras till läraren.**

1. (9p) Skriv reaktionsformlerna



2. (12p) Grundämnesanalysen för en aromatisk förening gav som resultat 79,4 massa-% kol, 8,9 massa-% väte och 11,7 massa-% syre.

a) Vilken är föreningens proportionsformel eller empiriska formel? (2p.)

b) Vilken är föreningens molekylformel om dess molmassa är mindre än 200 g/mol? (1p.)

c) För föreningen kan man rita upp många isomeriska strukturer.

Rita upp A och B: två olika isomerer som vardera är optiskt aktiva

Rita upp C: en isomer som är svagt sur

Rita upp D: en isomer som är neutral och inte kan oxideras

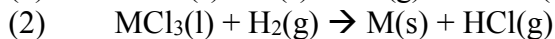
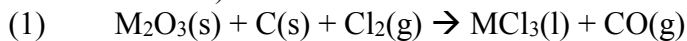
Rita upp E: en isomer som kan oxideras till en sur förening

Rita upp F: som är oxidationsprodukten F för E

Rita upp G: en isomer som är A:s funktionsisomer (7p.)

d) Från föreningen A kan vatten avspaltas så, att det bildas två föreningar H och J, som är varandras isomerer. Rita upp båda isomererna. Vilken typ av isomeri är det fråga om? (2 p.)

3. (9p) Grundämnet M kan framställas industriellt enligt följande reaktionsserie (reaktionerna är inte balanserade):



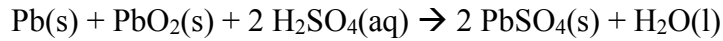
Då 0,855 g oxid  $\text{M}_2\text{O}_3$  reagerar enligt ovanstående reaktionsserie tilläts den vätekloridgas som bildas i steg (2) lösa sig i vatten. Vattenlösningen som bildades titrerades med en 0,511 mol/l NaOH-lösning, av vilken åtgick 144,2 ml för fullständig neutralisering av syran.

a) Balansera båda reaktionsformlerna.

b) Beräkna molmassan för grundämnet M och identifiera grundämnet.

c) Hur många gram av grundämnet M bildades i reaktionen?

4. (8p) Laddningsgraden för en blyackumulator kan följas genom att densiteten för ackumulatorsyran uppmäts. Densiteten för den 37-massaprocentiga svavelsyran i en fullt laddad ackumulator var  $1,280 \text{ g/cm}^3$ , men när ackumulatören var fullt urladdad var densiteten  $1,150 \text{ g/cm}^3$ , vilket motsvarar 20-procentig svavelsyra. Beräkna ackumulatorns elektricitetsladdningsförmåga (Ah), om cellens volym är 2,5 liter.

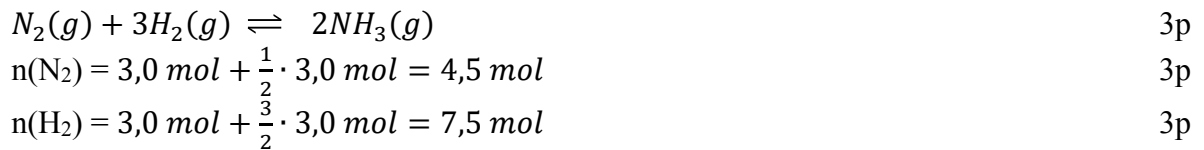


5. (12p) En 5,00 gram blandning av silverniträt och bariumkarbonat upplöstes i salpetersyra och därefter tillsattes ett överskott av saltsyra och svavelsyra, varvid en 5,00 gram blandning av silverklorid och bariumsulfat föll ut. Beräkna sammansättningen av den ursprungliga blandningen i massaprocent.

1. (8p)
- |    |                      |   |
|----|----------------------|---|
| a) | Atomien välillä:     | Yksinkertainen poolinen kovalenttinen sidos.      |
|    | Molekyylien välillä: | Dispersiovoimat sekä vetysidokset.                |
| b) | Atomien välillä:     | Ionisidokset.                                     |
| c) | Atomien välillä:     | Yksinkertainen poolinen kovalenttinen sidos.      |
|    | Molekyylien välillä: | Dipoli-dipolisidokset.                            |
| d) | Atomien välillä:     | C-C yksinkertainen pooliton kovalenttinen sidos.  |
|    |                      | C-Cl Yksinkertainen poolinen kovalenttinen sidos. |
|    | Molekyylien välillä: | Dispersiovoimat.                                  |

2p / kohta

2. (9p)

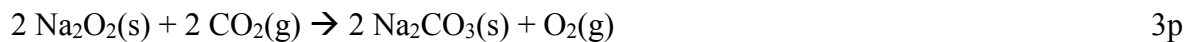


3. (9p)

- a) Hiilidioksidi
- b) Rikkihappo
- c) Typpimolekyyli
- d) Jodi
- e) Vesi
- f) Happi tai jokin jalokaasuista
- g) Esimerkiksi Pii
- h) Bromi
- i) Happi

1p / kohta

4. (9p)



$$n(Na_2O_2) = \frac{m}{M} = \frac{80,0g}{77,98g/mol} = 1,0259 \text{ mol} \quad 1p$$

$$\frac{n(CO_2)}{dm^3} = \frac{m}{M \cdot dm^3} = \frac{0,0720g/dm^3}{44,01g/mol} = 0,001636 \text{ mol/dm}^3 \quad 2p$$

$$\text{ilmaa voidaan käsitellä } \frac{1,0259 \text{ mol}}{0,001636 \text{ mol/dm}^3} = 627 \text{ dm}^3 \quad 3p$$

5. (12p) a)  $m(\text{näyte}) = 100 \text{ g}$   
 $n(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{79,4 \text{ g}}{12,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 6,611157 \text{ mol}$   
 $n(\text{H}) = \frac{m(\text{HC})}{M(\text{HC})} = \frac{8,9 \text{ g}}{1,008 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 8,829365 \text{ mol}$   
 $n(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{11,7 \text{ g}}{16,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,731250 \text{ mol}$

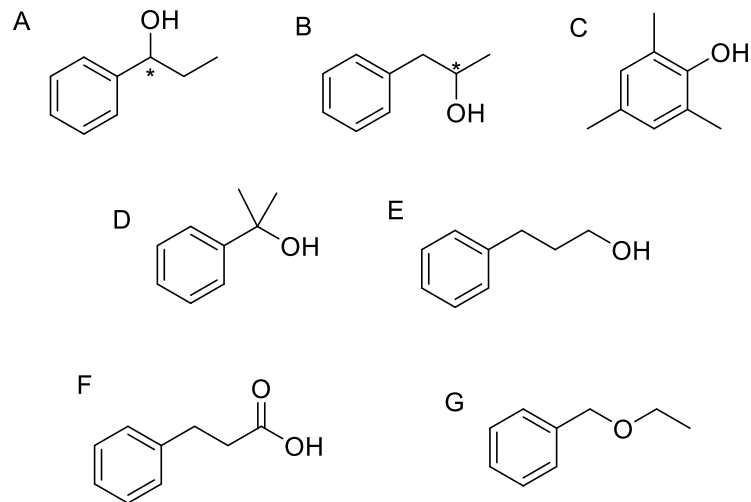
Jaetaan pienimmällä, jolloin saadaan  $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) \approx 9,04089 : 12,07434 : 1,00000 = 9:12:1$   
 Empiirinen kaava on  $(\text{C}_9\text{H}_{12}\text{O})_n$ . 2p

b) Jos  $n = 1$  on  $M(\text{C}_9\text{H}_{12}\text{O}) = 136,186 \text{ g/mol} < 200 \text{ g/mol}$ . Yhdisteen molekyylikaava on  $\text{C}_9\text{H}_{12}\text{O}$ . 1p

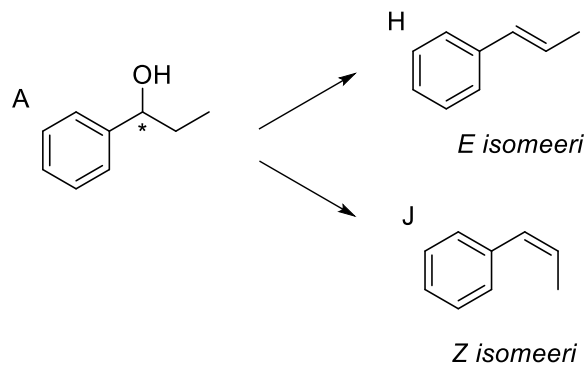
c) Yhdiste on aromaattinen, jolloin siinä on oltava bentseenirengas. Sivuketjulle jää näin ollen 3 hiiltä. Tyydyttymättömyysaste  $\text{TA} = 9 + 1 - 12/2 = 4$ . Aromaattisen renkaan lisäksi yhdisteessä ei ole muita kaksoissidoksia eikä renkaita.

Rakennekaavat yhdisteille A – G:

1p / kaava



d) H ja J ovat Cis-Trans-isomeereja

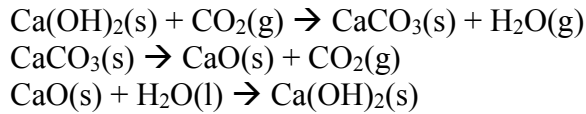


1p / kaava



1. (9p)

3p / reaktio



2. (12p) a)

$$\begin{aligned} m(\text{näyte}) &= 100 \text{ g} \\ n(\text{C}) &= \frac{m(\text{C})}{M(\text{C})} = \frac{79,4 \text{ g}}{12,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 6,611157 \text{ mol} \\ n(\text{H}) &= \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} = \frac{8,9 \text{ g}}{1,008 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 8,829365 \text{ mol} \\ n(\text{O}) &= \frac{m(\text{O})}{M(\text{O})} = \frac{11,7 \text{ g}}{16,00 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,731250 \text{ mol} \end{aligned}$$

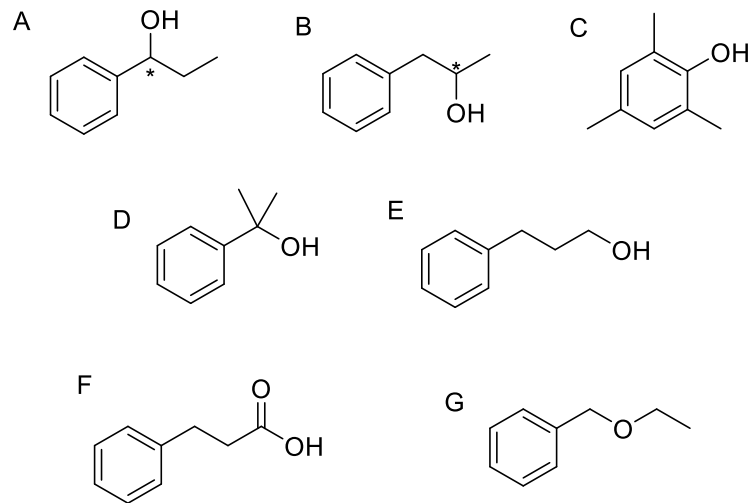
Jaetaan pienimmällä, jolloin saadaan  $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) \approx 9,04089 : 12,07434 : 1,00000 = 9:12:1$   
Empiirinen kaava on  $(\text{C}_9\text{H}_{12}\text{O})_n$ . 2p

b) Jos  $n = 1$  on  $M(\text{C}_9\text{H}_{12}\text{O}) = 136,186 \text{ g/mol} < 200 \text{ g/mol}$ . Yhdisteen molekyylikaava on  $\text{C}_9\text{H}_{12}\text{O}$ . 1p

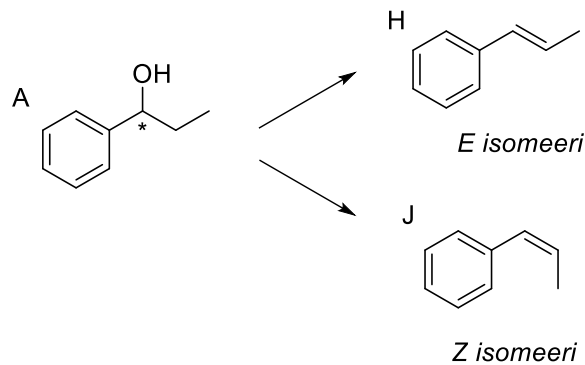
c) Yhdiste on aromaattinen, jolloin siinä on oltava bentseenirengas. Sivuketjulle jää näin ollen 3 hiiltä. Tyydyttymättömyysaste  $\text{TA} = 9 + 1 - 12/2 = 4$ . Aromaattisen renkaan lisäksi yhdisteessä ei ole muita kaksoissidoksia eikä renkaita.

Rakennekaavat yhdisteille A – G:

1p / kaava

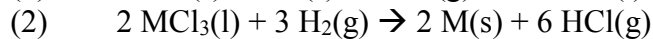
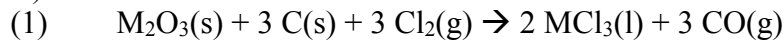


a) H ja J ovat Cis-Trans-isomeereja



1p / kaava

3. (9p) a)



2p

b)

$$n(\text{NaOH}) = c \cdot V = 0,073686 \text{ mol}$$

$$n(\text{M}_2\text{O}_3) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{MCl}_3) = \frac{1}{6} \cdot n(\text{HCl}) = \frac{1}{6} \cdot n(\text{NaOH}) = 0,012281 \text{ mol}$$

$$M(\text{M}_2\text{O}_3) = \frac{m}{n} = 69,62 \text{ g/mol} \quad \text{josta } M(\text{M}) = 10,81 \text{ g/mol} \text{ eli alkuaine M on Boori}$$

3p

c)

$$n(\text{B}) = 2 \cdot n(\text{M}_2\text{O}_3) = 0,02456 \text{ mol}$$

$$m(\text{B}) = n \cdot M = 0,266 \text{ g}$$

2p

4. (9p)

$$\text{Täysi: } 2,5 \text{ l} \rightarrow 3,2 \text{ kg josta rikkihappoa } n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0,37 \cdot 3200 \text{ g}}{98,086 \text{ g/mol}} = 12,07 \text{ mol}$$

$$\text{Tyhjä: } 2,5 \text{ l} \rightarrow 2,875 \text{ kg josta rikkihappoa } n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{0,25 \cdot 2875 \text{ g}}{98,086 \text{ g/mol}} = 5,86 \text{ mol}$$

3p

$$Q = It = nzF \quad z = 1 \text{ koska } \text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2 \text{e}^- \text{ ja } n(\text{Pb}) = \frac{1}{2} n(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

3p

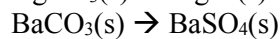
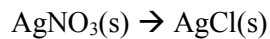
$$Q = nzF = (12,07 \text{ mol} - 5,86 \text{ mol}) \cdot 1 \cdot 96485 \frac{\text{As}}{\text{mol}} = 599060 \text{ As}$$

1p

$$\frac{599060 \text{ As}}{3600 \text{ s/h}} = 166,4 \text{ Ah} \approx 170 \text{ Ah}$$

2p

5. (12p)



$$m(\text{AgNO}_3) = x$$

$$n(\text{AgNO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{x}{169,88 \text{ g/mol}} = n(\text{AgCl})$$

$$m(\text{BaCO}_3) = 5,00 - x$$

$$n(\text{BaCO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{5,00 \text{ g} - x}{197,34 \text{ g/mol}} = n(\text{BaSO}_4)$$

4p

$$m(\text{AgCl}) + m(\text{BaSO}_4) = 5,00 \text{ g}$$

2p

$$\frac{x}{169,88 \text{ g/mol}} \cdot 143,32 \text{ g/mol} + \frac{5,00 \text{ g} - x}{197,34 \text{ g/mol}} \cdot 233,40 \text{ g/mol} = 5,00 \text{ g}$$

2p

$$\text{josta } x = m(\text{AgNO}_3) = 2,695 \text{ g}$$

2p

$$m\%(\text{AgNO}_3) = \frac{2,695 \text{ g}}{5,00 \text{ g}} = 53,9\%$$

$$m\%(\text{BaCO}_3) = 100\% - 53,9\% = 46,1\%$$

2p