

Preliminäärikoe syksy 2023 ratkaisut

2. Biokemia

2.1

monosakkarideiksi, glukoosi, fruktoosi, tärkkelykseksi, glykosidisidoksin/glykosidisidoksilla/happisillalla/eetteriryhmällä

5p

2.2

rasvat, glyseroli, tyydyttymättömiä, kaksoissidoksia, polytydyttymätön/monitydyttymätön

5p

2.3

polyeteeni, polyadditio/polymerointi, vesi/vesimolekyyli/HCl/vetykloridi, karboksyyli, amidiryhmä/polyamidi

5p

3. Dopingaine

3.1

Vasemmalta oikealle:

1) hydroksyyliiryhmä (2p)

2) hiili-hiili kaksoissidos/alkenyyliryhmä (1p)

3) esteriryhmä (1p)

4) aromaattinen rengas/fenyyliiryhmä/bentseenirengas (1p)

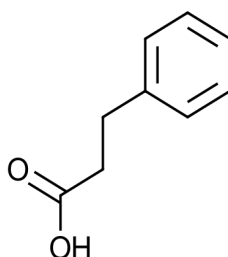
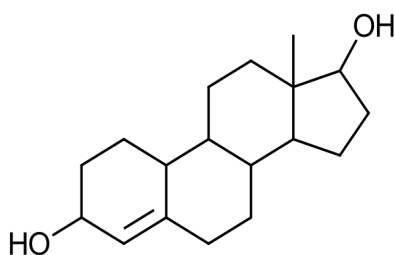
5p

(vääristä -1p)

3.2

Esterin hydrolyysissä syntyy alkoholi ja karboksyylihappo.

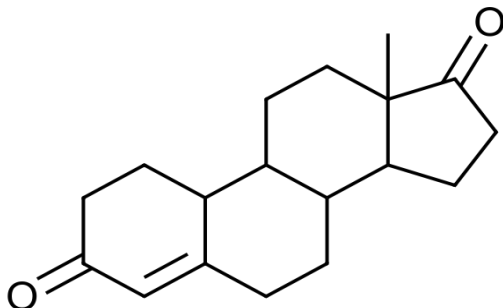
2p



3.3

Alkoholi voi hapettua (yksi tai kaksi hydroksyyli ryhmää).

2p



3.4

Huonosti veteen liukenevia aineita kutsutaan lipideiksi.

1p

Niitä ovat rasvojen lisäksi esimerkiksi hormonit ja rasvaliukoiset vitamiinit (esim. A ja D).

2p

3.5

Tiheyden perusteella litran massa on 1000 g.

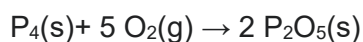
1p

$$\frac{2,0 \cdot 10^{-6} \text{ g}}{1000 \text{ g}} \cdot 10^9 = 2,0 \text{ ppb}$$

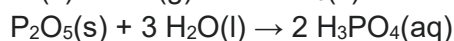
2p

4. Fosforihappo

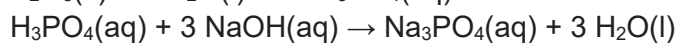
4.1



2p

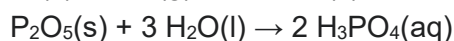
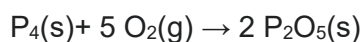


2p



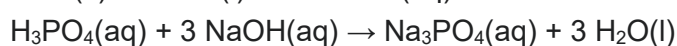
2p

4.2

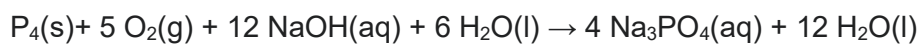


II·2

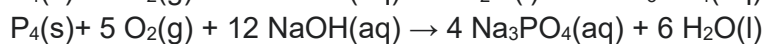
1p



II·4



0p



1p

$$n(\text{P}_4) = \frac{m(\text{P}_4)}{M(\text{P}_4)} = \frac{6,50 \text{ g}}{(4 \cdot 30,97 \text{ g/mol})} = 0,05247 \text{ mol} \quad 1\text{p}$$

Reaktioyhtälön perusteella: $n(\text{NaOH}) = 12 \cdot n(\text{P}_4) = 12 \cdot 0,05247 \text{ mol} = 0,6296 \text{ mol}$ 2p

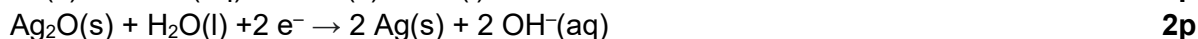
$$V(\text{NaOH}) = \frac{n(\text{NaOH})}{c(\text{NaOH})} = \frac{0,6296 \text{ mol}}{0,200 \text{ mol/l}} = 3,148 \text{ l} \approx 3,15 \text{ l} \quad 2\text{p}$$

4.3

Allotropia tarkoittaa, että sama alkuaine voi esiintyä samassa paineessa ja lämpötilassa erilaisissa kemiallisissa muodoissa. Allotropia on seurausta saman alkuaineen atomien erilaisesta sitoutumisesta ja niiden muodostamasta kiderakenteesta. Esimerkiksi hiilen allotrooppiset muodot ovat timantti, grafiitti, grafeeni ja fullereeni. 2p

5. Nappiparisto

5.1



Sinkki hapettuu (luovuttaa elektroneja) ja hopea pelkistyy (vastaanottaa elektronin). 2p

5.2

Sinkki on negatiivinen elektrodi, koska sen hapettumisessa vapautuu elektroneja 1p



5.3

$$z = 2 \quad 1\text{p}$$

$$m(\text{Zn}) = nM \quad 1\text{p}$$

$$n(\text{Zn}) = \frac{It}{zF} \quad 1\text{p}$$

$$m(\text{Zn}) = \frac{It}{zF} \cdot M = \frac{1,5 \text{ A} \cdot 22 \cdot 60 \text{ s}}{2 \cdot 96\,485 \frac{\text{As}}{\text{mol}}} \cdot 65,38 \text{ g/mol} = 0,6708 \text{ g} \approx 0,67 \text{ g} \quad 2\text{p}$$

6. Rautapitoisuuden määrittäminen kolorimetrimen avulla

6.1

Standardiliuokset tehdään kantaliuoksesta, jonka rautapitoisuus on 20 mg/l. Liuokset valmistetaan 100 ml:n mittapulloihin. Lasketaan, kuinka paljon kantaliuosta pitää ottaa mittapipetin/täyspipetin avulla.

1. Liuos valmistetaan niin, että 100 ml:n mittapulloon laitetaan vain 5 ml rikkihappoliuosta, 6 ml natriumasetaattiliuosta ja 5 ml fenantroliniliuosta. Tämän jälkeen mittapullo täytetään merkkiin saakka tislatulla vedellä.

1p

2. Standardiliuos:

$$c_1 = 20 \text{ mg/l}$$

$$V_1 = ?$$

$$c_2 = 0,4 \text{ mg/l}$$

$$V_2 = 100 \text{ ml}$$

$$c_1 V_1 = c_2 V_2$$

$$V_1 = \frac{c_2 V_2}{c_1} = \frac{0,4 \text{ mg/ml} \cdot 100 \text{ ml}}{20 \text{ mg/ml}} = 2,00 \text{ ml}$$

1p

Standardiliuos	Standardiliuosten pitoisuus (mg/l)	Pipetin koko (ml)
1	0	--
2	0,4	2,0
3	1,0	5,0
4	2,0	10,0
5	3,0	15,0
6	4,0	20,0

1p

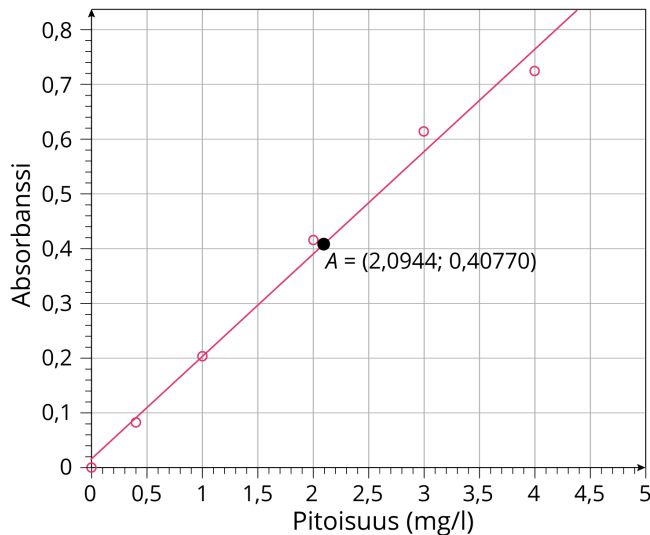
Kantaliuospullosta kaadetaan keitinlasiin liuosta ja siitä otetaan täyspipetillä tai mittapipetillä liuosta. Mitattu liuos siirretään 100 ml:n mittapulloon ja lisätään joukkoon 5 ml rikkihappoliuosta, 6 ml natriumasetaattiliuosta ja 5 ml fenantroliniliuosta. Sen jälkeen mittapullo täytetään merkkiin saakka tislatulla vedellä. Kun mittapulloon on laitettu korkki, mittapulloa vielä käännellään, jotta liuos sekoittuisi tasaisesti veteen.

1p

6.2

Kuvaajasta luetaan absorbanssiarvolla 0,4077 pitoisuudeksi 2,09 mg/l.

1p



2p

Näytteen pitoisuus 2,09 mg/l:

$V(\text{näyte}) = 100 \text{ ml}$

$m(\text{näyte}) = 2,09 \text{ mg/l} \cdot 0,1 \text{ l} = 0,209 \text{ mg}$

1p

Laimennos tehtiin 1 : 100, joten 250 ml:ssa on

$0,209 \text{ mg} \cdot 100 = 20,9 \text{ mg}.$

1p

$m(\text{jauhe}) = 91,9 \text{ mg}$

$m(\text{tabletti}) = 414,2 \text{ mg}$

$$\frac{20,9 \text{ mg}}{91,9 \text{ mg}} = \frac{x}{414,2 \text{ mg}}$$

1p

$m(\text{Fe-tabletissa}) \approx 94,2 \text{ mg}$

2p

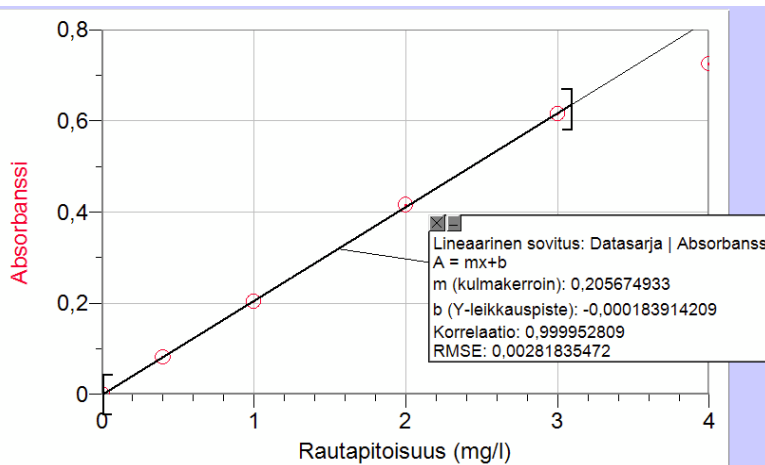
2. ratkaisu

Viimeinen piste ei osu samalle suoralle muiden kanssa, joten jätetään se pois sovituksesta.

1 p

Ioni

Kertauskirja



2p

Kuvaajasta luetaan absorbanssiarvolla 0,4077 pitoisuudeksi 1,98 mg/l.

1p

Näytteen pitoisuus 1,98 mg/l:

$V(\text{näyte}) = 100 \text{ ml}$

$m(\text{näyte}) = 1,98 \text{ mg/l} \cdot 0,1 \text{ l} = 0,198 \text{ mg}$

1p

Laimennos tehtiin 1 : 100, joten 250 ml:ssa on

$0,198 \text{ mg} \cdot 100 = 19,8 \text{ mg}$.

1p

$m(\text{jauhe}) = 91,9 \text{ mg}$

$m(\text{tabletti}) = 414,2 \text{ mg}$

$$\frac{19,8 \text{ mg}}{91,9 \text{ mg}} = \frac{x}{414,2 \text{ mg}}$$

1p

$m(\text{Fe-tabletissa}) \approx 89,2 \text{ mg}$

1p

Rautapitoisuus jäi hieman alle paketissa ilmoitetusta 100 mg:sta. Tulos on lähellä 100 mg ja johtopäätösten tekemiseksi pitäisi tutkia useampi pilleri ko. tuotteesta.

1p

6.3

Rautaliuos oli punainen, joten se absorboi hyvin vastavärin eli vihertävän valon aallonpituutta 510 nm.

2p

7. Videotehtävä

7.1

Videolla veden ja heksaanin (väritön neste) joukkoon laitetaan kiinteää valkoista kookosöljyä. Kun keitinlaseissa olevia seoksia sekoitetaan, huomataan öljyn liukenevan heksaanin joukkoon ja jäävän kiinteänä möykkynä veden joukkoon. **1p**

Kookosöljy (rasva) on poolitonta ja vesi poolista, joten ne eivät liukene toisiinsa vaan jäävät kerroksiksi (kaksi eri faasia). Muodostuu heterogeeninen kiinteä-nesteseos. **2p**

Heksaani on pooliton hiilivety ja siksi pooliton kookosöljy liukenee siihen. (Samanlainen liuottaa samanlaista). Molekyylien välille syntyy dispersiovoimia. Syntyy homogeeninen/ tasakoosteinen seos. **2p**

7.2

Videolla veden ja heksaanin joukkoon laitetaan merisuolaa, joka on pääasiassa natriumkloridia NaCl. Kun keitinlaseja sekoitetaan lasisauvalla, suolan huomataan jäävän keitinlasin pohjalle heksaaniliuoksessa mutta liukenevan veden joukkoon. **1p**

Poolinen vesi liuottaa ioniyhdisteitä. Liukenemisessa ionihilasta irtoaa positiivisia Na^+ -ioneja eli kationeja ja negatiivisia Cl^- -ioneja eli anioneja. Vesimolekyylit sitoutuvat ionien ympärille ioni-dipolisidoksilla. Syntyy homogeeninen/ tasakoosteinen seos. **2p**

Pooliton heksaani ei liuota ioniyhdisteitä. Syntyy heterogeeninen seos. **2p**

7.3

Videolla käytetään erotusmenetelmänä suodatusta ja uuttamista. **2p**

Hyväksyttäviä havaintoja ovat esimerkiksi: (1p/kohta)

- Veden väri muuttuu, kun vesi suodatetaan kahvin läpi veteen.
- Uutetaan kahvista, väri (haju- ja makuaineet) kahvijuomaan
- Suodatuksessa veteen liukenematon osa jää suodatinpaperille.
- Syntyvässä kahvijuomassa/liuoksessa ei ole havaittavissa selkeää faasirajapintaa.

3p

8. Tasapainoreaktio

8.1

$$K = \frac{[\text{SO}_3]^2}{[\text{SO}_3]^2 \cdot [\text{O}_2]} \text{ yksikötarkastelu } \frac{(\text{mol/l})^2}{(\text{mol/l})^2 \cdot (\text{mol/l})} = (\text{mol/l})^{-1} = \text{l/mol} \quad \mathbf{4p}$$

Litran paikalla voi olla dm^3

8.2

$$c(\text{SO}_3) = \frac{n}{V} = \frac{8,0 \text{ mol}}{2,0 \text{ l}} = 4,0 \text{ mol/l}$$

$$c(\text{SO}_2) = c(\text{O}_2) = \frac{0,40 \text{ mol}}{2,0 \text{ l}} = 0,20 \text{ mol/l}$$

$$Q = \frac{(4 \text{ mol/l})^2}{(0,2 \text{ mol/l})^2 \cdot (0,2 \text{ mol/l})} = 2000 \text{ l/mol} > 280 \text{ l/mol} \quad \mathbf{4p}$$

$Q > K$, joten reaktio ei ole tasapainossa, sillä konsentraatiot eivät vastaa tasapainovakion mukaisia konsentraatioita. Jotta reaktio olisi tasapainossa, nimittäjän tulee kasvaa. Tällöin lähtöaineita tulee muodostua lisää. Palautuva reaktio on nopeampi kuin etenevä reaktio.

2p

8.3

Le Châtelier'n periaatteen mukaisesti suljetun reaktioastian tilavuuden kasvattaminen siirtää tasapainoasemaa suuntaan, jossa on enemmän kaasuhiukkasia. Reaktioyhtälön mukaisesti lähtöaineissa on enemmän kaasuhiukkasia (3 moolia) kuin tuotteissa (2 moolia).

Tasapainoasema siirtyy siis lähtöaineiden puolelle.

3p

Tasapainovakion arvo ei muutu, koska lämpötila ei muutu.

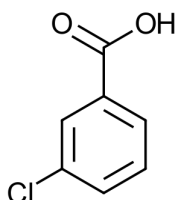
2p

9. Bumetadinin synteesi

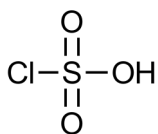
9.1

Esimerkiksi

2p



9.2



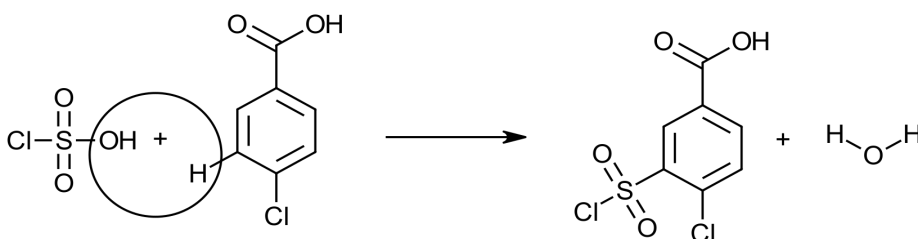
2p

Isommilla atomeilla, kuten rikillä, oktettisääntö ei aina päde, koska kolmannesta jaksosta eteenpäin atomin ulkokuorelle mahtuu enemmän kuin kahdeksan elektronia (*d*-orbitaalille *s*- ja *p*-orbitaalien lisäksi).

2p

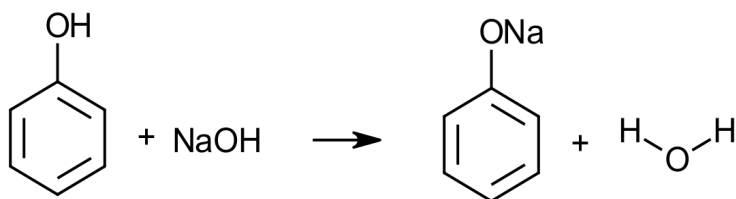
9.3 Toinen tuote on vesi ja reaktiotyyppi on kondensaatioreaktio/aromaattinen substituutio.

4p



9.4 Kyseessä on neutraloitumisreaktio (happo-emäsreaktio).

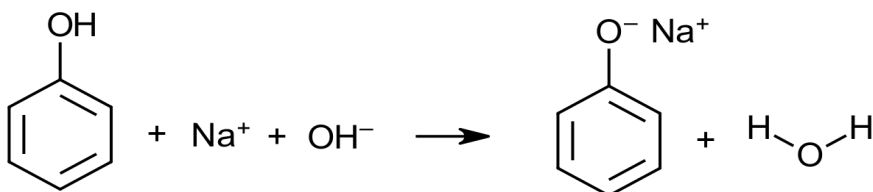
2p



tai

Ioni

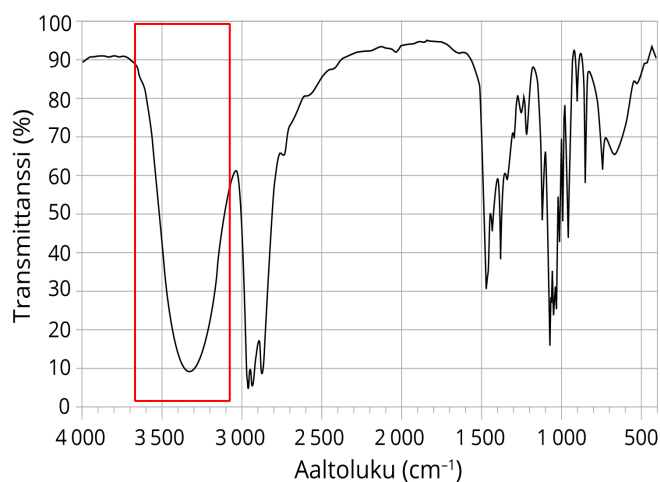
Kertauskirja



4p

9.5 IR-spektri kertoo, että yhdisteessä on hydroksyyliiryhmä. Hydroksyyliiryhmän leveä piikki löytyy alueelta 3 200–3 600 cm^{-1} .

2p



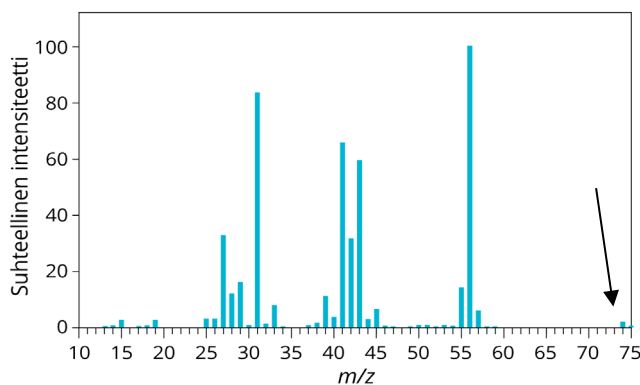
Synteesikaaviosta voidaan päätellä, että yhdisteessä on 4 hiiltä.
Yhdiste on butan-1-oli.

1p

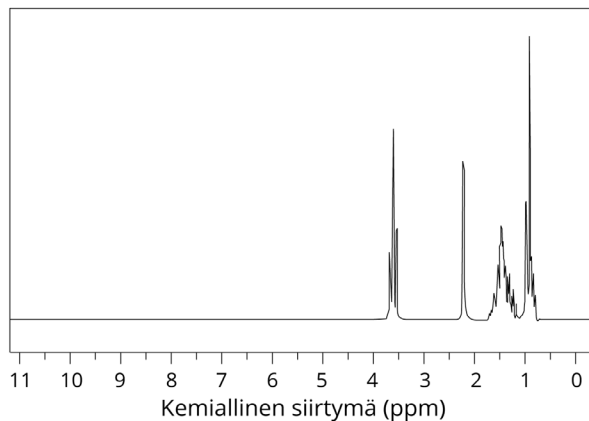
1p

Muut spektrit tukevat tätä.

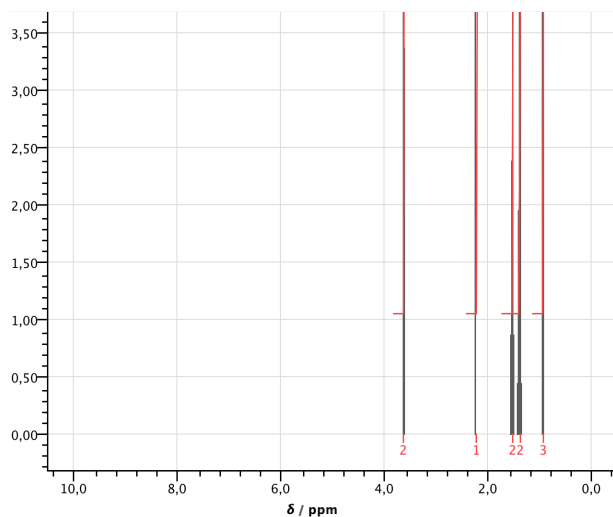
Massaspektristä saadaan moolimassaksi 73 tai 74 g/mol ja 1-butanolin moolimassa on $M(\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}) = 74,12 \text{ g/mol}$.



1-butanolin H NMR- spektrissä piikit ovat samoilla kohdilla MarvinSketchin spektrissä kuin tehtävänkin spektrissä.

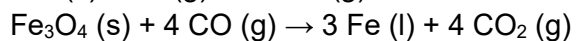
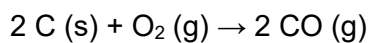


MarvinSketchin H NMR-spektri:



10. Vetyteollisuutta

10.1



2p

10.2

Vihreällä vedyllä tarkoitetaan uusiutuvalla energialla, kuten aurinko- ja tuulienergialla, vedestä tuotettua vetyä.

1p

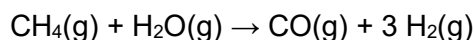
Terästä tarvitaan maailmalla suuria määriä tulevaisuuden uusiutuvan energiainfrastruktuurin, kuten tuuliturbiinien rakentamisessa, sekä rakennus- ja autoteollisuudessa. CO₂ on yksi kasvihuonekaasuista. Perinteisessä teräksen valmistuksessa pelkistämiseen käytetään kivihiilestä valmistettua koksia. Prosessista vapautuu valtavat määrät hiilidioksidia. Maailman hiilidioksidipäästöistä ja myös Suomen hiilidioksidipäästöistä noin seitsemän prosenttia syntyy teräksen valmistuksesta.

1p

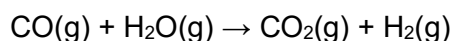
Itse vedyn tuottamisen vaatima energiamäärä voisi olla 5–7 terawattituntia. Teräksen tuotannon vetypelkistykseen siirtymisen kannalta haaste on esimerkiksi tuulituotannon epätasaisuus. Vety on hyvin pienimolekyylinen kaasu, joka kulkeutuu herkästi rakenteiden läpi. Teräksen valmistusprosessin pitäisi pystyä pyörimään tasaisesti, mutta vedyn reaktiivisuuden vuoksi sen varastointi suuressa mittakaavassa on haasteellista.

2p

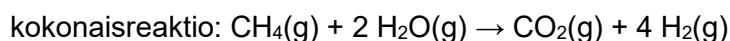
10.3



1p

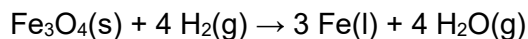


1p

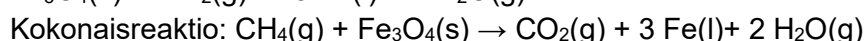
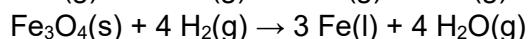
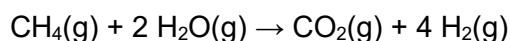


2p

10.4



2p



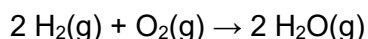
2p

10.5

$$V(\text{O}_2 + \text{H}_2) = 472 \text{ dm}^3$$

$$V(\text{H}_2) = 106 \text{ dm}^3 \text{ jäi reagoimatta ja } 366 \text{ dm}^3 \text{ osallistui reaktioon}$$

Kaasureaktioissa ainemäärien suhde on sama kuin kaasujen tilavuuksien suhde.



1p

$$V(\text{O}_2) = x$$

$$V(\text{H}_2) = 2x$$

$$x + 2x = 366 \text{ dm}^3$$

$$x = 122 \text{ dm}^3$$

Prosentteina:

$$\frac{122}{472} \cdot 100 \% = 25,847 \% \approx 25,8 \%$$

$$\text{Vetyä: } 100 \% - 25,8 \% = 74,2 \%$$

2p

Lasketaan, kuinka paljon vettä syntyi.

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,01 \text{ g/mol}$$

Reaktioyhtälön kertoimien perusteella reaktiossa syntyy vettä yhtä suuri ainemäärä kuin vetyä kuluu.

$$T = 25 \text{ }^\circ\text{C} = 298,15 \text{ K}$$

$$p = 101\,325 \text{ Pa}$$

$$pV = nRT$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{101\,325 \text{ Pa} \cdot 244 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8,31446 \frac{\text{Pa} \cdot \text{m}^3}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 298,15 \text{ K}} = 9,9733 \text{ mol} \quad 1\text{p}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = nM = 9,9733 \text{ mol} \cdot 18,01 \text{ g/mol} = 179,619 \text{ g} \quad 1\text{p}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m}{\rho} = \frac{179,619 \text{ g}}{0,998 \text{ g/mol}} = 179,979 \text{ ml} \approx 180 \text{ ml} \quad 1\text{p}$$

11. Happamuuden säätely

11.1



11.2

$$n(\text{NaCl}) = \frac{m}{M} = \frac{2000 \text{ g}}{58,44 \text{ g/mol}} = 34,22 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4, 80\text{-}\% \text{ liuos}) = \rho V = 1,72 \text{ g/cm}^3 \cdot 2000 \text{ cm}^3 = 3440 \text{ g} \quad 1\text{p}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}) = 0,80 \cdot m(\text{H}_2\text{SO}_4, 80\text{-}\% \text{ liuos}) = 0,80 \cdot 3440 \text{ g} = 2752 \text{ g} \quad 1\text{p}$$

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m}{M} = \frac{2752 \text{ g}}{98,079 \text{ g/mol}} = 28,06 \text{ mol} \quad 1\text{p}$$

Reaktioyhtälön kertoimien mukaan voidaan päätellä, että rikkihappo on rajoittava tekijä, koska $n(\text{H}_2\text{SO}_4) < n(\text{NaCl})$. 1p

Reaktioyhtälön kertoimien perusteella:

$$n(\text{NaHSO}_4) = n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 28,06 \text{ mol} \quad 1\text{p}$$

$$m(\text{NaHSO}_4) = nM = 28,06 \text{ mol} \cdot 120,06 \text{ g/mol} = 3369 \text{ g} \approx 3,4 \text{ kg} \quad 1\text{p}$$

11.3

Natriumvetykarbonaatti on suola, joka liukenee veteen.



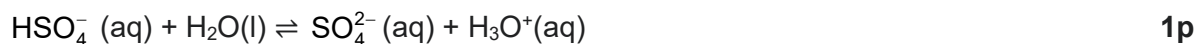
Na^+ -ionilla ei ole happo- eikä emäsluonnetta.

Vetysulfaatti-ioni on vahvan hapon (rikkihapon) vastinemäs, joten se ei toimi emäksenä. Sen sijaan se on heikko happo.

Tai perusteluna:

Vetysulfaatti-ioni on amfolyytti eli se voi toimia happona ja emäksenä. Emäksenä sillä on kuitenkin niin pieni emäsvakion arvo ($K_b(\text{HSO}_4^-) < K_b(\text{H}_2\text{O})$), että se toimii käytännössä vain happona ($K_a(\text{HSO}_4^-) > K_a(\text{H}_2\text{O})$). 1p

Kun vetysulfaatti-ioni protolysoituu, syntyy oksoniumioneja ja pH-arvo alenee.



11.4

$$m(\text{NaHSO}_4) = 10 \text{ g}$$

$$n(\text{NaHSO}_4) = n(\text{HSO}_4^-) = \frac{m}{M} = \frac{10 \text{ g}}{120,06 \text{ g/mol}} = 0,0832 \text{ mol}$$

$$c(\text{HSO}_4^-) = \frac{n}{V} = \frac{0,08329 \text{ mol}}{1000 \text{ l}} = 8,329 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l} \quad 1\text{p}$$

	$\text{HSO}_4^- (\text{aq}) +$	$\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons$	$\text{SO}_4^{2-} (\text{aq}) +$	$\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$
$c_a (\text{mol/l})$	$8,329 \cdot 10^{-5}$	–	0	0
$c_{\text{tp}} (\text{mol/l})$	$8,329 \cdot 10^{-5} - x$	–	x	x

1p

$$K_a = \frac{[\text{SO}_4^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HSO}_4^-]} = \frac{x^2}{8,329 \cdot 10^{-5} - x} = 1,1 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l} \quad 1\text{p}$$

Ratkaistaan laskimen ratkaise-toiminnolla.

$$x = 8,266 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l tai } x = -0,011083 \text{ mol/l} \quad 1\text{p}$$

Vain positiivinen luku kelpaa oksoniumionin konsentraatioksi.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,00008266 \text{ mol/l}$$

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg 0,00008266 = 4,0826 \approx 4,08 (4,1) \quad 1\text{p}$$

11.5

Natriumkarbonaatti on suola, joka liukenee veteen.



Na^+ -ionilla ei ole happo- eikä emäsluonnetta. 1p

Karbonaatti-ioni on emäs, joka protolysoituu vedessä ($K_b(\text{CO}_3^{2-}) > K_b(\text{H}_2\text{O})$) ja muodostuu hydroksidi-ioneja. Tällöin pH-arvo kasvaa. 1p

