

Lukion kemiakilpailu 3.11.2017

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. (6p) Keksi esimerkkiyhdiste, joka on
 - a) täsmälleen kahta eri alkuainetta sisältävä yhdiste, jossa molekyylien välillä vaikuttavat dispersiovoimat.
 - b) täsmälleen kahta eri alkuainetta sisältävä yhdiste, jossa molekyylien välillä vaikuttavat dipoli-dipoli sidokset jotka eivät kuitenkaan ole vetysidoksia.
 - c) täsmälleen kahta eri alkuainetta sisältävä yhdiste, jossa molekyylien välillä vaikuttavat vetysidokset.
 - d) täsmälleen kahta eri alkuainetta sisältävä yhdiste, jossa atomien välillä on vahvasti poolinen kovalenttinen sidos.
 - e) täsmälleen kahta eri alkuainetta sisältävä yhdiste, jossa atomien välillä on heikosti poolinen kovalenttinen sidos.
 - f) täsmälleen kahta eri alkuainetta sisältävä yhdiste, jossa atomien välillä on pooliton kovalenttinen sidos.

2. (6p) Seriini eli 2-amino-3-hydroksipropaanihappo on eräs aminohapoista. Laadi jokin mahdollinen rakennekaava yhdisteille a-f, jotka muodostuvat seriinin reagoiessa seuraavasti
 - a) + seriini
 - b) pelkistys
 - c) hapetus
 - d) + NaOH
 - e) + HCl
 - f) + etanoli

3. (7p) Metanolia käytetään kilpa-autojen polttoaineena ja se on yksi ehdokas bensiinin korvaavaksi polttoaineeksi. Metanolia voidaan valmistaa hiilimonoksidin ja vedyn reaktiolla. Oletetaan, että 68,5 kg hiilimonoksidia reagoi 8,60 kg vetykaasun kanssa ja reaktiossa muodostuu 35,7 kg metanolia.
 - a) Kirjoita reaktioyhtälö.
 - b) Mikä on metanolin teoreettinen saanto (kg)?
 - c) Mikä on reaktion prosentuaalinen saanto?

4. (9p) Esitä jokaiseen kohtaan yksi mahdollinen rakennekaava, kun yhdisteen
 - a) molekyylikaava on C_7H_8O ja yhdiste on hapan.
 - b) molekyylikaava on $C_4H_4O_2$ ja yhdisteellä ei ole hapetustuotetta eikä yhdiste ole hapan.
 - c) molekyylikaava on C_4H_8O ja yhdiste on karbosyklinen ja optisesti aktiivinen.
 - d) molekyylikaava on C_5H_{12} ja yhdisteellä on mahdollisimman vähän monokloorijohdannaisia.
 - e) molekyylikaava on $C_3H_6N_6$ ja yhdiste on heterosyklinen yhdiste, jossa on heterosykliseen renkaaseen liittynyt kolme primääristä aminoryhmää.
 - f) molekyylikaava on C_3H_6 ja yhdisteen kaksi hiiltä on sp^2 -hybridisoitunut.

5. (10p) 15 cm^3 tuntematonta hiilivetyä poltettiin täydellisesti. Happea oli käytettävissä 135 cm^3 ja sitä tiedettiin olevan ylimäärin. Kun paloastiassa olevat kaasut jäähdytettiin takaisin huoneen lämpötilaan, kaasujen tilavuudeksi mitattiin 105 cm^3 . Kun palotuotteiden annettiin reagoida natriumhydroksidiliuoksen kanssa, kaasutilavuus pieneni niin, että se oli 60 cm^3 . a) Mikä oli hiilivedyn suhdekaava? b) Piirrä hiilivedyn rakennekaava ja nimeä yhdiste.

Lukion kemiakilpailu 3.11.2017

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.*

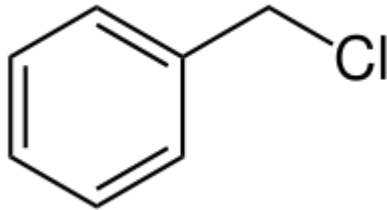
1. (6p) Seriini eli 2-amino-3-hydroksipropaanihappo on eräs aminohapoista. Laadi jokin mahdollinen rakennekaava yhdisteille a-f, jotka muodostuvat seriinin reagoidessa seuraavasti
 - a) + seriini
 - b) pelkistys
 - c) hapetus
 - d) + NaOH
 - e) + HCl
 - f) + etanoli

2. (6p) Anna lyhyt kemiallinen selitys seuraavista ilmiöistä:
 - a) pesusooda Na_2CO_3 kuplii etikassa
 - b) rautanauvoja sinkitetään
 - c) maanteitä suolataan talvella
 - d) kirkas kalsiumhydroksidiliuos voi samentua avonaisessa säilytysastiassa
 - e) H_2O_2 liuos vaahtoa haavassa
 - f) rasvatahra voidaan poistaa bensiinillä

3. (9p) Serussiitti-mineraali on lyijykarbonaattia PbCO_3 . 2,00 grammaa lyijymalmia, joka sisälsi vain serussiittia ja reagoimatonta kiviainesta, murskattiin ja lisättiin keitinlasiin, jossa oli 25,0 ml 1,00 M typpihappoa. Typpihapon ja lyijykarbonaatin reaktiossa muodostui hiilidioksidia. Kun kaasua ei enää muodostunut, seos suodatettiin ja astia huuhdeltiin niin, että kaikki kiinteä aine saatiin kerättyä suodatinpaperille. Suodatinpaperi huuhdeltiin huolellisesti vedellä ja pesuvedet kerättiin talteen. Lopulta suodatettua liuosta oli 100 ml. Tästä otettiin 10 ml näyte, joka titrattiin 0,100 M natriumhydroksidiliuoksella kolmeen kertaan. Titrausliuosten kulutusten keskiarvo oli 16,02 ml. a) Kirjoita reaktioyhtälöt lyijykarbonaatin ja typpihapon reaktiolle sekä titraustapahtumalle. b) Kuinka monta massaprosenttia serussiittia lyijymalminäyte sisälsi. c) Kuinka paljon metallista lyijyä voitaisiin valmistaa 1,00 tonnista lyijymalmia, jos oletettaisiin, että kaikki malmin sisältämä lyijy saataisiin talteen?

4. (8p) Polttokennossa energia vapautuu sähköinä ja lämpönä. Propani/happi –polttokennossa toinen hapettuu ja toinen pelkistyy. Kokonaisreaktiossa vapautuu hiilidioksidia ja vettä. Kirjoita hapettumis- ja pelkistymisreaktioiden puolireaktiot sekä kokonaisreaktion reaktioyhtälö. Kuinka kauan polttokennosta voidaan ottaa 1,00A virtaa käytettäessä 1,00 kg propania, jos polttokennon hyötysuhteen oletetaan olevan 50%?

5. (12p) Kemisti Lydia Sesemann (1845-1925) on ensimmäinen tohtoriksi väitellyt suomalainen nainen. Väitöskirjatyössään hän valmisti mm. bentsyylikloridin ja etikkahapon kondensaatioyhdisteen. Reaktio ei tapahdu suoraan, vaan synteesi on monivaiheinen ja siinä muun muassa tehdään aluksi etikkahaposta organometallijohdos. Kondensaatioyhdisteen moolimassan määrittämiseksi Sesemann valmisti siitä edelleen bariumsuolan ja määrittä tämän bariumpitoisuuden gravimetrisesti. 435,6 mg bariumsuolaa muodosti tällöin 233,4 mg bariumsulfaattia.



Bentsyylikloridi

- Laske bentsyylikloridin ja etikkahapon kondensaatioyhdisteen moolimassa ja molekyylikaava.
- Esitä paras mahdollinen ehdotus kondensaatioyhdisteen rakennekaavaksi.

Gymnasiets kemitävling 3.11.2017

Grundserien

*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. (6p) Försök finna en exempelförening som är
 - a) en förening som innehåller exakt två olika grundämnen och där det mellan föreningens molekyler verkar endast dispersionskrafter. .
 - b) en förening som innehåller exakt två olika grundämnen och där det mellan föreningens molekyler finns endast dipol-dipol bindningar som dock inte är vätebindningar.
 - c) en förening som innehåller exakt två olika grundämnen och där det mellan föreningens molekyler finns vätebindningar.
 - d) en förening som innehåller exakt två olika grundämnen och där det mellan föreningens atomer finns en starkt polär kovalent bindning.
 - e) en förening som innehåller exakt två olika grundämnen och där det mellan föreningens atomer finns en svagt polär kovalent bindning.
 - f) en förening som innehåller exakt två olika grundämnen och där det mellan föreningens atomer finns en icke-polär kovalent bindning.

2. (6p) Serin eller 2-amino-3-hydroxipropansyra är en av aminosyrorna. Ställ upp någon möjlig strukturformel för föreningarna a-f, vilka bildas när serin reagerar enligt följande
 - a) + serin
 - b) reduktion
 - c) oxidation
 - d) + NaOH
 - e) + HCl
 - f) + etanol

3. (7p) Metanol används som bränsle i racerbilar och den är en kandidat för ett bränsle som kunde ersätta bensin. Metanol kan framställas via en reaktion mellan kolmonoxid och väte. Antag att 68,5 kg kolmonoxid reagerar med 8,60 kg vätgas och att i reaktionen bildas 35,7 kg metanol.
 - a) Skriv reaktionsformeln.
 - b) Vad är det teoretiska utbytet för metanol (kg)?
 - c) Vilket är reaktionens procentuella utbyte?

4. (9p) Ställ för varje moment upp en möjlig strukturformel, då föreningens
 - a) molekylformel är C_7H_8O och föreningen är sur.
 - b) molekylformel är $C_4H_4O_2$ och föreningen inte är en oxidationsprodukt och föreningen inte är sur.
 - c) molekylformel är C_4H_8O och föreningen är karbocyklisk samt optiskt aktiv.
 - d) molekylformel är C_5H_{12} och föreningen har möjligast få monoklorderivat.
 - e) molekylformel är $C_3H_6N_6$ och föreningen är en heterocyklisk förening i vilken den heterocykliska ringen binder tre primära aminogrunder.
 - f) molekylformel är C_3H_6 och två av föreningens kolatomer är sp^2 -hybridiserade.

5. (10p) 15 cm³ av ett okänt kolväte förbrändes fullständigt. Det fanns 135 cm³ syre till förfogande och man visste att syret fanns i överskott. Då gaserna i förbränningskärlet åter avkyldes till rumstemperatur, uppmättes gasernas volym till 105 cm³. Då förbränningsprodukterna fick reagera med en lösning av natriumhydroxid, minskade gasvolymen så, att den var 60 cm³.
- a) Vilken är kolvätes proportionsformel? b) Rita upp kolvätes strukturformel och namnge föreningen.

*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.*

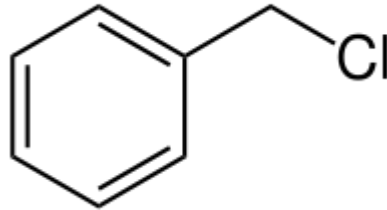
1. (6p) Serin eller 2-amino-3-hydroxipropansyra är en av aminosyrorna. Ställ upp någon möjlig strukturformel för föreningarna a-f, vilka bildas när serin reagerar enligt följande
 - a) + serin
 - b) reduktion
 - c) oxidation
 - d) + NaOH
 - e) + HCl
 - f) + etanol

2. (6p) Ge en kort kemisk förklaring på följande fenomen:
 - a) tvättsoda Na_2CO_3 bubblar i ättika
 - b) järnspik förzinkas
 - c) landsvägar saltas på vintern
 - d) en klar kalciumhydroxidlösning kan grumlas i ett öppet förvaringskärl
 - e) en lösning av H_2O_2 skummar i ett sår
 - f) en fettfläck kan avlägsnas med bensin

3. (9p) Cerussitmineralet är blykarbonat PbCO_3 . 2,00 gram blymalm, som innehöll bara cerussit och oreagerat stenmaterial, söndersmulades och sattes i en kokkolv där det fanns 25,0 ml 1,00 M salpetersyra. Vid reaktionen mellan salpetersyra och blykarbonat bildades koldioxid. När det inte längre bildades någon gas, filtrerades lösningen och kokkärlet sköljdes så, att allt fast ämne kunde samlas på filtrerpappret. Filtrerpappret sköljdes noggrant med vatten och allt tvättvatten tillvaratogs. Slutligen hade man 100 ml filtrerad lösning. Från denna togs ett 10 ml prov som titrerades tre gånger med 0,100 M natriumhydroxidlösning. Medeltalet av titreringsresultaten var 16,02 ml. a) Skriv reaktionsformlerna för reaktionen mellan blykarbonat och salpetersyra samt för titreringen. b) Hur många massaprocent cerussit innehöll blymalmsprovet? c) Hur mycket metalliskt bly kunde framställas av 1,00 ton blymalm, om man antar att allt bly som finns i malmen kan tillvaratas?

4. (8p) I en bränslecell frigörs energin som elektricitet och värme. I propan/syre-bränslecellen oxideras en komponent och den andra reduceras. Vid totalreaktionen frigörs koldioxid och vatten. Skriv halvreaktionerna för oxidations- och reduktionsprocesserna samt reaktionsformeln för totalreaktionen. Hur länge kan man ta ut en 1,00 A ström från bränslecellen då man använder 1,00 kg propan, om bränslecellens verkningsgrad antas vara 50%?

5. (12p) Kemisten Lydia Sesemann (1845-1925) är den första finska kvinnan som disputerat för doktorsgraden. I sitt doktorsarbete framställde hon bl.a. kondensationsföreningen (produkten) av bensylklorid och ättiksyra. Reaktionen sker inte direkt utan syntesen sker i flera steg, och i den gör man bland annat först ett organometallderivat av ättiksyra. För att bestämma molmassan för kondensationsföreningen framställde Sesemann ytterligare dess bariumsalt och bestämde saltets bariumhalt gravimetriskt. 435,6 mg bariumsalt bildade därvid 233,4 mg bariumsulfat.



Bensylklorid

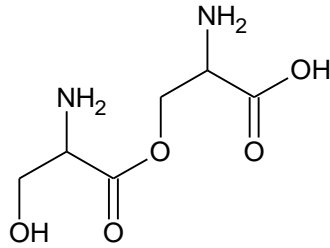
- Beräkna molmassan för bensylkloridens och ättiksyrans kondensationsförening.
- Föreslå den bästa möjliga strukturformeln för kondensationsföreningen.

1. (6p) Esimerkiksi seuraavat, myös muut ehdot täyttävät järkevät vastaukset hyväksytään.

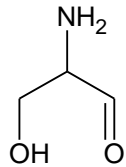
- a) CO_2
- b) HCl
- c) H_2O
- d) HF
- e) HI
- f) PH_3

1p / kohta

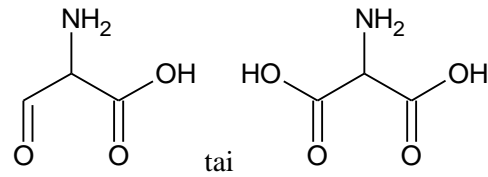
2. (6p) a)



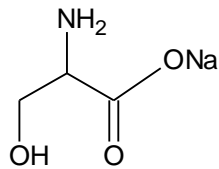
b)



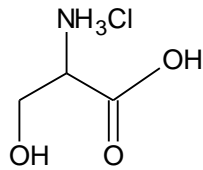
c)



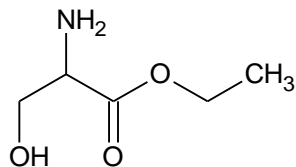
d)



e)



f)



1p / kohta

3. (7p) a) $\text{CO(g)} + 2 \text{H}_2\text{(g)} \rightarrow \text{CH}_3\text{OH(g)}$ 2p

b)

$$n(\text{CO}) = \frac{m}{M} = \frac{68500\text{g}}{28,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 2445,56\text{mol}$$

$$n(\text{H}_2) = \frac{m}{M} = \frac{8600\text{g}}{2,016 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 4265,87\text{mol}$$

Eli vety on rajoittava tekijä.

Teoreettinen saanto on

$$n(\text{CH}_3\text{OH}) = \frac{n(\text{H}_2)}{2} = 2132,94\text{mol}$$

$$m(\text{CH}_3\text{OH}) = nM = 2132,94\text{mol} \cdot 32,042 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 68343\text{g} \approx 68,3 \text{ kg}$$
 2p

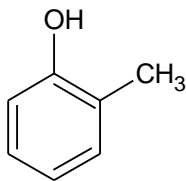
c)

$$\text{saanto}\% = \frac{35,7\text{kg}}{68,3\text{kg}} \cdot 100\% = 52,3\%$$

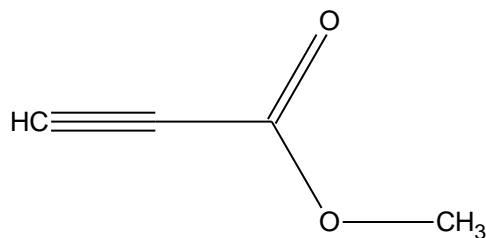
1p

4. (9p) Esimerkiksi

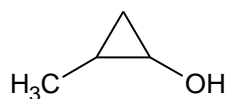
a)



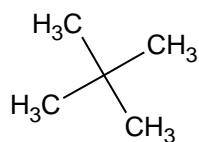
b)



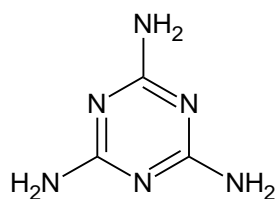
c)



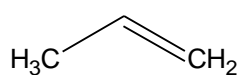
d)



e)



f)



1,5p / kohta

5. (10p) Tuntematon kaasu C_xH_y reagoi hapen kanssa. Muodostuu hiilidioksidia ja vettä. Vesi tiivistyy huoneenlämmössä nesteeksi, joten jäljelle jää vain hiilidioksidia ja reaktiosta yli jäänyt happi. 2p

Hiilidioksidi reagoi natriumhydroksidiliuoksen kanssa, joten hiilidioksidia oli $105 \text{ cm}^3 - 60 \text{ cm}^3 = 45 \text{ cm}^3$. 1p

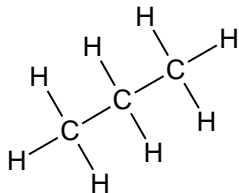
Happea täytyi siis jäädä yli 60 cm^3 . Näin ollen reaktioon kului $135 \text{ cm}^3 - 60 \text{ cm}^3 = 75 \text{ cm}^3$ happea. 1p

Kaasujen tilavuudet ovat samassa suhteessa kuin ainemäärät, joten $n(C_xH_y) : n(O_2) : n(CO_2) = 15 : 75 : 45 = 1 : 5 : 3$.

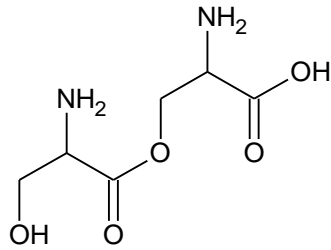
Hiilivedyn reaktio on siis $C_xH_y + 5 O_2 \rightarrow 3 CO_2 + ? H_2O$ 2p

Hiiliatomien lukumäärä hiilivedyn kaavassa täytyy olla 3. Tasapainottamalla hapen määrät reaktioyhtälössä saadaan veden kertoimeksi 4. Näin ollen vedyn määrä hiilivedyissä on 8 eli hiilivedyn suhdekaava on C_3H_8 . 2p

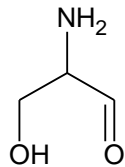
c) Kyseessä on siis propaani 1+1 p



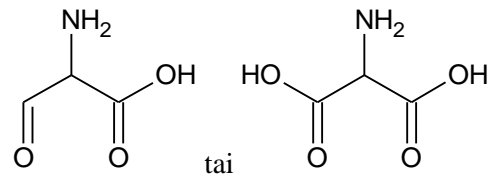
1. (6p) a)



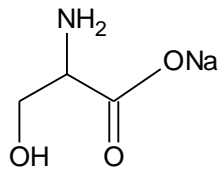
b)



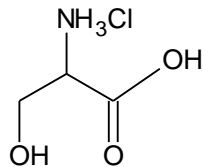
c)



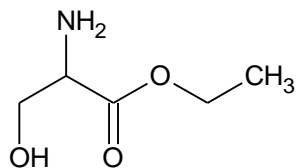
d)



e)



f)



1p / kohta

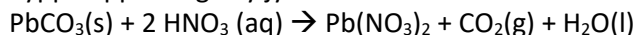
2. (6p)

- Happo reagoi karbonaatin kanssa ja vapauttaa hiilidioksidia.
- Sinkki on epäjalompi kuin rauta ja toimii näin uhrimetallina.
- Suolan liukeneminen laskee veden sulamispistettä ja näin vesi ei jäädy pienellä pakkasella.
- Ilmassa oleva hiilidioksidi voi reagoida kalsiumhydroksidin kanssa muodostaen niukkaliukoista kalsiumkarbonaattia joka näkyy vedessä samantumana.
- Veressä oleva entsyymi pilkkoo vetyperoksidin vedeksi ja hapeksi.
- Rasva ja bensiini ovat molemmat poolittomia, joten tahra liukenee bensiiniin.

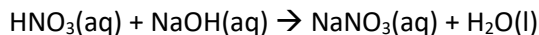
3. (9p)

Ratkaisu

- a) Typpihappo reagoi lyijykarbonaatin kanssa seuraavan reaktion mukaisesti:



Titrauksessa typpihappo ja natriumhydroksidi reagoivat keskenään:



1,5p / reaktio
puuttuvat olomuodot -1p

- b) Lasketaan ensin reaktiossa ylijääneen typpihapon määrä:

$$n(\text{HNO}_3) = n(\text{NaOH}) = c(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) = 0,100 \text{ mol/l} \cdot 0,1602 \text{ l} = 0,01602 \text{ mol}$$

Lasketaan typpihapon konsentraatio 10 ml:n näytteessä:

$$c(\text{HNO}_3) = \frac{0,001602 \text{ mol}}{0,0100 \text{ l}} = 0,1602 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$$

Suodoksen, jota oli 100 ml konsentraatio oli siis $0,1602 \frac{\text{mol}}{\text{l}}$.

Tässä määrässä liuosta typpihappoa oli

$$n(\text{HNO}_3) = 0,100 \text{ l} \cdot 0,1602 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 0,01602 \text{ mol}$$

$$n_{\text{kok}}(\text{HNO}_3) = 0,025 \text{ l} \cdot 1,00 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 0,0250 \text{ mol}$$

$$n(\text{HNO}_3) = n_{\text{kok}}(\text{HNO}_3) - n_{\text{ylim}}(\text{HNO}_3) = 0,0250 \text{ mol} - 0,01602 \text{ mol} = 0,00898 \text{ mol}$$

$$n(\text{PbCO}_3) = \frac{1}{2} \cdot n(\text{HNO}_3) = \frac{0,00898 \text{ mol}}{2} = 0,00449 \text{ mol}$$

$$m(\text{PbCO}_3) = n(\text{PbCO}_3) \cdot M(\text{PbCO}_3) = 0,00449 \text{ mol} \cdot (106,42 + 12,01 + 3 \cdot 16,00) \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,7472707 \text{ g}$$

$$m\%(\text{PbCO}_3) = m(\text{PbCO}_3) / m(\text{näyte}) = 0,7472707 \text{ g} / 2,00 \text{ g} = 37,4 \text{ m\%}$$

3p

- c) 2 grammaa malmia sisältää 0,00449 mol eli 0,74727 g lyijykarbonaattia.

1 grammassa malmia:

$$n(\text{PbCO}_3) = n(\text{Pb}^{2+}) = 0,002245 \text{ mol}$$

$$m(\text{Pb}) = nM = 0,002245 \text{ mol} \cdot 106,42 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,2389 \text{ g}$$

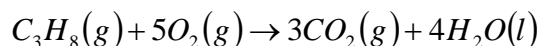
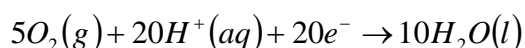
eli lyijypitoisuus on 23,89 %

1,00 tonnista eli 1 000 kg:sta malmia voidaan saada siis 239 kg lyijyä.

3p

4. (8p)

2p / reaktio



$$It = nzF$$

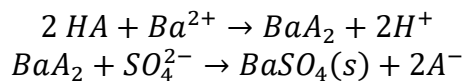
$$t = \frac{nzF}{I} = \frac{mzF}{MI} = \frac{1000 \text{ g} \cdot 20 \cdot 96485 \frac{\text{As}}{\text{mol}}}{44,094 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 1,00 \text{ A}} = 4,376 \cdot 10^7 \text{ s} = 506 \text{ vuorokautta}$$

Kun hyötysuhde huomioidaan niin 253 vuorokautta.

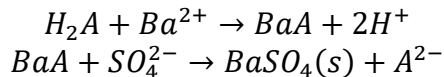
2p laskusta

5. (12p)

a)



tai



2p

M(bariumsulfaatti) = 233,4 g/mol
n(bariumsulfaatti) = 1 mmol

eli bariumsuolan BA₂ tai BA M = 435,6

2p

Ensimmäisessä tapauksessa $M(HA) = \frac{435,6 - 137,3}{2} + 1,008 = \underline{150,158}$
toisessa tapauksessa $M(H_2A) = 435,6 - 137,3 + 2 \cdot 1,008 = 300,316$

M(Bentsyylikloridi) = 126,576
M(Etikkahappo) = 60,052

Kondensaatio näistä on vaikea saada M > 246 ainakaan, joten HA vaikuttaa todennäköisemmältä ja sisältää siis yhden molempia lähtöaineita niin että eliminoiduksi tulee $126,576 + 60,052 - 150,158 = 36,47$.

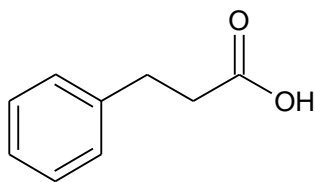
Nyt M(HCl) = 36,458, joten eliminoiduksi vaikuttaa tulevan se.

2p

Eli vastaus on M = 150,158, ja yhdiste on C₆H₅C₂H₄COOH

2p

- b) Koska Cl eliminoitui, liittyminen tapahtui myös todennäköisesti siihen kohtaan. Oikea yhdiste on hydrokanelihappo. Yhdisteen on oltava happo, koska siitä valmistettiin bariumsuola.



4p