



Jakso 1 Mooli, Ainemäärä ja konsentraatio

- ❖ **Jakson tavoitteet, opetusvinkkejä, ajankäyttö**
- ❖ **Tutki ja kokeile!**
 - **Työ 3. Karboksyylihapon moolimassan määrittäminen kokeellisesti**
 - **Työ 4. Liuoksen valmistaminen ja laimentaminen**
 - **Työ 5. Väkevän hapon laimentaminen ja konsentraation tarkistaminen**
- ❖ **Kertaustestejä**
- ❖ **Kaavioita ja kuvapohjia**
- ❖ **Oppikirjan laskutehtävien ratkaisut**



Jakson tavoitteet, opetusvinkkejä, ajankäyttö

Jakso 1 sisältää useita OPS:n mukaisia sisältöjä, joista keskeisimpiä ovat ainemäärä ja konsentraatio sekä liuosten valmistus. Tämän jakson tavoite on, että opiskelija osaa käyttää jaksollista järjestelmää alkuaineiden ja yhdisteiden moolimassan ratkaisemiseksi

ymmärtää, mikä ero on ainemäärällä (suure) ja mooli (yksikkö) ja mitä tarkoittaa konsentraatio

osaa käyttää ja soveltaa suureyhtälöitä $n = \frac{N}{N_A}$, $n = \frac{m}{M}$ ja $c = \frac{n}{V}$

ymmärtää, mikä on Avogadron vakio ja kuinka sitä hyödynnetään

osaa selittää, kuinka liuoksia valmistetaan ja laimennetaan

osaa valmistaa ja laimentaa liuoksia käytännössä sekä huomioida mahdolliset työturvallisuuseikat (esimerkiksi väkevän hapon laimennus, syövyttävien aineiden käsittely, astioiden merkitseminen).

Jakso alkaa (luku 1.1) kertauksella isotoopeista, josta siirrytään käsitteeseen alkuaineen suhteellinen atomimassa. Esimerkissä 1 on esitetty malli, kuinka alkuaineen suhteellinen atomimassa lasketaan alkuaineen isotooppikoostumuksesta. Opiskelijat voivat harjoitella näitä laskuja itsenäisesti.

Ainemäärään ja konsentraatioon (luvut 1.2 ja 1.3) liittyviä tehtäviä on syytä harjoitella monipuolisesti.

Kaavioita ja kuvapohjia -osiosta löytyy materiaalia asian käsittelyyn keskustellen / täydentäen jne.

Ohjeet laskennallisten tehtävien täsmälliseen ratkaisuun ovat oppikirjan liitteenä.

Opiskelijat voivat edetä tehtävien teossa omaan tahtiinsa (yksin tai pienryhmässä), sillä tehtävät eivät ole laskennallisesti vaativia. Opiskelijoiden heterogeenisuus tulee usein esille, kun siirrytään kvantitatiiviseen kemiaan, sillä useille opiskelijoille sanallisten tehtävien ”purkaminen” ja eri suureyhtälöiden symbolikieli voi olla vaikeaa. OPS:n oppimiskäsityksen mukaan opettaja voi tässä(kin) yhteydessä olla oppimisprosessin seuraaja ja ohjaaja. Opiskelijan etenemistä ja itsearviointia (reflektointia) varten voi hyödyntää Kaavioita ja kuvapohjia -osion lomaketta ”Miten kemian laskutehtävät onnistuvat?”



Digikirjassa (ja tässä aineistossa) on tehtävien oikeat ratkaisut. Opiskelijaa tulee ohjata käyttämään niitä tehokkaasti ja pohtimaan niiden avulla omaa oppimistaan ja sen etenemistä. Aika ajoin oppituntien lopuksi opiskelijoilta voi pyytää vapaamuotoisen palautteen (kirjallisesti tai esim. Padlet-seinällä) pyytämällä heitä vastaamaan kysymykseen ”Mitä opin tällä oppitunnilla?” tai ”Missä onnistuin tällä oppitunnilla?”

OPS:n sisältöihin liittyen liuosten valmistusta ja laimentamista on syytä harjoitella joko käytännössä tai videoleikkeinä kuvattujen töiden avulla. Töihin liittyvien lomakepohjien avulla opettaja voi arvioida opiskelijan saavuttamia tietoja ja taitoja tässä OPS:n keskeisessä asiassa.

Ajankäyttö: 4 oppituntia (75 min)

6 oppituntia (45 min)



Tutki ja kokeile!


Työ 3. Karboksyylihapon moolimassan määrittäminen kokeellisesti

Työn toteutus ja arviointi

Työn tavoitteet	Työn toteutus ja ajankäyttö	Arviointi	Pisteet ys
Harjoitellaan moolimassan laskemista mittaustulosten ja aineen rakennekaavan avulla.	Työ kannattaa toteuttaa esimerkiksi 3–4 opiskelijan ryhmissä, sillä titraus työmenetelmänä ja tasapainotettu reaktioyhtälö eivät ole KE2-kurssin keskeisiä sisältöjä.	1. Natriumhydroksidin ainemäärä ratkaistu oikein, yksiköt oikein, merkitsevät numerot oikein.	4 p
Opitaan käyttämään suureyhtälöitä $n = \frac{m}{M}$ ja $c = \frac{n}{V}$	Työn nopeuttamiseksi opettaja voi etukäteen punnita ja liuottaa bentsoehapon sekä täyttää byretin NaOH:lla.	2. Ainemäärien verranto (kirjaintunnus, lukuarvo ja yksikkö) merkitty oikein.	2 p
Kerrataan, mitä tarkoittaa neutraloituminen.	Työn voi myös katsoa videoleikkeeltä, jolloin aikaa tulosten käsittelyyn jää enemmän.	3. Moolimassa ratkaistu ja merkitty oikein (kirjaintunnus + lukuarvo + yksikkö + ilmoitettu taulukkokirjan tarkkuudella).	4 p
Harjoitellaan, kuinka happo-emästitraus tehdään.	Ajankäyttö: Mikäli työ tehdään käytännössä, aikaa kuluu 1 oppitunti, jolloin opiskelijat tekevät tulosten käsittelyn kotona. Mikäli opettaja valmistele työn (katso edellä) tai se katsotaan videoleikkeenä, tulosten käsittely voidaan tehdä yhdessä oppitunnilla.	4. Moolimassa ratkaistu ja merkitty oikein (kirjaintunnus + lukuarvo + yksikkö + taulukkokirjan tarkkuus).	4 p
Harjoitellaan pohtimaan ja vertailemaan saatuja tuloksia.		5. Sanallinen vertailu ja kaksi tulokseen vaikuttavaa seikkaa mainittu.	3 p
		6. Osattu selittää oikein, miksi veden tilavuudella ei ole merkitystä.	2 p
		Yhteensä	19 p



Liuosten valmistus:


- NaOH(aq) ($c = 0,10 \text{ mol/l}$) 

Punnitaan mahdollisimman tarkasti 3,9998 g NaOH:a.

Liuotetaan natriumhydroksidi noin 500 ml:aan tislattua vettä. Täytetään liuos mittapullossa litraksi.

HUOM! Mikäli käytössä ei ole tislattua / deionisoitua vettä, liuosta kannattaa valmistaa vain se tilavuus, mikä työssä kuluu. Vesijohtoveteen valmistettuna liuos samenee pikkuhiljaa (vesijohtoveden metalleja saostuu niukkaliukoisine hydroksideina) ja konsentraatio muuttuu.

NaOH-liuos myös sitoo ilman hiilidioksidia, jolloin liuokseen muodostuu natriumkarbonaattia ja alkuperäinen konsentraatio muuttuu.

- fenoliftaleiiniliuosta (1 %) 

Liuotetaan 1 gramma fenoliftaleiinia 100 ml:aan noin 70 % etanolia.

HUOM! fenoliftaleiinin epäillään aiheuttavan perimävaurioita, saattaa aiheuttaa syöpää ja sikiövaurioita.

- Käytä suojavaatetusta ja kertakäyttöhanskoja liuosta valmistaessasi. Vältä ihokosketusta, kun poistat hanskoja.



Tulosten käsittely, tulkinta ja johtopäätökset – malliratkaisut

1. Laske natriumhydroksidin ainemäärä sen konsentraation ja byretistä luetun tilavuuden (= titrauskulutus) avulla.

Ratkaisu:

$$c(\text{NaOH}) = 0,10 \text{ mol/l}$$

$$V(\text{NaOH}) = 9,0 \text{ ml} = 9,0 \cdot 10^{-3} \text{ l}$$

$$n(\text{NaOH}) = c \cdot V = 0,10 \text{ mol/l} \cdot 9,0 \cdot 10^{-3} \text{ l} = 9,000 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \approx 9,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} .$$

2. Tiedetään, että yksi mooli natriumhydroksidia neutraloi yhden moolin bentsoehappoa. Merkitse tämän perusteella näyteliuoksessa olleen bentsoehapon ainemäärä.

Ratkaisu:

$$n(\text{bentsoehappo}) = n(\text{NaOH}) = 9,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

3. Laske bentsoehapon moolimassa edellisen kohdan ainemäärän ja näytteen punnitun massan avulla.

Ratkaisu:

$$n(\text{bentsoehappo}) = 9,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$m(\text{bentsoehappo}) = 0,1096 \text{ g}$$

$$M(\text{bentsoehappo}) = \frac{m(\text{bentsoehappo})}{n(\text{bentsoehappo})} = \frac{0,1096 \text{ g}}{9,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}} = 121,8 \text{ g/mol} \approx 120 \text{ g/mol} .$$

4. Laske bentsoehapon moolimassa sen rakennekaavan perusteella (kuva 1).

Ratkaisu:

$$M(\text{bentsoehappo}) = (7 \cdot 12,01 + 6 \cdot 1,008 + 2 \cdot 16,00) \text{ g/mol} = 122,118 \text{ g/mol} .$$



5. Vertaa kokeellisesti saatua moolimassaa rakennekaavan avulla laskettuun moolimassaan ja pohdi, mistä mahdollinen ero voisi johtua. Mainitse kaksi seikkaa.

Ratkaisu:

Kokeellisesti saatu moolimassa (121,8 g/mol) on hieman **pienempi** kuin rakennekaavan perusteella laskettu moolimassa (122,118 g/mol).

Koska saatu arvo on hieman pienempi kuin oikea arvo (eli titrauksen avulla laskettu n (bentsoehappo) on liian suuri) ero voi johtua seuraavista seikoista:

- NaOH:a on lisätty liikaa eli titrauskulutus on liian suuri, jolloin bentsoehapon ainemääräksi tulee liian suuri luku (jakaja liian suuri)
- titrauksen päätepiste on havaittu liian myöhään (katso edellinen kohta)
- käytetty NaOH-liuos on ollut hieman laimeampaa kuin 0,10 mol/l, jolloin sitä on tarvittu bentsoehapon neutraloimiseen enemmän; tällöinkin bentsoehapon ainemääräksi tulee liian suuri luku.

HUOM! koska massa oli punnittu erittäin tarkalla analyysivaa'alla, opiskelijan tulisi ymmärtää, että vaa'an epätarkkuus ei ole oikea perustelu.

HUOM! Jos opiskelija perustelee saatua tulosta sillä, että kaikki bentsoehappo ei ollut liennut tai että bentsoehappoa oli jäänyt erlenmeyerpullon seinämille, on päätelmä virheellinen. Tällöinhän $n(\text{NaOH}) \Rightarrow n(\text{bentsoehappo})$ olisi pienempi, ja moolimassan arvo kasvaisi. Nämä selitykset kelpaavat, mikäli kokeellisesti saatu tulos on suurempi kuin oikea moolimassa.

6. Miksi bentsoehapon liuottamiseen lisätyn veden tilavuutta ei tarvitse tietää tarkasti, vaan se voidaan mitata mittalasilla?

Ratkaisu:

Lisätyn veden määrällä ei ole väliä, sillä **bentsoehapon ainemäärä** ei muutu liuotettaessa.



Työ 3. Karboksyylihapon moolimassan määrittäminen kokeellisesti

Nimi / nimet: _____

_____ Pisteet: ____/____

1. Laske natriumhydroksidin ainemäärä sen konsentraation ja byretistä luetun tilavuuden (= titrauskulutus) avulla.

2. Tiedetään, että yksi mooli natriumhydroksidia neutraloi yhden moolin bentsoehappoa. Merkitse tämän perusteella näyteliuoksessa olleen bentsoehapon ainemäärä.

3. Laske bentsoehapon moolimassa edellisen kohdan ainemäärän ja näytteeksi punnitun massan avulla.



4. Laske bentsoehapon moolimassa sen rakennekaavan perusteella (kuva 1).

5. Vertaa kokeellisesti saatua moolimassaa rakennekaavan avulla laskettuun moolimassaan ja pohdi, mistä mahdollinen ero voisi johtua. Mainitse kaksi seikkaa.

6. Miksi bentsoehapon liuottamiseen lisätyn veden tilavuutta ei tarvitse tietää tarkasti, vaan se voidaan mitata mittalasilla?



Työ 4. Liuoksen valmistaminen ja laimentaminen

Työn tavoitteet	Työn toteutus ja ajankäyttö	Arviointi	Pisteytys
<p>Harjoitellaan, kuinka liuos valmistetaan, kun lähtöaineena on kiinteä aine.</p> <p>Harjoitellaan tarkkojen mittavälineiden (mittapullo, täys- tai mittapipetti) käyttöä.</p> <p>Harjoitellaan, kuinka liuoksen laimennus tehdään.</p> <p>Sovelletaan suureyhtälöitä $n = \frac{m}{M}$ ja $c = \frac{n}{V}$ sekä verrantoa liuoksen laimennuslaskussa.</p>	<p>Työ kannattaa toteuttaa mahdollisimman pienissä ryhmissä (tai katsomalla videoleikkeeltä), jotta jokainen opiskelija joutuu pohtimaan OPS:n sisältöjen mukaisesti liuoksen valmistamista, laimentamista ja niihin liittyviä laskuja.</p> <p>Lisäksi välineiden oikea valinta ja käyttö jäävät mieleen paremmin, kun työ tehdään esim. pareittain.</p> <p>Työhön liittyvät laskut voi antaa ennalta kotitehtäväksi. Opettaja ilmoittaa tällöin, mikä tilavuus (voi myös vaihdella eri opiskelijoilla / ryhmillä) liuosta ja laimennosta tehdään.</p> <p>Laskujen oikeellisuus tulee arvioitavaksi vasta, kun opiskelija palauttaa työhön liittyvän lomakkeen.</p> <p>Opettaja voi koota tarvittavat välineet valmiiksi, paitsi laimennosta varten tarvittava pipetti jätetään opiskelijan valittavaksi. Pipetin valinta perustuu laimennuslaskuun, joka on osa työn arviointia (mikäli opettaja niin haluaa).</p> <p>Työ sopii myös työskentelytaitojen arviointiin.</p> <p>Ajankäyttö: 1 oppitunti</p>	<p>Osa 1.</p> <p>1. Liuoksen valmistukseen liittyvät laskut oikein (suureet, yksiköt, merkitsevät numerot).</p> <p>2. Liuoksen valmistuksen keskeiset vaiheet (punnitus mahdollisimman tarkasti, liuotus lopputilavuutta pienempään tilavuuteen vettä, siirto mittapulloon, dekanterilasin huuhtominen, liuoksen lopputilavuuden säätäminen).</p> <p>Osa 2.</p> <p>3. Laimentamiseen liittyvät laskut oikein (arviointi, katso tehtävä 1).</p> <p>4. Liuoksen laimentamisen eri vaiheet (pipetointi mitta-/täyspipetillä, siirto mittapulloon, lopputilavuuden säätäminen).</p> <p>Yhteensä</p>	<p>5 p</p> <p>5 p</p> <p>4 p</p> <p>3 p</p> <p>17 p + mahdolliset työskentelystä tulevat pisteet</p>



Tulosten käsittely, tulkinta ja johtopäätökset – malliratkaisut

Osa 1. Liuoksen valmistaminen

1. Laske, kuinka monta grammaa sakkaroosia on punnittava, jotta saat valitun mittapullon mukaisen tilavuuden liuosta, jonka konsentraatio on 0,10 mol/l.

Ratkaisu:

$$V(\text{liuos}) = 50 \text{ ml} = 0,050 \text{ l}$$

$$c(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 0,10 \text{ mol/l}$$

$$M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 342,296 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = ?$$

$$n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = c \cdot V = 0,10 \text{ mol/l} \cdot 0,050 \text{ l} = 5,000 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = n \cdot M = 5,000 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 342,296 \text{ g/mol} = 1,7115 \text{ g.}$$

Osa 2. Liuoksen laimentaminen

1. Laske, kuinka monta millilitraa osassa 1 valmistettua sakkaroosiliuosta on pipetoitava, jotta saat valitun mittapullon mukaisen tilavuuden sakkaroosiliuosta, jonka konsentraatio on 0,020 mol/l.

Ratkaisu:

$$V_2(\text{liuos}) = 50 \text{ ml} = 0,050 \text{ l}$$

$$c_2(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 0,020 \text{ mol/l}$$

$$c_1(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 0,10 \text{ mol/l}$$

$$V_1(\text{liuos}) = ?$$

Laimennokseen tarvittava sakkaroosin ainemäärä on:

$$n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = c_2 \cdot V_2 = 0,020 \text{ mol/l} \cdot 0,050 \text{ l} = 1,000 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$V_1 = \frac{n}{c_1} = \frac{1,000 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,10 \text{ mol/l}} = 0,01000 \text{ l} = 10 \text{ ml.}$$



Työ 4. Liuoksen valmistaminen ja laimentaminen

Nimi / nimet: _____

_____ Pisteet: ____/____

Osa 1. Liuoksen valmistaminen

1. Liuoksen valmistamiseen liittyvät laskut

2. Lyhyt selostus eri työvaiheista



Osa 2. Liuoksen laimentaminen

3. Liuoksen laimentamiseen liittyvät laskut

4. Lyhyt selostus eri työvaiheista




Työ 5. Väkevän hapon laimentaminen ja konsentraation tarkistaminen

Työn tavoitteet	Työn toteutus ja ajankäyttö	Arviointi	Pisteytys
Opitaan, kuinka väkeviä happoja käsitellään ja laimennetaan turvallisesti.	Jos työ tehdään käytännössä, opiskelijat muistavat paremmin oikean työjärjestyksen väkevien happojen laimennuksia tehtäessä (ensin vesi, sitten happo).	Osa 1. 1. Tiheyden avulla laskettu konsentraatio oikein (suureet, yksiköt, merkitsevät numerot).	6 p
Harjoitellaan liuoksen konsentraation laskemista liuoksen tiheyden avulla.	Jos vetokaappeja ei ole riittävästi, opettaja voi jakaa väkevää etikkahappoa pienemmän erän kullekin ryhmälle valmiiksi työpöydälle.	2. Laimennetun liuoksen konsentraatio laskettu oikein (katso edellä).	6 p
Harjoitellaan suureyhtälön $c = \frac{n}{V}$ käyttöä ja liuoksen laimentamiseen liittyviä laskuja.	Laimennettu etikkahappo kannattaa kerätä talteen. Sitä voi käyttää muissa kemian töissä tai KE3-kurssilla, jonka sisältöihin kuuluu OPS:n mukaisesti titraus työmenetelmänä.	Yhteensä	12 p + mahdolliset työkentelystä tulevat pisteet
Harjoitellaan tarkkojen mittavälineiden (mittapullo, täys- ja mittapipetti) käyttöä.	Konsentraation tarkistaminen sujuu nopeammin, jos opettaja laittaa valmiiksi NaOH:lla täytetyt byretit.	Osa 2. 1. Titraustulosta käytetty oikein konsentraation ratkaisemiseksi (suureet, yksiköt, tarkkuus).	6 p
Opitaan tarkistamaan happoliuoksen konsentraatio titrauksen avulla.	Konsentraation tarkistamisen ja siihen liittyvät laskut voi myös katsoa videoleikkeeltä ja antaa tähän osioon liittyvät tehtävät kotitehtäviksi. Työ sopii myös työskentelytaitojen arviointiin.	2. Tulosta vertailtu ja mainittu kaksi seikkaa, jotka voivat vaikuttaa tuloksiin.	3 p
Harjoitellaan tulosten tulkintaa ja virhelähteiden pohdintaa.		3. Pohdittu titraukseen liittyviä virhelähteitä.	1 p/virhelähde



	Ajankäyttö: Liuoksen laimentaminen 20 min, konsentraation tarkistaminen 30 min, jos byretit valmiiksi täytetty.	Yhteensä	9 p + pisteet tehtävästä 3 + mahdolliset työskentelystä tulevat pisteet
--	---	-----------------	--


Liuosten valmistus:

- NaOH(aq) ($c = 0,50 \text{ mol/l}$) 

Punnitaan mahdollisimman tarkasti 19,999 g NaOH:a.

Liuotetaan natriumhydroksidi noin 500 ml:aan tislattua vettä. Täytetään liuos mittapullossa litraksi.

HUOM! Mikäli käytössä ei ole tislattua / deionisoitua vettä, liuosta kannattaa valmistaa vain se tilavuus, mikä työssä kuluu. Vesijohtoveteen valmistettuna liuos samenee pikkuhiljaa (vesijohtoveden metalleja saostuu niukkaliukoisina hydroksideina) ja konsentraatio muuttuu.

NaOH-liuos myös sitoo ilman hiilidioksidia, jolloin liuokseen muodostuu natriumkarbonaattia ja alkuperäinen konsentraatio muuttuu.
- fenoliftaleiiniliuosta (1 %) 

Liuotetaan 1 gramma fenoliftaleiinia 100 ml:aan noin 70 % etanolia.

HUOM! fenoliftaleiinin epäillään aiheuttavan perimävaurioita, saattaa aiheuttaa syöpää ja sikiövaurioita.
- Käytä suojavaatetusta ja kertakäyttöhanskoja liuosta valmistaessasi. Vältä ihokosketusta, kun poistat hanskoja.



Tulosten käsittely, tulkinta ja johtopäätökset – malliratkaisut

1. Käytä hyväksi taulukkokirjasta löytyvää väkevän etikkahapon (etaanihapon) tiheyttä ja ratkaise väkevän etikkahapon (jääetikan) konsentraatio.

Ratkaisu:

$$\rho(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,05 \text{ kg/dm}^3 \text{ (3 merkitsevää numeroa)}$$

$$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60,052 \text{ g/mol}$$

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = ?$$

Väkevän etikkahapon tiheyden perusteella yhdessä litrassa on 1 050 g etikkahappoa.

Ratkaistaan etikkahapon ainemäärä:

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{m}{M} = \frac{1\,050 \text{ g}}{60,052 \text{ g/mol}} = 17,485 \text{ mol}.$$

Väkevän etikkahapon (jääetikan) konsentraatio on siten $17,485 \text{ mol/l} \approx 17,5 \text{ mol/l}$ (3 merkitsevää numeroa tiheyden arvon perusteella).

2. Laske edellisen kohdan perusteella työn osassa 1 laimennetun etikkahapon konsentraatio.

Ratkaisu:

$$c_1(\text{CH}_3\text{COOH}) = 17,485 \text{ mol/l}$$

$$V_1(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,0 \text{ ml} = 0,0010 \text{ l}$$

$$V_2(\text{liuos}) = 50 \text{ ml} = 0,050 \text{ l}$$

$$c_2(\text{CH}_3\text{COOH}) = ?$$

Ratkaistaan laimennokseen tulleen etikkahapon ainemäärä

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = c_1 \cdot V_1 = 17,485 \text{ mol/l} \cdot 0,0010 \text{ l} = 0,017485 \text{ mol}$$

Ratkaistaan etikkahapon konsentraatio valmistetussa laimennuksessa:

$$c_2(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{n}{V_2} = \frac{0,017485 \text{ mol}}{0,050 \text{ l}} = 0,3497 \text{ mol/l} \approx 0,35 \text{ mol/l} \text{ (kaksi merkitsevään}$$

numeroa tilavuuksien V_1 ja V_2 perusteella).



3. Ratkaise työn osan 2 perusteella laimennetun etikkahapon konsentraatio seuraavasti:

- Laske ensin titraustuloksen ($V(\text{NaOH})$) ja natriumhydroksidin konsentraation perusteella, mikä ainemäärä natriumhydroksidia tarvittiin etikkahapon neutraloitumiseen.
- Tiedetään, että näyteliuoksessa olleen etikkahapon ainemäärä on yhtä suuri kuin natriumhydroksidin ainemäärä. Ratkaise tämän tiedon ja etikkahaponäytteen tilavuuden perusteella, mikä oli laimennetun etikkahapon konsentraatio.

Ratkaisu:

$$V(\text{NaOH}) = 7,2 \text{ ml} = 7,2 \cdot 10^{-3} \text{ l}$$

$$c(\text{NaOH}) = 0,50 \text{ mol/l}$$

$$V(\text{laimennos}) = 10 \text{ ml}$$

$$c_2(\text{CH}_3\text{COOH}) = ?$$

$$n(\text{NaOH}) = c \cdot V = 0,50 \text{ mol/l} \cdot 7,2 \cdot 10^{-3} \text{ l} = 3,600 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = n(\text{NaOH}) = 3,600 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$c_2 = \frac{n}{V} = \frac{3,600 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,010 \text{ l}} = 0,3600 \text{ mol/l} \approx 0,36 \text{ mol/l}.$$



4. Vertaa kohdassa 2 laskettua etikkahapon konsentraatiota kohdassa 3 ratkaistuun konsentraatioon ja pohdi, mistä mahdolliset erot voisivat johtua. Mainitse kaksi seikkaa.

Ratkaisu:

Kohdassa 2 laskettu konsentraatio on 0,35 mol/l.

Kohdassa 3 ratkaistu konsentraatio on 0,36 mol/l.

Titrauksen avulla määritetty etikkahappolaimennoksen konsentraatio on siten hieman **suurempi**.

Ero voi johtua seuraavista seikoista:

- väkevää etikkahappoa pipetoitiin mittapipetillä (käytössä ei ollut 1,0 ml:n täyspipettiä), joten laimennokseen tulleen etikkahapon ainemäärä ei ole aivan tarkka – laimennoksesta on tullut väkevämpi
- natriumhydroksidia on lisätty hieman liikaa eli titrauksen päätepistettä ei ole havaittu tarkasti
- käytetyn natriumhydroksidiliuoksen konsentraatio ei ollut aivan tarkka – se saattoi olla laimeampaa, joten sitä kului etikkahapon neutraloitumiseen suurempi tilavuus.

5. Pohdi, mitä epätarkkuuksia titraukseen voi liittyä.

Ratkaisu:

- liuoksen värin muutoksen havaitseminen titrauksen päätepisteessä
- byretin huuhtominen esimerkiksi vedellä titrausliuoksen sijaan
- byretin oikea täyttö ja asteikon lukeminen oikein
- näytteen pipetointi oikein ja mahdollisimman tarkasti
- näytettä voi roiskua erlenmeyerpullon seinämille titrauksen aikana
- titrausliuosta lisättäessä pisarat voivat jäädä erlenmeyerpullon seinämille



Työ 5. Väkevän hapon laimentaminen ja konsentraation tarkistaminen

Nimi / nimet: _____

_____ Pisteet: ____/____

Osa 1. Väkevän etikkahapon laimentaminen

1. Käytä hyväksi taulukkokirjasta löytyvää väkevän etikkahapon (etaanihapon) tiheyttä ja ratkaise väkevän etikkahapon (jäätikan) konsentraatio.

2. Laske edellisen kohdan perusteella työn osassa 1 laimennetun etikkahapon konsentraatio.



Osa 2. Laimennetun etikkahapon konsentraation tarkistaminen

1. Ratkaise työn osan 2 perusteella laimennetun etikkahapon konsentraatio.

2. Vertaa työn osan 1 perusteella laskettua tulosta edellä saatuun tulokseen ja pohdi, mistä mahdolliset erot voisivat johtua. Mainitse kaksi seikkaa.



3. Pohdi, mitä epätarkkuuksia titraukseen voi liittyä.



Syvennä ja sovela opittua! – malliratkaisut

1. Missä elintarvikkeissa etikkahappoa käytetään? Mikä tehtävä etikkahapolla on elintarvikkeen säilyvyyden kannalta?

Ratkaisu:

- etikkasäilykkeissä; viinietikoissa
- etikkahapon happamuus estää mikrobien (hiivat, homeet, bakteerit) kasvua

2. Mikä on etikkahapon ja natriumhydroksidin neutraloitumisreaktiossa syntyvän suolan kaava ja nimi?

Ratkaisu:

NaCH_3COO ; natriumetanaatti / natriumasetaatti

3. Ruokaetikkipullon etiketissä on merkintä: 10 m-% etikkahappo. Laske tämän perusteella etikkahapon konsentraatio ruokaetikassa. Minkä oletuksen joudut tekemään?

Ratkaisu:

Koska 10 m-% etikkahappoliuoksen tiheyttä ei tiedetä, tulee olettaa, että laimean vesiliuoksen tiheys on sama kuin veden tiheys eli 1,0 kg/l.

$$m\text{-}\%(\text{CH}_3\text{COOH}) = 10 \% = 0,10$$

$$\rho(\text{liuos}) = 1,0 \text{ kg/l}$$

$$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60,052 \text{ g/mol}$$

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = ?$$

Oletetun tiheyden perusteella yhden liuoslitran massa on 1 000 grammaa. Ratkaistaan etikkahapon osuus tästä massasta annetun massaprosenttisen osuuden avulla:

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,10 \cdot 1\,000 \text{ g} = 100,0 \text{ g}.$$

MOOLI



Ratkaistaan etikkahapon ainemäärä litrassa liuosta:

$$n = \frac{100,0 \text{ g}}{60,052 \text{ g/mol}} = 1,665 \text{ mol.}$$

Etikkahapon konsentraatioksi saadaan $1,665 \text{ mol/l} \approx 1,7 \text{ mol/l}$.



Kertaustestejä

Opitun testausta

Linkki Kahoot-testiin:

<https://play.kahoot.it/#/k/e7c4194b-8210-4496-a9ed-7a34573bb40e>

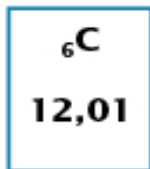


Mooli 2 - Jakso 1. Mooli, ainemäärä ja konsentraatio - testi 1

Nimi: _____ Pisteet: ____ / 16 p

Vastaa tehtäviin 1-10 merkitsemällä, onko väittämä oikein (O) vai väärin (V) tai valitse oikea vaihtoehto ympyröimällä se. Täydennä tehtävät 11-13. Saat käyttää apuna taulukkokirjaa ja laskinta.

1. Oheisen merkinnän perusteella hiiliatomin järjestysluku on 6. _____



2. Tehtävän 1 kuvassa näkyvän lukuarvon 12,01 kirjaintunnus on A. _____

3. Merkinnästä ${}^{13}\text{C}$ voidaan päätellä, että atomissa on 7 neutronia. _____

4. Yksi mooli happikaasua sisältää yhtä monta molekyyliä kuin yksi mooli vetykaasua. _____

5. 58,69 grammaa nikkeliä sisältää yhtä monta atomia kuin 63,55 grammaa kuparia. _____

6. Jos tiedetään hiukkasten lukumäärä (N), tästä voidaan ratkaista ainemäärä (n) seuraavasti: $n = N \cdot N_A$ _____

7. Kirjaintunnus N_A tarkoittaa Avogadron vakiota. _____

8. Kun rautaa punnitaan 5,585 grammaa, tämä massa sisältää $6,022 \cdot 10^{22}$ kappaletta rauta-atomeja. _____



9. Yksi mooli vesimolekyylejä sisältää

- a) yhden moolin vetyatomeja
- b) yhden gramman vesimolekyylejä
- c) kaksi moolia vetyatomeja
- d) yhtä monta kappaletta vety- ja happiatomeja.

10. Fosforihapon kaava on H_3PO_4 . Kaavan perusteella yhdessä moolissa fosforihappoa on

- a) neljä moolia happiatomeja
- b) yhtä monta kappaletta happi- ja vetyatomeja
- c) $6,022 \cdot 10^{23}$ kappaletta vetyatomeja
- d) yhteensä seitsemän moolia eri alkuaineiden atomeja.

11. Tehtävän 1 kuvassa näkyvää lukuarvoa 12,01 kutsutaan hiilen

_____ . (2p)

12. Ihmisen hermosolujen määräksi arvioidaan noin $2 \cdot 10^{-13}$ moolia. Kuinka monta kappaletta hermosoluja on? Ilmoita vastaus yhden merkitsevän numeron tarkkuudella.

_____ . (2p)

13. $M(H_3PO_4) =$ _____ . (2p)



Mooli 2 - Jakso 1. Mooli, ainemäärä ja konsentraatio - testi 1

Oikeat vastaukset:

1. 0

2. V

3. 0

4. 0

5. 0

6. V

7. 0

8. 0

9. c)

10. a)

11. suhteelliseksi atomimassaksi

12. $1 \cdot 10^{11}$ kappaletta

13. 97,994 g/mol



Mooli 2 - Jakso 1. Mooli, ainemäärä ja konsentraatio - testi 2

Nimi: _____ Pisteet: ____ / 16 p

Vastaa tehtäviin 1-10 merkitsemällä, onko väittämä oikein (O) vai väärin (V) tai valitse oikea vaihtoehto ympyröimällä se. Täydennä tehtävät 11-13. Saat käyttää apuna taulukkokirjaa ja laskinta.

1. Yksi mooli happikaasua painaa 16,00 grammaa. _____

2. Moolimassan kirjaintunnus on M ja yksikkö mol/g. _____

3. Eräessä tuotteessa on 40 milligrammaa kalsiumioneja. Kalsiumionien ainemäärä tuotteessa on noin yksi millimooli yhden merkitsevän numeron tarkkuudella. _____

4. Yhden vesimolekyylin massa on noin 18 grammaa. _____

5. 28 grammaa piitä sisältää yhtä monta atomia kuin 2,0 moolia typpikaasua. _____

6. 0,1 moolia metaania CH_4 sisältää 0,5 moolia atomeja. _____

7. $3,011 \cdot 10^{23}$ kappaletta rikkiatomeja painaa 16,04 grammaa. _____

8. Verinäyte sisältää 4,0 mikromoolia glukoosia $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ yhdessä millilitrassa verta.

a) $N(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 2,4 \cdot 10^{21}$

b) 100 millilitrassa verta on tällöin 4,0 millimoolia glukoosia

c) $M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180,156 \text{ g/mol}$

d) $m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 7,2 \text{ g}$



9. Mikä suureyhtälö on oikein, kun tulee ratkaista ainemäärä?

a) $N \cdot N_A$

b) $\frac{m}{N}$

c) $\frac{m}{M}$

10. Kuinka monta happiatomia on 0,50 moolissa kidevedellistä kuparisulfaattia $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$?

a) 2,0

b) $5,4 \cdot 10^{24}$

c) 4,5

d) $3,0 \cdot 10^{23}$

e) $2,7 \cdot 10^{24}$

11. 55,85 milligrammaa rautaa sisältää _____ rauta-atomia. (2p)

12. Natriumkarbonaatin moolimassa on _____. (2p)

13. Veden tiheys huoneenlämmössä on $1,0 \text{ kg/dm}^3$. Juot 2,0 desilitraa vettä. Kuinka monta vesimolekyyliä on tässä tilavuudessa?

_____ . (2p)



Mooli 2 – Jakso 1. Mooli, ainemäärä ja konsentraatio – testi 2

Oikeat vastaukset:

1. V

2. V

3. 0

4. V

5. V

6. 0

7. 0

8. c)

9. c)

10. e)

11. $6,022 \cdot 10^{20}$

12. 105,99 g/mol

13. $6,7 \cdot 10^{24}$



Mooli 2 - Jakso 1. Mooli, ainemäärä ja konsentraatio- testi 3

Nimi: _____ Pisteet: ____ / 16 p

Vastaa tehtäviin 1-10 merkitsemällä, onko väittämä oikein (O) vai väärin (V) tai valitse oikea vaihtoehto ympyröimällä se. Täydennä tehtävät 11-13. Saat käyttää apuna taulukkokirjaa ja laskinta.

1. NaCl-liuos sisältää 0,025 mol natriumkloridia 10 ml:ssa liuosta.

Natriumkloridikonsentraatio on tällöin 0,25 mol/dm³. _____

2. Liuoksen konsentraatio voidaan ratkaista suureyhtälöstä $c = \frac{m}{M \cdot V}$. _____

3. Rikkihappoliuoksen konsentraatio on 1,0 mol/l. 20 ml:ssa tätä liuosta on 20 mmol rikkihappoa. _____

4. Kun 4,0 g vetyfluoridia HF ($M = 20$ g/mol) liuotetaan veteen siten, että liuoksen lopputilavuudeksi tulee 100 ml, $c(\text{HF}) = 2,0$ mol/l. _____

5. 5,0 millilitraa HCl-liuosta, jonka konsentraatio oli 3,0 mol/dm³ laimennettiin 50 ml:ksi. Tässä laimennoksessa $c(\text{HCl}) = 0,030$ mol/dm³. _____

6. Opiskelija punnitsi 3,506 grammaa (0,0600 mol) natriumkloridia. Mikä tulee olla liuoksen lopputilavuus, jotta $c(\text{NaCl})$ olisi 0,30 mol/l?

- a) 20 ml
- b) 200 ml
- c) 2,0 dm³
- d) $2,0 \cdot 10^3$ ml



7. Missä seuraavista liuoksista on suurin natriumionikonsentraatio?

- a) NaCl; $c = 1 \cdot 10^{-3}$ mol/l
- b) Na₂SO₄; $c = 0,001$ mol/l
- c) NaCl; $c = 0,002$ mol/l
- d) Na₂SO₄; $c = 2 \cdot 10^{-3}$ mol/l

8. Opiskelijan tehtävänä oli valmistaa 50 millilitraa NaOH-liuosta. Mikä väline hänen tulee valita saadakseen säädettyä liuoksen lopputilavuuden mahdollisimman tarkasti?

- a) 50 ml:n mittalasi
- b) 50 ml:n täyspipetti
- c) 50 ml:n mittapullo
- d) 50 ml:n dekantterilas

9. Mikä seuraavista ilmaisuista on väärin koskien vesiliuosta, jossa aineen X konsentraatio on 0,10 mol/dm³?

- a) Liuoksessa on 0,10 mol liuennutta ainetta 1000 millilitrassa vettä.
- b) 100 ml tätä liuosta sisältää 10 mmol ainetta X.
- c) Kyseessä on homogeeninen seos.
- d) Liuottimena on käytetty vettä.

10. Suolahapon laimentamista varten sitä tuli mitata 6,4 millilitraa. Millä välineellä saat tämän tilavuuden mahdollisimman tarkasti?

- a) 10 ml:n täyspipetillä
- b) 10 ml:n dekantterilasilla
- c) 10 ml:n mittapipetillä
- d) 10 ml:n mittapullolla



11. Fysiologisen suolaliuoksen NaCl-konsentraatio on $0,15 \text{ mol/dm}^3$. 100 millilitrassa tätä liuosta natriumkloridin ($M = 58,44 \text{ g/mol}$) massa on

_____ . (2p)

12. Saat tehtäväksi laimentaa sakkaroosiliuosta, jonka konsentraatio on $2,0 \text{ mol/l}$, siten, että uudeksi konsentraatioksi tulee mahdollisimman tarkasti $1,0 \text{ mol/l}$. Mihin astiaan valmistat tämän laimennoksen?

_____ . (2p)

13. Tarvitset täsmälleen $25,0$ millilitraa vettä. Millä välinettä käytät veden tilavuuden mittaamiseen?

_____ . (2p)



Mooli 2 – Jakso 1. Mooli, ainemäärä ja konsentraatio – testi 3

Oikeat vastaukset:

1. V

2. 0

3. 0

4. 0

5. V

6. b)

7. d)

8. c)

9. a)

10. c)

11. 0,88 g

12. mittapulloon

13. täyspipettiä (ja pumpettia)



Mooli 2 – Jakso 1. Mooli, ainemäärä ja konsentraatio – testi 4

Nimi: _____ Pisteet: _____ / 16 p

Vastaa tehtäviin 1-10 merkitsemällä, onko väittämä oikein (O) vai väärin (V) tai valitse oikea vaihtoehto ympyröimällä se. Täydennä tehtävät 11-13. Saat käyttää apuna taulukkokirjaa ja laskinta.

1. Kahdessa eri koeputkessa on suolahappoliuoksia seuraavasti:

koeputki 1: 7,0 millilitraa suolahappoa, jonka $c = 0,15 \text{ mol/l}$

koeputki 2: 3,5 millilitraa suolahappoa, jonka konsentraatio on $0,30 \text{ mol/l}$.

Koeputkissa on yhtä monta moolia suolahappoa. _____

2. Valmistat kaksi Na_2CO_3 -liuosta seuraavasti

liuos 1: $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,250 \text{ g}$ ja $V(\text{liuos}) = 250 \text{ ml}$

liuos 2: $m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,100 \text{ g}$ ja $V(\text{liuos}) = 250 \text{ ml}$

Liuoksessa 1 $c(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ on pienempi kuin liuoksessa 2. _____

3. Liuosta laimennettaessa pätee verranto $n_1 = n_2$. Tästä voidaan päätellä,

että $c_1 \cdot V_1 = c_2 \cdot V_2$. _____

4. 10,0 millilitraa HCl -liuosta, jonka konsentraatio oli $0,200 \text{ mol/dm}^3$

laimennettiin 50,0 ml:ksi. Tässä laimennoksessa $c(\text{HCl}) = 0,0400 \text{ mol/dm}^3$. _____

5. Erään aineen X konsentraatio on $0,025 \text{ mol/dm}^3$. Yhdessä millilitrassa

tätä liuosta aineen X ainemäärä on 25 mikromoolia. _____

6. Liuoksia laimennettaessa tarvittava tilavuus mitataan pumpetilla. _____



7. Opiskelija punnitsi 0,8766 grammaa natriumkloridia ($M = 58,44 \text{ g/mol}$).

Mikä tulee olla liuoksen lopputilavuus, jotta $c(\text{NaCl})$ olisi $0,15 \text{ mol/l}$?

- a) 10 ml
- b) 100 ml
- c) 1,0 l
- d) $1,0 \cdot 10^3 \text{ ml}$

8. Valitse oikeat työvälineet, kun valmistat mahdollisimman tarkasti liuoksen kiinteästä oksaalihaposta.

- a) analyysivaaka – dekantterilasi – mittalasi
- b) analyysivaaka – mittalasi – dekantterilasi
- c) analyysivaaka – mittapipetti – mittapullo
- d) analyysivaaka – dekantterilasi – mittapullo

9. Missä seuraavista liuoksista on suurin kloridi-ionipitoisuus?

- a) $\text{NaCl } c = 0,050 \text{ mol/l}$
- b) $\text{CaCl}_2 c = 0,025 \text{ mol/l}$
- c) $\text{AlCl}_3 c = 0,020 \text{ mol/l}$

10. Valitse oikea työjärjestys väkevän rikkihapon laimentamiseksi.

- a) mitataan rikkihappo tarkasti – laitetaan kuivaan mittapulloon – täytetään vedellä merkkiviivaan
- b) laitetaan mittapulloon vettä – mitataan rikkihappo tarkasti – täytetään mittapullo merkkiviivaan vedellä
- c) täytetään mittapullo vedellä merkkiin saakka – lisätään tarkasti mitattu rikkihappo



11. Mikä ainemäärä H^+ -ioneja on $10,0 \text{ cm}^3$:n tilavuudessa HCl -liuosta, jonka konsentraatio on $0,015 \text{ mol/dm}^3$? Ilmoita tulos millimoolleina. (2p)

12. $1,15 \text{ g}$ natriumhydroksidia ($M = 39,998 \text{ g/mol}$) liuotetaan veteen ja lopputilavuus säädetään 100 ml :ksi. Mihin astiaan liuos valmistetaan, jotta tilavuus saadaan säädettyä mahdollisimman tarkasti? (2p)

13. Tehtävän 12. natriumhydroksidiliuosta pipetoidaan $4,5 \text{ millilitraa}$ ja liuos laimennetaan 50 ml :ksi. Mikä on tämän liuoksen $c(\text{NaOH})$? (2p)



Mooli 2 – Jakso 1. Mooli, ainemäärä ja konsentraatio – testi 4

Oikeat vastaukset:

1. 0

2. V

3. 0

4. 0

5. 0

6. V

7. b)

8. d)

9. c)

10. b)

11. 0,15 mmol

12. mittapulloon





13. 0,026 mol/l

MOOLI



Kaavioita ja kuvapohjia

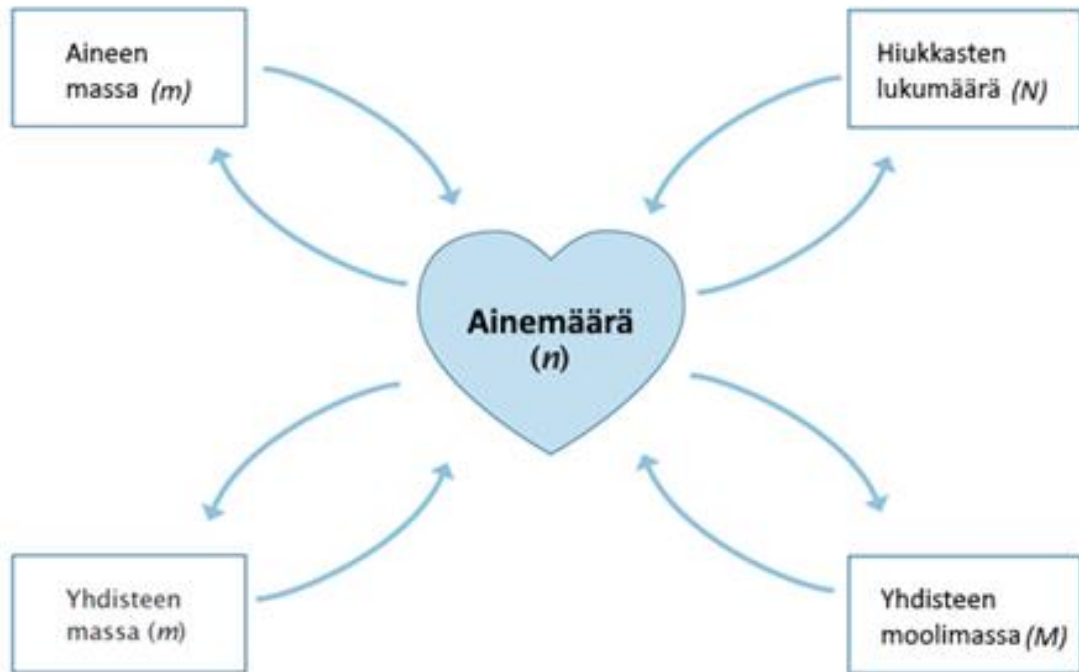
Täydennä

			
1 mooli C-12 isotoopin hiiliatomeja	1 mooli rauta-atomeja	1 mooli vesimolekyyliä	1 mooli ammoniikki- molekyyliä
$N(\text{C}) =$	$N(\text{Fe}) =$	$N(\text{H}_2\text{O}) =$	$N(\text{NH}_3) =$
$A_r(\text{C}) =$	$A_r(\text{Fe}) =$	$M_r(\text{H}_2\text{O}) =$	$M_r(\text{NH}_3) =$
$M(\text{C}) =$	$M(\text{Fe}) =$	$M(\text{H}_2\text{O}) =$	$M(\text{NH}_3) =$
$m(\text{C}) =$	$m(\text{Fe}) =$	$m(\text{H}_2\text{O}) =$	$m(\text{NH}_3) =$

MOOLI



Täydennä nuolen kohdalle, millaisella laskutoimituksella saat ratkaistua nuolen osoittaman suureen.





Kuinka paljon kultaa?

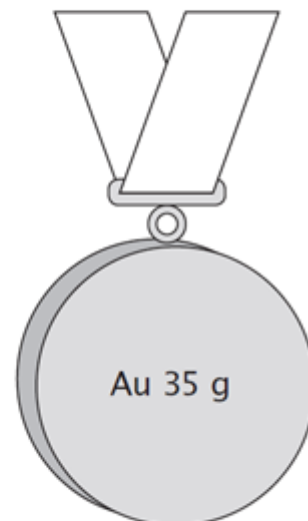
Täydennä seuraavat tiedot mitalissa olevasta kullasta:

$A_r =$

$M =$

$n =$

$N =$





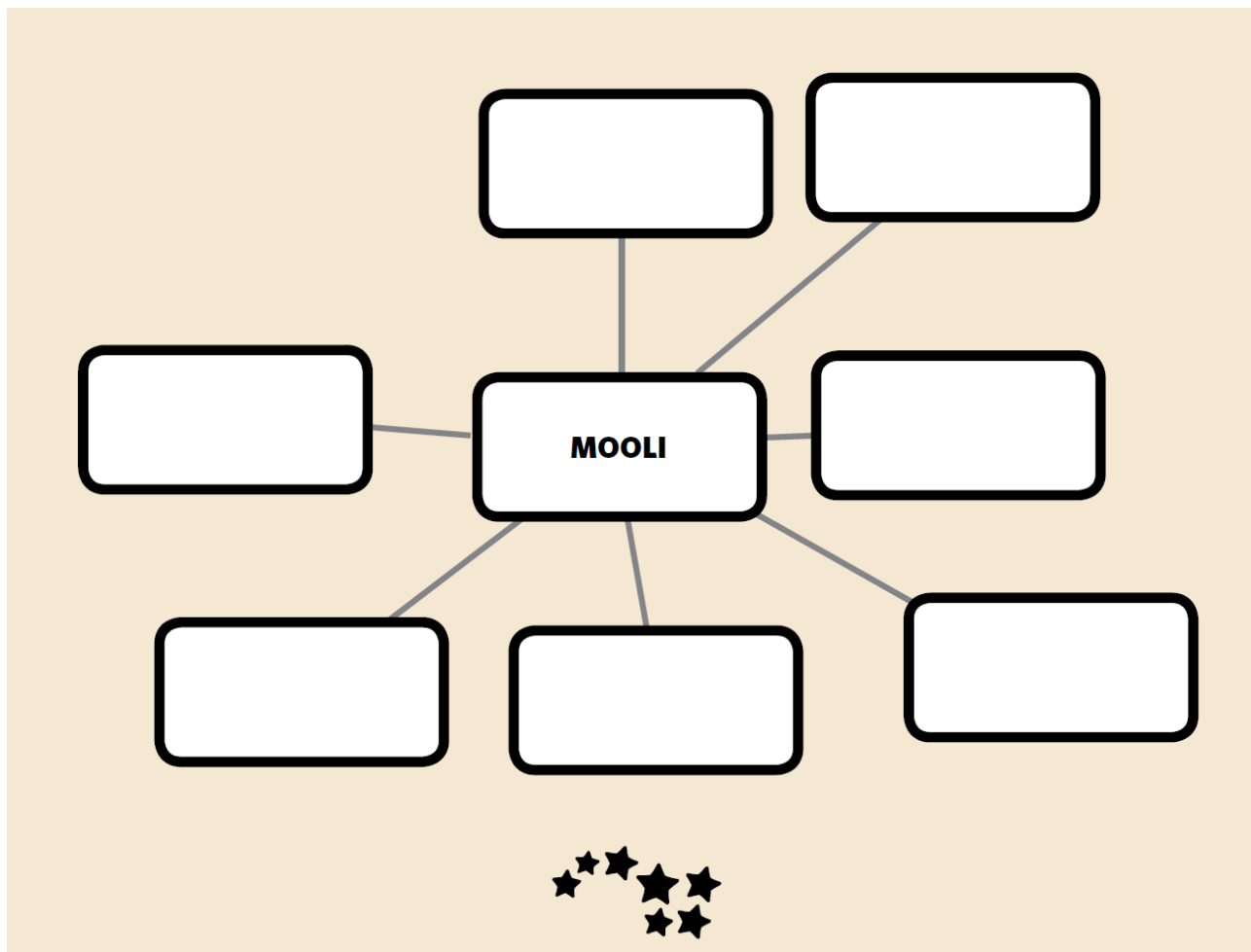
Laske erlenmeyerpulloissa olevien aineiden massat



MOOLI



Mitä tiedät moolista?





Täydennä puuttuvat kirjaintunnukset

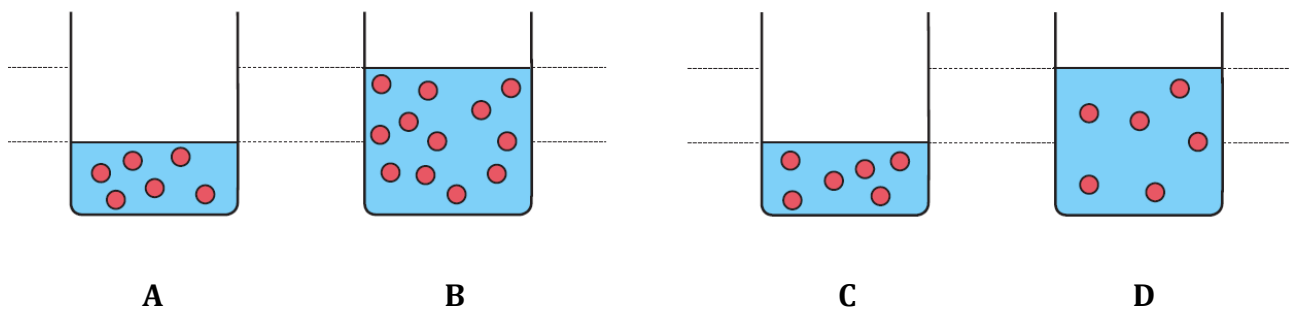
$$n = \frac{N}{\quad}$$

$$n = \frac{\quad}{M}$$

$$c = \frac{\quad}{V}$$



Liunneen aineen konsentraatio



VERTAA KESKENÄÄN

liuosten A ja B konsentraatioita

liuosten C ja D konsentraatioita

liuosten A ja C konsentraatioita

liuosten B ja C konsentraatioita



Miten kemian laskutehtävät onnistuvat?

Lomakkeen täyttöohje

- Kirjaa tekemiesi tehtävien numerot vasemmanpuoleiseen sarakkeeseen.
- Jos sait ensi yrittämällä oikean vastauksen, merkitse ruksi sarakkeeseen ”oikea vastaus”.
- Mikäli et heti saanut oikeaa vastausta, merkitse ruksi sarakkeeseen ”väärä vastaus”.
- Tutki tehtävän oikeaa ratkaisua. Kun löydät tekemäsi virheen, kirjaa se sarakkeeseen ”tekemäni virhe” (esimerkiksi väärä moolimassa, väärä yksikkömuunnos jne.).
- Jos onnistut saamaan tehtävän oikein virheen korjattuasi, merkitse vielä ruksi sarakkeeseen ”oikea vastaus”.
- Mikäli et yrityksistä huolimatta onnistu ratkaisemaan tehtävää, merkitse ruksi viimeiseen sarakkeeseen.

MOOLI



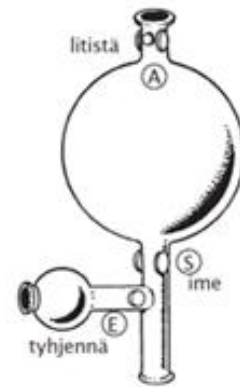
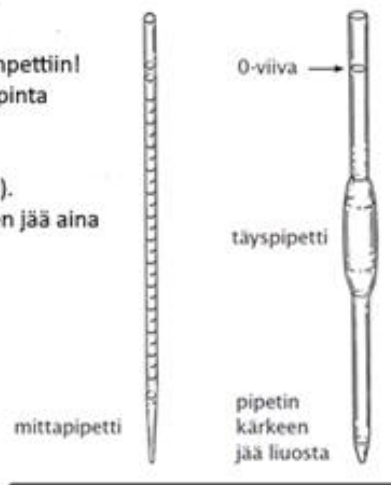
Päivämäärä: _____

Nimi: _____

Tehtävän numero	Väärä vastaus	Tekemäni virhe	Oikea vastaus	En ymmärtänyt, miten tehtävä ratkaistaan

Pumpetin ja mitta- tai täyspipetin käyttö

1. Paina pumpettia kohdasta A (air) ja litistä pallo-osa.
2. Kiinnitä pumpetti käytettävään pipettiin löyhästi (ei liian syväälle).
3. Laita pipetin kärki liuokseen ja paina kohdasta S (suction).
4. Ime liuosta pipettiin hieman yli 0-viivan.
Varo, ettei liuosta mene pumpettiin!
5. Täsmää liuoksen kaareva alapinta 0-viivan kohdalle.
6. Tyhjennä liuos painamalla pumpetista kohtaa E (empty).
Huomaa, että pipetin kärkeen jää aina hiukan liuosta.



Joskus pumpeteissa kirjainmerkintöjä A,S,E vastaavat numerot 1,2,3 jolloin venttiilejä käytetään numerojärjestyksessä.



Jakso 1 Mooli, ainemäärä ja konsentraatio – laskutehtävien ratkaisut

1.1 Alkuaineen suhteellinen atomimassa

1.3

Ratkaisu:

Taulukkokirjan mukaan hiilellä on luonnossa kaksi pysyvää isotooppia C-12 ja C-13. Näiden isotooppien suhteelliset osuudet luonnossa ovat 98,98 % ja 1,11 %.

$$A_r(\text{C}) = \frac{12,000000 \cdot 98,89 + 13,003355 \cdot 1,11}{100} = 12,01113724 \approx 12,01.$$

Jaksollisessa järjestelmässä hiilen suhteellinen atomimassa on sama eli 12,01.

1.4

Ratkaisu:

- a) Piin järjestysluku on 14.
- b) Massaluvut ovat 28, 29 ja 30.
- c) Si 28: 14, Si-29: 15, Si-30: 16
- d) Piin suhteellinen atomimassa saadaan laskettua oppikirjan esimerkin 1 (sivu 18) mukaisesti. Lasketaan eri isotooppien atomimassojen esiintymisprosentilla (osuus luonnossa) painotettu keskiarvo.

$$A_r(\text{Si}) = \frac{92,23 \cdot 27,976927 + 4,67 \cdot 28,976495 + 3,10 \cdot 29,973770}{100} \approx 28,09.$$



1.5

Ratkaisu:

Taulukkokirjan mukaan Cu-63-isotoopin atomimassa on 62,929 598 ja Cu-65-isotoopin atomimassa 64,927 793. Jaksollisessa järjestelmässä kuparin suhteellinen atomimassa $A_r = 63,55$. Merkitään Cu-63:n osuutta x %. Cu-65:n osuus on tällöin $(100 - x)$ %

Sijoitetaan eri isotooppien atomimassat ja prosenttiosuudet kuparin suhteellisen atomimassan lausekkeeseen:

$$A_r(\text{Cu}) = \frac{x \cdot \text{atomimassa}(\text{Cu-63}) + (100 - x) \cdot \text{atomimassa}(\text{Cu-65})}{100}.$$

saadaan

$$63,55 = \frac{x \cdot 62,929598 + (100 - x) \cdot 64,927793}{100} \Rightarrow x = 68,9519.$$

Cu-63-isotoopin osuus on siten 68,95 % ja Cu-65-isotoopin osuus $(100 - 68,9519)$ % $\approx 31,05$ %.



1.2 Mooli ja ainemäärä

1.7

Ratkaisu:

Kaikissa kohdissa tulee ratkaista ainemäärä (n) hiukkasten lukumäärästä (N). Ainemäärä (n)

saadaan kaikissa kohdissa ratkaistua käyttämällä suureyhtälöä $n = \frac{N}{N_A}$. Lisäksi kaikissa

vastauksissa tulee olla kaksi merkitsevää numeroa, sillä lähtöarvot on annettu kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.

a)

$$N(\text{C}) = 8,6 \cdot 10^{24} \text{ kpl}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol}$$

$$n(\text{C}) = ?$$

$$n(\text{C}) = \frac{N(\text{C})}{N_A} = \frac{8,6 \cdot 10^{24} \text{ kpl}}{6,022 \cdot 10^{23} \frac{\text{kpl}}{\text{mol}}} = 14,28 \text{ mol} \approx 14 \text{ mol}$$

b)

$$N(\text{asetyyliisalisyylihappomolekyylit}) = 1,7 \cdot 10^{21} \text{ kpl}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol}$$

$$n(\text{asetyyliisalisyylihappomolekyylit}) = ?$$

$$\begin{aligned} n(\text{asetyyliisalisyylihappomolekyylit}) &= \frac{N(\text{asetyyliisalisyylihappomolekyylit})}{N_A} \\ &= \frac{1,7 \cdot 10^{21}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol}} = 0,002823 \text{ mol} \approx 0,0028 \text{ mol} \end{aligned}$$



c)

$$N(\text{kofeiinimolekyylit}) = 3,1 \cdot 10^{20} \text{ kpl}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol}$$

$$n(\text{kofeiini}) = ?$$

$$n(\text{kofeiinimolekyylit}) = \frac{N(\text{kofeiinimolekyylit})}{N_A} = \frac{3,1 \cdot 10^{20} \text{ kpl}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol}}$$
$$= 5,148 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \approx 5,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

d)

$$N(\text{vesimolekyylit}) = 1,0 \cdot 10^6 \text{ kpl}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol}$$

$$n(\text{vesi}) = ?$$

$$n(\text{vesimolekyylit}) = \frac{N(\text{vesimolekyylit})}{N_A} = \frac{1,0 \cdot 10^6 \text{ kpl}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol}}$$
$$= 1,661 \cdot 10^{-18} \text{ mol} \approx 1,7 \cdot 10^{-18} \text{ mol.}$$

1.8

Ratkaisu:

Kaikissa kohdissa tulee alkuaineatomien lukumäärä N ratkaista ainemäärästä n .

Alkuaineatomien lukumäärä (N), saadaan ratkaistua muokkaamalla suoreyhtälöä $n = \frac{N}{N_A}$

seuraavasti: $N = n \cdot N_A$.

Lisäksi kaikissa vastauksissa tulee olla kaksi merkitsevää numeroa, sillä kaikissa kohdissa lähtöarvo on annettu kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.

a)

$$n(\text{Cu}) = 0,50 \text{ mol}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol}$$

$$N(\text{Cu}) = ?$$

$$N(\text{Cu}) = n(\text{Cu}) \cdot N_A = 0,50 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol} = 3,011 \cdot 10^{23} \approx 3,0 \cdot 10^{23} \text{ kpl.}$$



b)

$n(\text{C}) = 40 \text{ mmol} = 0,040 \text{ mol}$ (Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!)

$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol}$

$N(\text{C}) = ?$

$N(\text{C}) = n(\text{C}) \cdot N_A = 0,040 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol} = 2,409 \cdot 10^{22} \approx 2,4 \cdot 10^{22} \text{ kpl.}$

c)

$n(\text{O}_2) = 4,0 \text{ mol}$

$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol}$

$N(\text{O}) = ?$ (Huomaa, että tehtävässä kysytään happiatomien lukumäärää.)

Ratkaistaan ensin happimolekyylien lukumäärä $N(\text{O}_2)$:

$N(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot N_A = 4,0 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol} = 2,409 \cdot 10^{24} \text{ kpl.}$

Koska yksi happimolekyyli sisältää kaksi happiatomia, on kysytty happiatomien lukumäärä:

$N(\text{O}) = 2 \cdot 2,409 \cdot 10^{24} \text{ kpl} = 4,818 \cdot 10^{24} \text{ kpl} \approx 4,8 \cdot 10^{24} \text{ kpl.}$

1.9

Ratkaisu:

a)

$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 0,100 \text{ mol}$

$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol}$

$N(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = ?$

Kysytty glukoosimolekyylien lukumäärä N saadaan ratkaistua suureyhtälöstä $n = \frac{N}{N_A}$,

josta $N = n \cdot N_A$:

$N(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \cdot N_A = 0,100 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol} = 6,0220 \cdot 10^{22} \text{ kpl} \approx 6,02 \cdot 10^{22} \text{ kpl.}$



b)

Tarkastellaan glukoosin kemiallista kaavaa. Sen perusteella yhdessä glukoosimolekyylissä on 12 kappaletta vetyatomeja. Koska glukoosimolekyylejä on 0,100 mol, eli $n(\text{glukoosi}) = 0,100$ mol, on vetyatomeja 12-kertainen ainemäärä. Joten $n(\text{H}) = 12 \cdot 0,100 \text{ mol} = 1,20 \text{ mol}$.

Muista, että moolissa (ja sen osassa tai kerrannaisessa) on aina tietty lukumäärä tarkasteltavia hiukkasia!

c)

Tarkastellaan edelleenkin glukoosin kemiallista kaavaa. Sen perusteella yhdessä glukoosimolekyylissä on kuusi hiiliatomeja. Hiiliatomien ainemäärä 0,100 moolissa glukoosia on siis kuusinkertainen glukoosin ainemäärään verrattuna eli $n(\text{C}) = 6 \cdot 0,100 \text{ mol} = 0,600 \text{ mol}$.

Ratkaistaan kysytty hiiliatomien lukumäärä suureyhtälöstä $n = \frac{N}{N_A}$, josta $N = n \cdot N_A$:

$$N(\text{C}) = n(\text{C}) \cdot N_A = 0,600 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol} = 3,6132 \cdot 10^{23} \text{ kpl} \approx 3,61 \cdot 10^{23} \text{ kpl}.$$

HUOM! Eri kohtien vastaukset esitetään kolmen merkitsevän numeron tarkkuudella lähtöarvon 0,100 mol perusteella.

1.10

Ratkaisu:

Summataan aineen kemiallisen kaavan perusteella kunkin alkuaineatomin suhteellinen atomimassa niin monta kertaa kuin se kaavassa esiintyy. Muista, että moolimassan yksikkö on g/mol!

a) $M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = (2 \cdot 12,01 + 6 \cdot 1,008 + 16,00) \text{ g/mol} = 46,068 \text{ g/mol}$.

b) $M(\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}_5) = (5 \cdot 12,01 + 12 \cdot 1,008 + 5 \cdot 16,00) \text{ g/mol} = 152,146 \text{ g/mol}$.

c) $M(\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}) = (20 \cdot 12,01 + 30 \cdot 1,008 + 16,00) \text{ g/mol} = 286,440 \text{ g/mol}$.

d) $M(\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_2\text{N}_4) = (8 \cdot 12,01 + 10 \cdot 1,008 + 2 \cdot 16,00 + 4 \cdot 14,01) \text{ g/mol} = 194,20 \text{ g/mol}$.

e) $M(\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5) = (14 \cdot 12,01 + 18 \cdot 1,008 + 2 \cdot 14,01 + 5 \cdot 16,00) \text{ g/mol} = 294,304 \text{ g/mol}$.



1.11

Ratkaisu:

Kaikissa kohdissa tulee ratkaista ainemäärä n .

Ratkaisuissa käytetään suureyhtälöä $n = \frac{m}{M}$ eli kysytty ainemäärä saadaan jakamalla aineen

massa (m) aineen kemiallisen kaavan avulla lasketulla moolimassalla (M). Kohdissa c) ja e) tulee huomioida liuosten kokonaistilavuudet. Kohdassa d) tulee hyödyntää lisäksi tiheyden suureyhtälöä. Muista pyöristyssäännöt ja merkitsevät numerot lopullisessa vastauksessa!

a)

$$m(\text{Au}) = 35 \text{ mg} = 0,035 \text{ g} \text{ (Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!)}$$

$$M(\text{Au}) = 196,97 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{Au}) = ?$$

$$n(\text{Au}) = \frac{m(\text{Au})}{M(\text{Au})} = \frac{0,035 \text{ g}}{196,97 \text{ g/mol}} = 1,777 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \approx 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol}.$$

b)

$$m(\text{NaNO}_3) = 2,50 \text{ g}$$

$$M(\text{NaNO}_3) = 85,00 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{NaNO}_3) = ?$$

$$n(\text{NaNO}_3) = \frac{m(\text{NaNO}_3)}{M(\text{NaNO}_3)} = \frac{2,50 \text{ g}}{85,00 \text{ g/mol}} = 0,029412 \text{ mol} \approx 0,0294 \text{ mol}.$$

c)

$$m(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}) = 0,294 \text{ g}$$

$$V_1(\text{veri}) = 1,0 \text{ l}$$

$$M(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}) = 386,638 \text{ g/mol}$$

$$V_2(\text{veri}) = 4,5 \text{ l}$$

$$n(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}) = ?$$



Lasketaan ensin kolesterolin ainemäärä 1,0 litrassa verta:

$$n(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}) = \frac{m(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O})}{M(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O})} = \frac{0,294 \text{ g}}{386,638 \text{ g/mol}} = 0,00076040 \text{ mol}.$$

4,5 litrassa verta kolesterolia on $4,5 \text{ l} \cdot 0,00076040 \text{ mol/l} = 3,422 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \approx 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.

d)

$V(\text{H}_2\text{O}) = 1,5 \text{ dl} = 150 \text{ ml}$ (Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!)

$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,016 \text{ g/mol}$

$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1,0 \text{ g/ml}$

$n(\text{H}_2\text{O}) = ?$

Ratkaistaan tiheyden suureyhtälöstä $\rho = \frac{m}{V}$ annettua tilavuutta (150 ml) vastaava veden

massa:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}) = 1,0 \text{ g/ml} \cdot 150 \text{ ml} = 150,0 \text{ g}.$$

Lasketaan tätä massaa vastaava veden ainemäärä

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{150,0 \text{ g}}{18,016 \text{ g/mol}} = 8,326 \text{ mol} \approx 8,3 \text{ mol}.$$

e)

$m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = 35 \text{ mg} = 0,035 \text{ g}$ (Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!)

$V_1(\text{mehu}) = 1,0 \text{ dl}$

$M(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = 176,124 \text{ g/mol}$

$V_2(\text{mehu}) = 1,0 \text{ l}$

$n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = ?$

Ratkaistaan ensin C-vitamiinin ainemäärä 1,0 dl:ssa mehua:

$$n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)}{M(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)} = \frac{0,035 \text{ g}}{176,124 \text{ g/mol}} = 0,0001987 \text{ mol}.$$

Yksi litra (10 dl) tuoremehua sisältää C-vitamiinia:

$$10 \text{ dl} \cdot 0,0001987 \text{ mol/dl} = 0,001987 \text{ mol} \approx 0,0020 \text{ mol}.$$



1.12

Ratkaisu:

Kaikissa kohdissa tulee ratkaista aineen massa (m). Ratkaisuissa käytetään suureyhtälöä

$n = \frac{m}{M}$, josta ratkaistuna $m = n \cdot M$ eli kysytty massa saadaan kertomalla tehtävässä annettu

ainemäärä (n) aineen moolimassalla (M). Huomaa, että kaikissa lopputuloksissa tulee olla kaksi merkitsevää numeroa. Ole tarkkana yksikkömuunnosten kanssa!

a)

$$n(\text{Al}) = 2,0 \text{ mol}$$

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

$$m(\text{Al}) = ?$$

$$m(\text{Al}) = n(\text{Al}) \cdot M(\text{Al}) = 2,0 \text{ mol} \cdot 26,98 \text{ g/mol} = 53,96 \text{ g} \approx 54 \text{ g.}$$

b)

$$n(\text{O}_2) = 50 \text{ mol}$$

$$M(\text{O}_2) = 32,00 \text{ g/mol (Huomaa, että happikaasu sisältää kaksiatomisia happimolekyylejä!)}$$

$$m(\text{O}_2) = ?$$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 50 \text{ mol} \cdot 32,00 \text{ g/mol} = 1600 \text{ g} \approx 1,6 \text{ kg.}$$

c)

$$n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,20 \text{ mol}$$

$$M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142,05 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = ?$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,20 \text{ mol} \cdot 142,05 \text{ g/mol} = 28,41 \text{ g} \approx 28 \text{ g.}$$



d)

$n(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,65 \text{ mmol} = 0,65 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,00065 \text{ mol}$ (Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!)

$M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 53,492 \text{ g/mol}$

$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = ?$

$m(\text{NH}_4\text{Cl}) = n(\text{NH}_4\text{Cl}) \cdot M(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,00065 \text{ mol} \cdot 53,492 \text{ g/mol} = 0,03477 \text{ g} \approx 0,035 \text{ g} = 35 \text{ mg}.$

e)

$n(\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}) = 2,5 \cdot 10^{-9} \text{ mol}$

$M(\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}) = 286,44 \text{ g/mol}$

$m(\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}) = ?$

$m(\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}) = n(\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}) \cdot M(\text{C}_{20}\text{H}_{30}\text{O}) = 2,5 \cdot 10^{-9} \text{ mol} \cdot 286,44 \text{ g/mol} = 7,161 \cdot 10^{-7} \text{ g} \approx 7,2 \cdot 10^{-7} \text{ g}$

$= 0,72 \text{ } \mu\text{g}.$

f)

$n(\text{C}_{18}\text{H}_{23}\text{O}_2) = 6,4 \text{ pmol} = 6,4 \cdot 10^{-12} \text{ mol}$ (Huomaa potenssimerkintä!)

$M(\text{C}_{18}\text{H}_{23}\text{O}_2) = 271,364 \text{ g/mol}$

$m(\text{C}_{18}\text{H}_{23}\text{O}_2) = ?$

$m(\text{C}_{18}\text{H}_{23}\text{O}_2) = n(\text{C}_{18}\text{H}_{23}\text{O}_2) \cdot M(\text{C}_{18}\text{H}_{23}\text{O}_2) = 6,4 \cdot 10^{-12} \text{ mol} \cdot 271,364 \text{ g/mol} = 1,737 \cdot 10^{-9} \text{ g} \approx 1,7 \cdot 10^{-9} \text{ g}$

$= 1,7 \text{ ng}.$

g)

$n(\text{C}_{51}\text{H}_{72}\text{O}_4\text{N}_4\text{Mg}) = 3,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

$M(\text{C}_{51}\text{H}_{72}\text{O}_4\text{N}_4\text{Mg}) = 829,436 \text{ g/mol}$

$m(\text{C}_{51}\text{H}_{72}\text{O}_4\text{N}_4\text{Mg}) = ?$

$m(\text{C}_{51}\text{H}_{72}\text{O}_4\text{N}_4\text{Mg}) = n(\text{C}_{51}\text{H}_{72}\text{O}_4\text{N}_4\text{Mg}) \cdot M(\text{C}_{51}\text{H}_{72}\text{O}_4\text{N}_4\text{Mg}) = 3,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 829,436 \text{ g/mol} = 0,2488 \text{ g}$

$\approx 250 \text{ mg}.$



1.13

Ratkaisu:

a)

$m(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}) = 250 \text{ mg} = 0,250 \text{ g}$ (Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!)

$n(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}) = ?$

Jotta saadaan ratkaistua kysytty ainemäärä, tulee ensin laskea kolesterolin moolimassa:

$$M(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}) = 27 \cdot 12,01 \text{ g/mol} + 46 \cdot 1,008 \text{ g/mol} + 16,00 \text{ g/mol} = 386,638 \text{ g/mol}.$$

Ratkaistaan ainemäärä (n) suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$, josta

$$n(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}) = \frac{m(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O})}{M(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O})} = \frac{0,250 \text{ g}}{386,638 \text{ g/mol}} = 6,4660 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \approx 6,47 \cdot 10^{-4} \text{ mol}.$$

b)

$n(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}) = 6,4660 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ (a-kohdasta)

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \frac{\text{kpl}}{\text{mol}}$$

$N(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}) = ?$

Kolesterolimolekyylien lukumäärä N saadaan suureyhtälöstä $n = \frac{N}{N_A}$, josta ratkaistuna

$$N(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}) = n(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}) \cdot N_A = 6,4660 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \frac{\text{kpl}}{\text{mol}} = 3,8938 \cdot 10^{20} \text{ kpl} \approx 3,89 \cdot$$

$10^{20} \text{ kpl}.$



1.14

Ratkaisu:

a)

$$m(\text{Ag}) = 10,79 \text{ g}$$

$$M(\text{Ag}) = 107,87 \text{ g/mol}$$

$$N(\text{Ag}) = ?$$

Ratkaistaan ensin hopea-atomien ainemäärä:

$$n(\text{Ag}) = \frac{m(\text{Ag})}{M(\text{Ag})} = \frac{10,79 \text{ g}}{107,87 \text{ g/mol}} = 0,100028 \text{ mol.}$$

Ratkaistaan kysytty hopea-atomien lukumäärä suureyhtälöstä $n = \frac{N}{N_A}$, josta $N = n \cdot N_A$ eli

$$N(\text{Ag}) = n(\text{Ag}) \cdot N_A = 0,100028 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol} = 6,02369 \cdot 10^{22} \text{ kpl} \approx 6,024 \cdot 10^{22} \text{ kpl.}$$

b)

$$m(\text{Au}) = 197 \text{ mg} = 0,197 \text{ g}$$
 Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

$$M(\text{Au}) = 196,97 \text{ g/mol}$$

$$N(\text{Au}) = ?$$

Ratkaistaan ensin kullan ainemäärä

$$n(\text{Au}) = \frac{m(\text{Au})}{M(\text{Au})} = \frac{0,197 \text{ g}}{196,97 \text{ g/mol}} = 0,0010002 \text{ mol.}$$

Ratkaistaan kysytty kulta-atomien lukumäärä suureyhtälöstä $n = \frac{N}{N_A}$, josta $N = n \cdot N_A$ eli

$$N(\text{Au}) = n(\text{Au}) \cdot N_A = 0,0010002 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol} = 6,0232 \cdot 10^{20} \text{ kpl} \approx 6,02 \cdot 10^{20} \text{ kpl.}$$



c)

$$m(\text{Sn}) = 11,87 \text{ g}$$

$$M(\text{Sn}) = 118,71 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Pb}) = 11,87 \text{ g}$$

$$M(\text{Pb}) = 207,2 \text{ g/mol}$$

$$N(\text{Sn}) = ?$$

$$N(\text{Pb}) = ?$$

Ratkaistaan tinan ainemäärä

$$n(\text{Sn}) = \frac{m(\text{Sn})}{M(\text{Sn})} = \frac{11,87 \text{ g}}{118,71 \text{ g/mol}} = 0,0999916 \text{ mol}.$$

Ratkaistaan tina-atomien lukumäärä suureyhtälöstä $n = \frac{N}{N_A}$, josta $N = n \cdot N_A$ eli

$$N(\text{Sn}) = n(\text{Sn}) \cdot N_A = 0,0999916 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol} = 6,02149 \cdot 10^{22} \text{ kpl} \approx 6,021 \cdot 10^{22} \text{ kpl}.$$

Ratkaistaan lyijyn ainemäärä

$$n(\text{Pb}) = \frac{m(\text{Pb})}{M(\text{Pb})} = \frac{11,87 \text{ g}}{207,2 \text{ g/mol}} = 0,0572876 \text{ mol}.$$

Lyijyatomien lukumääräksi saadaan:

$$N(\text{Pb}) = n(\text{Pb}) \cdot N_A = 0,0572876 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol} = 3,44986 \cdot 10^{22} \text{ kpl} \approx 3,450 \cdot 10^{22} \text{ kpl}.$$

Tina-atomeja on enemmän kuin lyijyatomeja.



1.15

Ratkaisu:

a)

$$m(\text{Ag}) = 30 \text{ mg} = 0,030 \text{ g}$$

b)

$$n(\text{He}) = 8,0 \text{ mol}$$

$$M(\text{He}) = 4,003 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{He}) = ?$$

Ratkaistaan heliumin massa suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$, josta ratkaisuna

$$m(\text{He}) = n(\text{He}) \cdot M(\text{He}) = 8,0 \text{ mol} \cdot 4,003 \text{ g/mol} = 32,024 \text{ g} \approx 32 \text{ g}.$$

c)

$N(\text{N}) = 14 \cdot 10^{23}$ Huomaa, että kyseessä ovat yksittäiset typpiatomit – ei typpimolekyylit!

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$$

$$M(\text{N}) = 14,01 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{N}) = ?$$

Ratkaistaan ensin typpiatomien ainemäärä suureyhtälöstä

$$n(\text{N}) = \frac{N(\text{N})}{N_A} = \frac{14 \cdot 10^{23}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}} = 2,325 \text{ mol}.$$

Ratkaistaan lopuksi kysytty typpiatomien massa suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$:

$$m(\text{N}) = n(\text{N}) \cdot M(\text{N}) = 2,325 \text{ mol} \cdot 14,01 \text{ g/mol} = 32,57 \text{ g} \approx 33 \text{ g}.$$

Suurin massa on siten typpiatoimeilla.



1.16

Ratkaisu:

$$n(\text{X}) = 0,125 \text{ mol}$$

$$m(\text{X}) = 6,98 \text{ g}$$

$$M(\text{X}) = ?$$

Alkuaine voidaan tunnistaa, kun ratkaistaan sen moolimassa, jota sitten vertaillaan jaksollisen järjestelmän alkuaineiden suhteellisiin atomimassoihin.

Ratkaistaan moolimassa (M) suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$, josta ratkaistuna $M = \frac{m}{n}$:

$$M(\text{X}) = \frac{m(\text{X})}{n(\text{X})} = \frac{6,98 \text{ g}}{0,125 \text{ mol}} = 55,84 \text{ g/mol}.$$

Jaksollisen järjestelmän mukaan lähinnä tätä lukuarvoa on raudan suhteellinen atomimassa 55,85. Kyseessä on siis rauta.



1.17

Ratkaisu:

Aine	m	M	n	N
Si	5,2 μg	28,09 g/mol	$= \frac{5,2 \cdot 10^{-6} \text{ g}}{28,09 \text{ g/mol}}$ $= 1,851 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$ $\approx 1,9 \cdot 10^{-7} \text{ mol}$	$= 1,851 \cdot 10^{-7} \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$ $= 1,115 \cdot 10^{17}$ $\approx 1,1 \cdot 10^{17}$
Ca(OH) ₂	$= 74,096 \text{ g/mol} \cdot 0,0012 \text{ mol}$ $= 0,08892 \text{ g} \approx 0,089 \text{ g}$	74,096 g/mol	1,2 mmol	$= 0,0012 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$ $= 7,226 \cdot 10^{20}$ $\approx 7,2 \cdot 10^{20}$
CH ₃ CH ₂ CH ₂ COOH	$= 88,104 \text{ g/mol} \cdot 1,196 \cdot 10^{-12} \text{ mol}$ $= 1,054 \cdot 10^{-10} \text{ g} \approx 1,1 \cdot 10^{-10} \text{ g}$	88,104 g/mol	$= \frac{72 \cdot 10^{10}}{6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}}$ $= 1,196 \cdot 10^{-12} \text{ mol}$ $\approx 1,2 \cdot 10^{-12} \text{ mol}$	$72 \cdot 10^{10}$
Na ₂ CO ₃ · 10 H ₂ O	2,356 kg	286,15 g/mol	$= \frac{2356 \text{ g}}{286,15 \text{ g/mol}}$ $= 8,23344 \text{ mol}$ $\approx 8,233 \text{ mol}$	$= 8,23344 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$ $= 4,95818 \cdot 10^{24}$ $\approx 4,958 \cdot 10^{24}$



1.18

Ratkaisu:

$$m\text{-}\%(\text{myrkky}) = 0,10 \% = 0,0010$$

$$V(\text{liuos}) = 200 \text{ ml}$$

$$\rho(\text{liuos}) = 1,0 \text{ g/ml}$$

$$M(\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{NO}_2) = 201,218 \text{ g/mol}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$$

$$N(\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{NO}_2) = ?$$

Ratkaistaan pullossa olevan liuoksen massa tiheyden suureyhtälöstä $\rho = \frac{m}{V}$, josta $m = \rho \cdot V$:

$$m(\text{liuos}) = \rho(\text{liuos}) \cdot V(\text{liuos}) = 1,0 \text{ g/ml} \cdot 200 \text{ ml} = 200,0 \text{ g.}$$

Ilmoitetun massaprosenttisen osuuden perusteella 200,0 g hyönteismyrkkyä sisältää

$$0,0010 \cdot 200,0 \text{ g} = 0,2000 \text{ g myrkkymolekyylejä } \text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{NO}_2.$$

Ratkaistaan myrkkymolekyylin ainemäärä (n) massan (m) ja moolimassan (M) perusteella:

$$n(\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{NO}_2) = \frac{m(\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{NO}_2)}{M(\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{NO}_2)} = \frac{0,2000 \text{ g}}{201,218 \text{ g/mol}} = 9,939 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

Kysytty myrkkymolekyylin lukumäärä N saadaan suureyhtälöstä

$$n = \frac{N}{N_A}, \text{ josta } N = n \cdot N_A$$

$$N(\text{C}_{12}\text{H}_{11}\text{NO}_2) = 9,939 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} = 5,985 \cdot 10^{20} \approx 6,0 \cdot 10^{20}.$$



1.19

Ratkaisu:

a)

Taulukkokirjan mukaan asetonin (C_3H_6O) tiheys on $0,79 \text{ kg/dm}^3$.

$$\rho(C_3H_6O) = 0,79 \text{ kg/dm}^3$$

$V(C_3H_6O) = 500 \text{ ml} = 0,500 \text{ dm}^3$ Huomaa yksikkömuunnos ja yksikkömuunnoksen tarkkuus!

$$M(C_3H_6O) = 58,078 \text{ g/mol}$$

$$n(C_3H_6O) = ?$$

Ratkaistaan ensin asetonin massa asetonin tiheyden ja liuoksen tilavuuden avulla

$$\rho = \frac{m}{V}, \text{ josta } m = \rho \cdot V$$

$$m(C_3H_6O) = \rho(C_3H_6O) \cdot V(C_3H_6O) = 0,79 \text{ kg/dm}^3 \cdot 0,500 \text{ dm}^3 = 0,3950 \text{ kg} = 395,0 \text{ g}.$$

Ratkaistaan kysytty ainemäärä massan (m) ja moolimassan (M) avulla suureyhtälöstä

$$n = \frac{m}{M}$$

$$n(C_3H_6O) = \frac{m(C_3H_6O)}{M(C_3H_6O)} = \frac{395,0 \text{ g}}{58,078 \text{ g/mol}} = 6,801 \text{ mol} \approx 6,8 \text{ mol}.$$

b)

$$n(C_3H_6O) = 6,801 \text{ mol (a-kohdasta)}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol}$$

$$N(C_3H_6O) = ?$$

Asetonimolekyylien lukumäärä saadaan ratkaistua suureyhtälöstä

$$n = \frac{N}{N_A}, \text{ josta } N = n \cdot N_A$$

$$N(C_3H_6O) = 6,801 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ 1/mol} = 4,096 \cdot 10^{24} \approx 4,1 \cdot 10^{24}.$$



1.3 Liuoksen konsentraatio

1.20

Ratkaisu

Konsentraatio saadaan ratkaistua suoreyhtälöstä $c = \frac{n}{V}$.

a)

$$n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 3,0 \text{ mol}$$

$$V(\text{liuos}) = 2,0 \text{ l}$$

$$c(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = ?$$

$$c(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = \frac{n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})}{V(\text{liuos})} = \frac{3,0 \text{ mol}}{2,0 \text{ l}} = 1,5 \text{ mol/l}.$$

b)

$$n(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}) = 1,1 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

$V(\text{veri}) = 3,0 \text{ ml} = 0,0030 \text{ l}$ Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

$$c(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}) = ?$$

$$c(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O}) = \frac{n(\text{C}_{27}\text{H}_{46}\text{O})}{V(\text{liuos})} = \frac{1,1 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{0,0030 \text{ l}} = 3,667 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} = 3,7 \text{ mmol/l}.$$

1.21

Ratkaisu

$$m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 3,0 \text{ g}$$

$$M((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 132,154 \text{ g/mol}$$

$V(\text{liuos}) = 100 \text{ ml} = 0,100 \text{ l}$, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

$$c((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = ?$$

$$c(\text{NH}_4^+) = ?$$

$$c(\text{SO}_4^{2-}) = ?$$



Ratkaistaan ensin ammoniumsulfaatin ainemäärä suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$:

$$n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = \frac{m((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)}{M((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)} = \frac{3,0 \text{ g}}{132,154 \text{ g/mol}} = 0,02270 \text{ mol.}$$

Ammoniumsulfaatin konsentraatio saadaan suureyhtälöstä $c = \frac{n}{V}$:

$$c((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = \frac{n((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4)}{V(\text{liuos})} = \frac{0,02270 \text{ mol}}{0,100 \text{ l}} = 0,2270 \text{ mol/l} \approx 0,23 \text{ mol/l.}$$

Yhdisteen kaavan perusteella yksi mooli ammoniumsulfaattia sisältää kaksi moolia ammoniumioneja NH_4^+ ja yhden moolin sulfaatti-ioneja SO_4^{2-} . Tämä nähdään myös yhdisteen liukenemista kuvaavasta yhtälöstä:



Yksi mooli ammoniumsulfaattia tuottaa siis vesiliuokseen kaksi moolia ammoniumioneja ja yhden moolin sulfaatti-ioneja. Kysytyt ionien konsentraatiot saadaan ratkaistua seuraavasti:

$$c(\text{NH}_4^+) = 2 \cdot c((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 0,2270 \text{ mol/l} = 0,4540 \text{ mol/l} \approx 0,45 \text{ mol/l}$$

$$c(\text{SO}_4^{2-}) = c((\text{NH}_4)_2\text{SO}_4) = 0,2270 \text{ mol/l} \approx 0,23 \text{ mol/l.}$$



1.22

Ratkaisu:

Kaikissa kohdissa kysytty konsentraatio saadaan ratkaistua suureyhtälöstä $c = \frac{n}{V}$.

Kohdissa a-c tarvitaan lisäksi suureyhtälöä $n = \frac{m}{M}$.

Ole tarkkana yksikkömuunnosten, muunnosten tarkkuuden ja vastauksen merkitsevien numeroiden kanssa.

a)

$m(\text{Ca}^{2+}) = 180 \text{ mg} = 0,180 \text{ g}$, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

$M(\text{Ca}^{2+}) = 40,08 \text{ g/mol}$, huomaa, että kalsiumionin moolimassa on sama kuin kalsiumatomin moolimassa!

$V(\text{maito}) = 1,00 \text{ dl} = 0,100 \text{ l}$, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

$c(\text{Ca}^{2+}) = ?$

Ratkaistaan ensin kalsiumionien ainemäärä suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$:

$$n(\text{Ca}^{2+}) = \frac{m(\text{Ca}^{2+})}{M(\text{Ca}^{2+})} = \frac{0,180 \text{ g}}{40,08 \text{ g/mol}} = 4,4910 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$

Maidon kalsiumionikonsentraatio on

$$c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{n(\text{Ca}^{2+})}{V(\text{maito})} = \frac{4,4910 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}{0,100 \text{ l}} = 44,910 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \approx 44,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l.}$$



b)

$m(\text{Br}^-) = 6,5 \text{ mg} = 0,0065 \text{ g}$, huomaa yksikkömuunnos!

$M(\text{Br}^-) = 79,90 \text{ g/mol}$, huomaa, että bromidi-ionin moolimassa on sama kuin bromiatomin moolimassa!

$V(\text{merivesi}) = 100 \text{ ml} = 0,100 \text{ l}$, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

$c(\text{Br}^-) = ?$

Ratkaistaan ensin bromidi-ionien ainemäärä suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$:

$$n(\text{Br}^-) = \frac{m(\text{Br}^-)}{M(\text{Br}^-)} = \frac{0,0065 \text{ g}}{79,90 \text{ g/mol}} = 8,135 \cdot 10^{-5} \text{ mol.}$$

Meriveden bromidi-ionikonsentraatio on:

$$c(\text{Br}^-) = \frac{n(\text{Br}^-)}{V(\text{merivesi})} = \frac{8,135 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{0,100 \text{ l}} = 8,135 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} \approx 8,1 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l.}$$

c)

$m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = 30 \text{ mg} = 0,030 \text{ g}$, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

$M(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = 176,124 \text{ g/mol}$

$V(\text{mehu}) = 50 \text{ ml} = 0,050 \text{ l}$, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

$c(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = ?$

Ratkaistaan ensin C-vitamiinin ainemäärä suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$:

$$n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = \frac{m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)}{M(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)} = \frac{0,030 \text{ g}}{176,124 \text{ g/mol}} = 1,703 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

Mehun C-vitamiinikonsentraatio on:

$$c(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = \frac{n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)}{V(\text{mehu})} = \frac{1,703 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{0,050 \text{ l}} = 3,406 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$\approx 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l.}$



d)

$$c(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = 3,406 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l (c-kohdasta)}$$

$$V(\text{mehu}) = 2,0 \text{ dl} = 0,20 \text{ l, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!}$$

$$V(\text{veri}) = 5,2 \text{ l}$$

$$c(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = ?$$

Ratkaistaan konsentraation avulla C-vitamiinin ainemäärä 2,0 dl:ssa mehua suureyhtälöstä

$$c = \frac{n}{V}, \text{ josta } n = c \cdot V :$$

$$n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = c(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) \cdot V(\text{mehu}) = 3,406 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \cdot 0,20 \text{ l} = 6,812 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

Ratkaistaan lopuksi kysytty veren C-vitamiinikonsentraatio:

$$c(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = \frac{n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6)}{V(\text{veri})} = \frac{6,812 \cdot 10^{-4} \text{ mol}}{5,2 \text{ l}} = 1,310 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} \approx 1,3 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l.}$$

1.23

Ratkaisu:

a)

$$c(\text{NaCl}) = 0,14 \text{ mol/l}$$

$$n(\text{NaCl}) = 0,10 \text{ mol}$$

$$V(\text{veri}) = ?$$

Ratkaistaan veren tilavuus konsentraation suureyhtälöstä $c = \frac{n}{V}$, josta $V = \frac{n}{c}$:

$$V(\text{veri}) = \frac{n(\text{NaCl})}{c(\text{NaCl})} = \frac{0,10 \text{ mol}}{0,14 \text{ mol/l}} = 0,7143 \approx 710 \text{ ml.}$$



b)

$$c(\text{NaCl}) = 0,14 \text{ mol/l}$$

$$m(\text{NaCl}) = 1,0 \text{ mg} = 0,0010 \text{ g, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!}$$

$$M(\text{NaCl}) = 58,44 \text{ g/mol}$$

$$V(\text{veri}) = ?$$

Ratkaistaan ensin natriumkloridin ainemäärä suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$:

$$n(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{0,0010 \text{ g}}{58,44 \text{ g/mol}} = 1,711 \cdot 10^{-5} \text{ mol.}$$

Ratkaistaan kysytty veren tilavuus suureyhtälöstä $c = \frac{n}{V}$, josta $V = \frac{n}{c}$:

$$V(\text{veri}) = \frac{n(\text{NaCl})}{c(\text{NaCl})} = \frac{1,711 \cdot 10^{-5} \text{ mol}}{0,14 \text{ mol/l}} = 1,222 \cdot 10^{-4} \text{ l} \approx 0,12 \text{ ml.}$$

c)

$$c(\text{NaCl}) = 0,14 \text{ mol/l}$$

$M(\text{Na}^+) = 22,99 \text{ g/mol}$, huomaa, että natriumionin moolimassa on sama kuin natriumatomin moolimassa!

$$m(\text{Na}^+) = ?$$

Natriumkloridin kaavasta nähdään, että yksi mooli natriumkloridia sisältää yhden moolin natriumioneja (Na^+) ja yhden moolin kloridi-ioneja (Cl^-). Tämän perusteella natriumionien konsentraatio on sama kuin annettu natriumkloridiliuoksen konsentraatio eli

$c(\text{Na}^+) = c(\text{NaCl}) = 0,14 \text{ mol/l}$. Litrassa liuosta on siten 0,14 moolia natriumioneja. Muutetaan tämä ainemäärä massaksi, jolloin saadaan ratkaistua kysytty natriumionien massa yhdessä litrassa liuosta:

$$n = \frac{m}{M} \text{, josta } m = n \cdot M$$



$$m(\text{Na}^+) = n(\text{Na}^+) \cdot M(\text{Na}^+) = 0,14 \text{ mol} \cdot 22,99 \text{ g/mol} = 3,219 \text{ g} \approx 3,2 \text{ g.}$$

Kysytty pitoisuus on siten 3,2 g/l.

d)

$$c(\text{NaCl}) = 0,14 \text{ mol/l}$$

$$V(\text{veri}) = 0,50 \text{ l}$$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol}$$

$$N(\text{Na}^+) = ?$$

Ratkaistaan ensin natriumkloridin ainemäärä suureyhtälöstä $c = \frac{n}{V}$, josta $n = c \cdot V$:

$$n(\text{NaCl}) = c(\text{NaCl}) \cdot V(\text{veri}) = 0,14 \text{ mol/l} \cdot 0,50 \text{ l} = 0,07000 \text{ mol.}$$

Koska yksi mooli natriumkloridia sisältää yhden moolin natriumioneja, on natriumionien ainemäärä sama kuin natriumkloridin ainemäärä eli $n(\text{Na}^+) = n(\text{NaCl}) = 0,07000 \text{ mol}$.

Ratkaistaan natriumionien lukumäärä suureyhtälöstä $n = \frac{N}{N_A}$, josta $N = n \cdot N_A$:

$$N(\text{Na}^+) = n(\text{Na}^+) \cdot N_A = 0,07000 \text{ mol} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ kpl/mol} = 4,215 \cdot 10^{22} \text{ kpl} \approx 4,2 \cdot 10^{22} \text{ kpl.}$$

1.24

Ratkaisu:

$$c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 2,80 \text{ mmol/l} = 2,80 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l, huomaa potenssimerkintä!}$$

$V(\text{veri}) = 1,00 \text{ l}$, veren tilavuus ilmoitettu samalla tarkkuudella kuin glukoosin ainemäärä (3 merkitsevää numeroa)

$$M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180,156 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = ?$$



Ratkaistaan ensin glukoosin ainemäärä suureyhtälöstä $c = \frac{n}{V}$, josta $n = c \cdot V$:

$$n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = c(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \cdot V(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 2,80 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \cdot 1,00 \text{ l} = 2,8000 \cdot 10^{-3} \text{ mol.}$$

Kysytty glukoosin massa saadaan ratkaistua suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$, josta $m = n \cdot M$:

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 2,8000 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 180,156 \text{ g/mol} = 0,50444 \text{ g} \approx 504 \text{ mg.}$$

Pienin todettava glukoosipitoisuus on siten 504 mg/l.

1.25

Ratkaisu

$V(\text{hiki}) = 2,0 \text{ dl} = 0,20 \text{ l}$, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

$c(\text{K}^+) = 4,0 \text{ mmol/l} = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l}$, huomaa potenssimerkintä!

$M(\text{K}^+) = 39,10 \text{ g/mol}$, huomaa, että kaliumionin moolimassa on sama kuin kaliumatomin moolimassa!

$$m(\text{K}^+) = ?$$

Ratkaistaan kaliumionien ainemäärä 2,0 dl:ssa hiikeä suureyhtälöstä $c = \frac{n}{V}$, josta $n = c \cdot V$:

$$n(\text{K}^+) = c(\text{K}^+) \cdot V(\text{hiki}) = 4,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol/l} \cdot 0,20 \text{ l} = 8,000 \cdot 10^{-4} \text{ mol.}$$

Ratkaistaan kysytty kaliumionien massa suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$, josta $m = n \cdot M$:

$$m(\text{K}^+) = n(\text{K}^+) \cdot M(\text{K}^+) = 8,000 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 39,10 \text{ g/mol} = 0,03128 \text{ g} \approx 31 \text{ mg.}$$



1.26

Ratkaisu:

$$\rho(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 1,26 \text{ g/cm}^3 = 1,26 \text{ g/ml}$$

$$V(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 40,0 \text{ ml}$$

$V(\text{liuos}) = 250 \text{ ml} = 0,250 \text{ l}$, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

$$M(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 92,094 \text{ g/mol}$$

$$c(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = ?$$

Ratkaistaan veteen liuotetun glyserolin massa tiheyden suureyhtälöstä $\rho = \frac{m}{V}$, josta $m = \rho \cdot V$:

$$m(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = \rho(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) \cdot V(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = 1,26 \text{ g/ml} \cdot 40,0 \text{ ml} = 50,400 \text{ g.}$$

Ratkaistaan glyserolin ainemäärä suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$:

$$n(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = \frac{m(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3)}{M(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3)} = \frac{50,400 \text{ g}}{92,094 \text{ g/mol}} = 0,54727 \text{ mol.}$$

Ratkaistaan lopuksi kysytty glyserolikonsentraatio suureyhtälöstä $c = \frac{n}{V}$:

$$c(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3) = \frac{n(\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3)}{V(\text{liuos})} = \frac{0,54727 \text{ mol}}{0,250 \text{ l}} = 2,1891 \text{ mol/l} \approx 2,19 \text{ mol/l.}$$



1.27

Ratkaisu:

a)

$$\rho(\text{HCl(aq)}) = 1,18 \text{ kg/dm}^3$$

$$m\text{-}\%(\text{HCl}) = 36 \% = 0,36$$

$$M(\text{HCl}) = 36,458 \text{ g/mol}$$

$$c(\text{HCl}) = ?$$

Tarkastellaan $1,0 \text{ dm}^3$ tilavuutta suolahappoliuosta eli $V(\text{liuos}) = 1,0 \text{ dm}^3$.

Ratkaistaan liuoksen massa annetun tiheyden ja tämän tilavuuden avulla suureyhtälöstä

$$\rho = \frac{m}{V},$$

josta $m = \rho \cdot V$:

$$m(\text{liuos}) = \rho(\text{HCl}) \cdot V(\text{liuos}) = 1,18 \text{ kg/dm}^3 \cdot 1,0 \text{ dm}^3 = 1,180 \text{ kg} = 1\,180 \text{ g}.$$

Lasketaan annetun massaprosenttisen osuuden avulla vetykloridin (HCl) massa liuoksen kokonaismassasta:

$$m(\text{HCl}) = 0,36 \cdot 1\,180 \text{ g} = 424,8 \text{ g}.$$

Ratkaistaan tätä massaa vastaava vetykloridin ainemäärä suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$:

$$n(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})} = \frac{424,8 \text{ g}}{36,458 \text{ g/mol}} = 11,65 \text{ mol}.$$

Ratkaistaan lopuksi kysytty HCl-konsentraatio suureyhtälöstä $c = \frac{n}{V}$:

$$c(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{V(\text{liuos})} = \frac{11,65 \text{ mol}}{1,0 \text{ dm}^3} = 11,65 \text{ mol/dm}^3 \approx 12 \text{ mol/dm}^3.$$



b)

$$\rho(\text{NH}_3(\text{aq})) = 0,91 \text{ kg/dm}^3$$

$$m\text{-}\%(\text{NH}_3) = 25 \% = 0,25$$

$$M(\text{NH}_3) = 17,034 \text{ g/mol}$$

$$c(\text{NH}_3) = ?$$

Tarkastellaan $1,0 \text{ dm}^3$ tilavuutta ammoniakkiliuosta eli $V(\text{liuos}) = 1,0 \text{ dm}^3$.

Ratkaistaan liuoksen massa annetun tiheyden ja tämän tilavuuden avulla suureyhtälöstä

$$\rho = \frac{m}{V}, \text{ josta}$$

$$m = \rho \cdot V:$$

$$m(\text{liuos}) = \rho(\text{NH}_3) \cdot V(\text{liuos}) = 0,91 \text{ kg/dm}^3 \cdot 1,0 \text{ dm}^3 = 0,9100 \text{ kg} = 910,0 \text{ g}.$$

Lasketaan annetun massaprosenttisen osuuden avulla ammoniakkin (NH_3) massa liuoksessa:

$$m(\text{NH}_3) = 0,25 \cdot 910,0 \text{ g} = 227,5 \text{ g}.$$

Ratkaistaan tätä massaa vastaava ammoniakkin ainemäärä suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$:

$$n(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{M(\text{NH}_3)} = \frac{227,5 \text{ g}}{17,034 \text{ g/mol}} = 13,36 \text{ mol}.$$

Ratkaistaan lopuksi kysytty ammoniakkikonsentraatio suureyhtälöstä $c = \frac{n}{V}$:

$$c(\text{NH}_3) = \frac{n(\text{NH}_3)}{V(\text{liuos})} = \frac{13,36 \text{ mol}}{1,0 \text{ dm}^3} = 13,36 \text{ mol/dm}^3 \approx 13 \text{ mol/dm}^3.$$



1.28

Ratkaisu:

$$\text{til-}\%(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 14 \% = 0,14$$

$$M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 46,068 \text{ g/mol}$$

$$\rho(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 0,79 \text{ kg/dm}^3$$

$$c(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = ?$$

Valitaan viininäytteen tilavuudeksi $1,0 \text{ dm}^3$. Annetun etanolipitoisuuden perusteella etanolin osuus tässä tilavuudessa on:

$$V(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 0,14 \cdot 1,0 \text{ dm}^3 = 0,1400 \text{ dm}^3.$$

Ratkaistaan tätä tilavuutta vastaava etanolin massa taulukkokirjassa ilmoitetun tiheyden avulla suureyhtälöstä

$$\rho = \frac{m}{V}, \text{ josta } m = \rho \cdot V:$$

$$\begin{aligned} m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) &= \rho(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) \cdot V(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) \\ &= 0,79 \text{ kg/dm}^3 \cdot 0,1400 \text{ dm}^3 = 0,1106 \text{ kg} = 110,6 \text{ g}. \end{aligned}$$

Lasketaan etanolin ainemäärä suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$:

$$n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = \frac{m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})}{M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})} = \frac{110,6 \text{ g}}{46,068 \text{ g/mol}} = 2,401 \text{ mol}.$$

Ratkaistaan kysytty etanolikonsentraatio suureyhtälöstä $c = \frac{n}{V}$:

$$c(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = \frac{n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})}{V(\text{viini})} = \frac{2,401 \text{ mol}}{1,0 \text{ dm}^3} = 2,401 \text{ mol/dm}^3 \approx 2,4 \text{ mol/dm}^3.$$



1.29

Ratkaisu:

Aine	m (g)	n (mol)	V (dm ³)	c (mol/ dm ³)
NaCl	200	$= \frac{200 \text{ g}}{58,44 \text{ g/mol}}$ $= 3,4223 \text{ mol}$ $\approx 3,42 \text{ mol}$	0,200	$= \frac{3,4223 \text{ mol}}{0,200 \text{ dm}^3}$ $= 17,112 \text{ mol/ dm}^3$ $\approx 17,1 \text{ mol/ dm}^3$
Ca(OH) ₂	$= 0,0012 \text{ mol} \cdot 74,096 \text{ g/ mol}$ $= 0,08892 \text{ g}$ $\approx 0,089 \text{ g}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	0,025	$= \frac{0,0012 \text{ mol}}{0,025 \text{ dm}^3}$ $= 0,048 \text{ mol/ dm}^3$
CH ₃ CH ₂ COO H	$= 0,30 \text{ mol} \cdot 74,078 \text{ g/ mol}$ $= 22,22 \text{ g}$ $\approx 22 \text{ g}$	0,30	$= \frac{0,30 \text{ mol}}{0,15 \text{ mol/ dm}^3}$ $= 2,0 \text{ dm}^3$	0,15



1.4 Liuosten valmistaminen ja laimentaminen

1.30

Ratkaisu:

$$c(\text{NaCl}) = 0,25 \text{ mol/l}$$

$$V(\text{liuos}) = 100 \text{ ml} = 0,100 \text{ l, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!}$$

$$M(\text{NaCl}) = 58,44 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{NaCl}) = ?$$

Ratkaistan natriumkloridin ainemäärä valmistettavassa liuostilavuudessa suureyhtälöstä

$$c = \frac{n}{V}, \text{ josta } n = c \cdot V:$$

$$n(\text{NaCl}) = c(\text{NaCl}) \cdot V(\text{NaCl}) = 0,25 \text{ mol/l} \cdot 0,100 \text{ l} = 0,02500 \text{ mol.}$$

Ratkaistaan tätä ainemäärää vastaava massa, eli kuinka paljon natriumkloridia on punnittava.

$$\text{Käytettävä suureyhtälö on } n = \frac{m}{M}, \text{ josta } m = n \cdot M:$$

$$m(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl}) = 0,02500 \text{ mol} \cdot 58,44 \text{ g/mol} = 1,461 \text{ g.}$$

Liuos valmistetaan seuraavasti:

Punnitaan mahdollisimman tarkasti 1,461 g kiinteää natriumkloridia. Liuotetaan natriumkloridi dekantterilasissa. Kun kaikki natriumkloridi on liuennut, siirretään liuos mittapulloon ja täytetään mittapullo merkkiviivaan saakka. Käännellään pulloa ylösalaisin muutamia kertoja, siirretään liuos säilytyspulloon ja tehdään pulloon etiketti. Etikettiin merkitään mistä liuoksesta on kyse, miten väkevä liuos on, valmistuspäivämäärä ja tekijän nimikirjaimet.



1.31

Ratkaisu:

a)

$$c(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$V(\text{liuos}) = 100 \text{ ml} = 0,100 \text{ l}$, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

$$M(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) = 192,124 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) = ?$$

Ratkaistaan ensin, mikä ainemäärä sitruunahappoa on valmistettavassa liuostilavuudessa.

Käytetään suureyhtälöä $c = \frac{n}{V}$, josta $n = c \cdot V$:

$$n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) = c(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) \cdot V(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l} \cdot 0,100 \text{ l} = 2,000 \cdot 10^{-5} \text{ mol}.$$

Ratkaistaan tätä ainemäärää vastaava sitruunahapon massa suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$, josta $m =$

$n \cdot M$:

$$m(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) = n(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7) = 2,000 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot 192,124 \text{ g/mol} = 3,842 \cdot 10^{-3} \text{ g} \approx 3,8 \text{ mg}.$$

Liuos valmistetaan seuraavasti:

Punnitaan mahdollisimman tarkasti 3,8 mg (= 0,0038 g) sitruunahappoa. Liuotetaan sitruunahappo dekantterilasissa (HUOM! lopputilavuutta pienempään tilavuuteen vettä). Kun kaikki sitruunahappo on liuennut, siirretään liuos mittapulloon ja täytetään mittapullo merkkiviivaan saakka. Käännellään pulloa ylösalaisin muutamia kertoja, siirretään liuos säilytyspulloon ja tehdään pulloon etiketti. Etikettiin merkitään mistä liuoksesta on kyse, miten väkevä liuos on, valmistuspäivämäärä ja tekijän nimikirjaimet.

Sitruunahappo on käyttöturvallisuustiedotteen mukaan syövyttävä aine, joka voi ärsyttää ihoa, silmiä ja hengitysteitä. Tarvittavat varoitusmerkit ovat





b)

$c(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 10 \text{ mmol/l} = 0,010 \text{ mol/l}$, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

$V(\text{liuos}) = 250 \text{ ml} = 0,250 \text{ l}$, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

$M(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 94,108 \text{ g/mol}$

$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = ?$

Ratkaistaan ensin, mikä ainemäärä fenolia on valmistettavassa liuostilavuudessa. Käytetään

suureyhtälöä $c = \frac{n}{V}$, josta $n = c \cdot V$:

$n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = c(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) \cdot V(\text{liuos}) = 0,010 \text{ mol/l} \cdot 0,250 \text{ l} = 0,002500 \text{ mol}$.

Ratkaistaan tätä ainemäärää vastaava fenolin massa suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$, josta $m = n \cdot M$:

$m(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = n(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) = 0,002500 \text{ mol} \cdot 94,108 \text{ g/mol} = 0,2353 \text{ g}$

Liuos valmistetaan seuraavasti:

Punnitaan mahdollisimman tarkasti 0,2353 g fenolia. Liuotetaan fenoli dekanterilasissa (HUOM! lopputilavuutta pienempään tilavuuteen vettä). Kun kaikki fenoli on liuennut, siirretään liuos mittapulloon ja täytetään mittapullo merkkiviivaan saakka. Käännellään pulloa ylösalaisin muutamia kertoja, siirretään liuos säilytyspulloon ja tehdään pulloon etiketti. Etikettiin merkitään mistä luoksesta on kyse, miten väkevä liuos on, valmistuspäivämäärä ja tekijän nimikirjaimet. Etikettiin tulee lisätä myös varoitusmerkintä akuutisti myrkyllisestä aineesta





c)

$c(\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) = 0,0025 \text{ M} = 0,0025 \text{ mol/l}$, huomaa, että merkintä M tarkoittaa samaa kuin yksikkö mol/l!

$V(\text{liuos}) = 500 \text{ ml} = 0,500 \text{ l}$, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

$M(\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) = 237,686 \text{ g/mol}$, huomaa, että kaavassa oleva kidevesi eli vesimolekyylien lukumäärä tulee summata yhdisteen moolimassaan!

$m(\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) = ?$

Ratkaistaan ensin, mikä ainemäärä kidevedellistä nikkelikloridia on valmistettavassa

liuostilavuudessa. Käytetään suureyhtälöä $c = \frac{n}{V}$, josta $n = c \cdot V$:

$n(\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) = c(\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{liuos}) = 0,0025 \text{ mol/l} \cdot 0,500 \text{ l} = 0,001250 \text{ mol}$.

Ratkaistaan tätä ainemäärää vastaava nikkelikloridin massa suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$, josta $m =$

$n \cdot M$:

$m(\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) = n(\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{NiCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}) = 0,001250 \text{ mol} \cdot 237,686 \text{ g/mol} = 0,2971 \text{ g}$.

Liuos valmistetaan seuraavasti:

Punnitaan mahdollisimman tarkasti 0,2971 g kiinteää, kidevedellistä nikkelikloridia.

Liuotetaan nikkelikloridi dekanterilasissa (HUOM! lopputilavuutta pienempään tilavuuteen vettä). Kun kaikki nikkelikloridi on liuennut, siirretään liuos mittapulloon ja täytetään mittapullo merkkiviivaan saakka. Käännellään pulloa ylösalaisin muutamia kertoja, siirretään liuos säilytyspulloon ja tehdään pulloon etiketti. Etikettiin merkitään mistä liuoksesta on kyse, miten väkevä liuos on, valmistuspäivämäärä ja tekijän nimikirjaimet. Etikettiin tulee lisätä myös varoitusmerkintä akuutisti myrkyllisestä aineesta





1.32

Ratkaisu:

$$V(\text{CH}_3\text{COOH}) = 5,00 \text{ ml}$$

$$\rho(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,05 \text{ g/ml}$$

$$V(\text{liuos}) = 100 \text{ ml} = 0,100 \text{ l, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!}$$

$$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = 60,052 \text{ g/mol}$$

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = ?$$

Ratkaistaan ensin annetun etaanihapon tiheyden ja mitatun tilavuuden avulla liuokseen

tulevan etaanihapon massa suureyhtälöstä $\rho = \frac{m}{V}$, josta $m = \rho \cdot V$:

$$m(\text{CH}_3\text{COOH}) = \rho(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot V(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,05 \text{ g/ml} \cdot 5,00 \text{ ml} = 5,2500 \text{ g.}$$

Ratkaistaan tätä massaa vastaava ainemäärä suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$:

$$n(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{m(\text{CH}_3\text{COOH})}{M(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{5,2500 \text{ g}}{60,052 \text{ g/mol}} = 0,087424 \text{ mol.}$$

Ratkaistaan lopuksi valmistetun etaanihappoliuoksen konsentraatio suureyhtälöstä $c = \frac{n}{V}$:

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{n(\text{CH}_3\text{COOH})}{V(\text{liuos})} = \frac{0,087424 \text{ mol}}{0,100 \text{ l}} = 0,87424 \text{ mol/l} \approx 0,874 \text{ mol/l.}$$

Mittapulloon on lisätty valmiiksi vettä, sillä happojen liukeneminen veteen on eksoterminen tapahtuma, jolloin vapautuu energiaa ja liuos lämpenee. Mikäli vettä lisätään väkevän happoliuoksen päälle, voi liuos lämmetä niin paljon, että se alkaa kiehua.



1.33

Ratkaisu:

Kaikissa kohdissa alkuperäisen glukoosiliuoksen konsentraatiota on merkitty kirjaintunnuksella c_1 ja tämän liuoksen tilavuutta kirjaintunnuksella V_1 . Valmistettavan laimennoksen konsentraatio ja tilavuus puolestaan on merkitty kirjaintunnuksilla c_2 ja V_2 . Kussakin kohdassa (a-c) on esitetty kaksi vaihtoehtoista tapaa ratkaista tehtävä.

a)

$$c_1 = 4,0 \text{ mol/l}$$

$$c_2 = 2,0 \text{ mol/l}$$

$$V_2 = 100 \text{ ml} = 0,100 \text{ l, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!}$$

$$V_1 = ?$$

Tapa 1:

Koska ainemäärä n säilyy samana eli $n_1 = n_2$, voidaan ratkaisussa käyttää suureyhtälöä $c_1 V_1 = c_2 V_2$. Ratkaisemalla tästä V_1 , saadaan:

$$V_1 = \frac{c_2 \cdot V_2}{c_1} = \frac{2,0 \text{ mol/l} \cdot 0,100 \text{ l}}{4,0 \text{ mol/l}} = 0,05000 \text{ l} = 50 \text{ ml}.$$

Tapa 2:

Tilavuus, joka väkevämpää liuosta on laimennokseen mitattava, voidaan päätellä myös väkevemmän liuoksen ja laimeamman liuoksen konsentraatioiden suhteesta.

Konsentraatioiden suhde $\frac{c_1}{c_2} = \frac{4,0 \text{ mol/l}}{2,0 \text{ mol/l}} = 2,0$. Tämän perusteella voidaan päätellä, että

alkuperäisen liuoksen tulee laimentua 2 kertaisesti. Tällöin väkevämmästä liuoksesta otettavan tilavuuden (V_1) on oltava $\frac{1}{2}$ laimennoksen lopputilavuudesta (V_2) eli

$$V_1 = \frac{1}{2} \cdot V_2 = \frac{1}{2} \cdot 100 \text{ ml} = 50 \text{ ml}.$$



Liuoksen valmistus:

Mitataan mahdollisimman tarkasti 50 ml:n täyspipetillä väkevämpää glukoosiliuosta 100 ml:n mittapulloon. Täytetään mittapullo merkkiin saakka tislattulla vedellä. Sekoitetaan liuos.

b)

$$c_1 = 4,0 \text{ mol/l}$$

$$c_2 = 1,0 \text{ mol/l}$$

$$V_2 = 200 \text{ ml} = 0,200 \text{ l}$$

$$V_1 = ?$$

Tapa 1:

Ratkaistaan V_1 suureyhtälöstä $c_1V_1 = c_2V_2$:

$$V_1 = \frac{c_2 \cdot V_2}{c_1} = \frac{1,0 \text{ mol/l} \cdot 0,200 \text{ l}}{4,0 \text{ mol/l}} = 0,05000 \text{ l} = 50 \text{ ml}.$$

Tapa 2:

Tilavuus, joka väkevämpää liuosta on mitattava, päätellään väkevemmän liuoksen ja laimeamman liuoksen konsentraatioiden suhteesta.

Konsentraatioiden suhde $\frac{c_1}{c_2} = \frac{4,0 \text{ mol/l}}{1,0 \text{ mol/l}} = 4,0$ eli liuoksen tulee laimentua 4 kertaaisesti.

Tällöin väkevämmästä liuksesta otettavan tilavuuden (V_1) on oltava $\frac{1}{4}$ laimennoksen

lopputilavuudesta (V_2), jolloin voidaan merkitä:

$$V_1 = \frac{1}{4} \cdot V_2 \Rightarrow V_1 = \frac{1}{4} \cdot 200 \text{ ml} = 50 \text{ ml}.$$

Liuoksen valmistus:

Mitataan mahdollisimman tarkasti 50 ml:n täyspipetillä väkevämpää glukoosiliuosta 200 ml:n mittapulloon. Täytetään mittapullo merkkiin saakka tislattulla vedellä. Sekoitetaan liuos.



c)

$$c_1 = 4,0 \text{ mol/l}$$

$$c_2 = 0,080 \text{ mol/l}$$

$$V_2 = 50 \text{ ml} = 0,050 \text{ l}$$

$$V_1 = ?$$

Tapa 1:

Ratkaistaan V_1 suureyhtälöstä $c_1 V_1 = c_2 V_2$:

$$V_1 = \frac{c_2 \cdot V_2}{c_1} = \frac{0,080 \text{ mol/l} \cdot 0,050 \text{ l}}{4,0 \text{ mol/l}} = 0,001000 \text{ l} = 1,0 \text{ ml}.$$

Tapa 2:

Tilavuus, joka väkevämpää liuosta on laimennokseen mitattava, päätellään väkevemmän liuoksen ja laimeamman liuoksen konsentraatioiden suhteesta.

Konsentraatioiden suhde $\frac{c_1}{c_2} = \frac{4,0 \text{ mol/l}}{0,08 \text{ mol/l}} = 50$, eli liuoksen tulee laimentua 50 kertaaisesti.

Tällöin väkevämmästä liuksesta otettavan tilavuuden (V_1) on oltava $\frac{1}{50}$ laimennoksen

lopputilavuudesta (V_2), jolloin voidaan merkitä:

$$V_1 = \frac{1}{50} \cdot V_2 \Rightarrow V_1 = \frac{1}{50} \cdot 50 \text{ ml} = 1,0 \text{ ml}.$$

Mitataan mahdollisimman tarkasti täyspipetillä (tai mittapipetillä) 1,0 ml väkevämpää glukoosiliuosta 100 ml:n mittapulloon. Täytetään mittapullo merkkiin saakka tislatulla vedellä. Sekoitetaan liuos.



1.34

Ratkaisu:

$$m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 8,45 \text{ g}$$

$$M((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 96,094 \text{ g/mol}$$

$$V(\text{liuos})_1 = 100 \text{ ml} = 0,100 \text{ l}$$

$$V((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 5,00 \text{ ml} = 0,00500 \text{ l, huomaa yksikkömuunnokset ja muunnosten tarkkuudet!}$$

$$V(\text{liuos})_2 = 50,0 \text{ ml} = 0,0500 \text{ l}$$

$$c(\text{NH}_4^+) = ?$$

$$c(\text{CO}_3^{2-}) = ?$$

Ratkaistaan ensin ammoniumkarbonaatin ainemäärä suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$:

$$n((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = \frac{m((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3)}{M((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3)} = \frac{8,45 \text{ g}}{96,094 \text{ g/mol}} = 0,087935 \text{ mol}$$

Lasketaan valmistetun liuoksen ammoniumkarbonaattikonsentraatio. Käytetään suureyhtälöä

$c = \frac{n}{V}$. Huomaa, että tässä vaiheessa käytetään liuostilavuutta $V(\text{liuos})_1$, joka on 100 ml:

$$c((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = \frac{n((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3)}{V(\text{liuos})_1} = \frac{0,087935 \text{ mol}}{0,100 \text{ l}} = 0,87935 \text{ mol/l}$$

Lasketaan seuraavaksi, mikä ainemäärä ammoniumkarbonaattia saadaan, kun valmistettua

liuosta pipetoidaan 5,00 ml. Käytetään suureyhtälöä $c = \frac{n}{V}$, josta $n = c \cdot V$:

$$n((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = c((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) \cdot V((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 0,87935 \text{ mol/l} \cdot 0,00500 \text{ l} = 0,0043968 \text{ mol}$$

Kun tämä ainemäärä lopulta laimennetaan 50,0 ml:ksi (= $V(\text{liuos})_2$), saadaan ammoniumkarbonaattiliuoksen konsentraatioksi:

$$c((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = \frac{n((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3)}{V(\text{liuos})_2} = \frac{0,0043968 \text{ mol}}{0,0500 \text{ l}} = 0,087936 \text{ mol/l}$$



Ammoniumkarbonaatin kaavasta $((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3)$ nähdään, että yhdessä moolissa ammoniumkarbonaattia on kaksi moolia ammoniumioneja (NH_4^+) ja yksi mooli karbonaatti-ioneja (CO_3^{2-}). Litrassa valmistettua liuosta on siten kaksinkertainen ainemäärä ammoniumioneja verrattuna ammoniumkarbonaatin ainemäärään. Karbonaatti-ionien ainemäärä puolestaan on sama kuin ammoniumkarbonaatinainemäärä. Kysytyt ionien konsentraatiot ovat siten:

$$c(\text{NH}_4^+) = 2 \cdot c((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 2 \cdot 0,087936 \text{ mol/l} = 0,17587 \text{ mol/l} \approx 0,176 \text{ mol/l}$$

$$c(\text{CO}_3^{2-}) = c((\text{NH}_4)_2\text{CO}_3) = 0,087936 \text{ mol/l} \approx 0,0879 \text{ mol/l}.$$

1.35

Ratkaisu:

$$c(\text{HNO}_3) = 0,100 \text{ mol/l}$$

$$m\text{-}\%(\text{HNO}_3(\text{aq})) = 36 \% = 0,36$$

$$\rho(\text{HNO}_3) = 1,214 \text{ kg/l}$$

$$V(\text{liuos}) = 500 \text{ ml} = 0,500 \text{ l, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!}$$

$$M(\text{HNO}_3) = 63,018 \text{ g/mol}$$

Lasketaan aluksi käytettävän typpihappoliuoksen konsentraatio. Tarkastellaan 1,0 litran tilavuutta tätä liuosta eli $V(\text{liuos}) = 1,0 \text{ l}$. Ratkaistaan tämän tilavuuden ja annetun tiheyden avulla yhden liuoslitran massa tiheyden suureyhtälöstä $\rho = \frac{m}{V}$, josta $m = \rho \cdot V$:

$$m(\text{liuos}) = \rho(\text{HNO}_3(\text{aq})) \cdot V(\text{liuos}) = 1,214 \text{ kg/l} \cdot 1,0 \text{ l} = 1,214 \text{ kg} = 1\,214 \text{ g}.$$

Ratkaistaan annetun massaprosenttisen pitoisuuden avulla typpihapon osuus liuoksen kokonaismassasta:

$$m(\text{HNO}_3) = 0,36 \cdot 1214 \text{ g} = 437,0 \text{ g}.$$

Ratkaistaan tätä massaa vastaava typpihapon ainemäärä suureyhtälöstä $n = \frac{m}{M}$:

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{M(\text{HNO}_3)} = \frac{437,0 \text{ g}}{63,018 \text{ g/mol}} = 6,935 \text{ mol}.$$



Ratkaistaan käytettävissä olevan typpihapon konsentraatio suureyhtälöstä $c = \frac{n}{V}$:

$$c(\text{HNO}_3) = \frac{n(\text{HNO}_3)}{V(\text{HNO}_3)} = \frac{6,935 \text{ mol}}{1,0 \text{ l}} = 6,935 \text{ mol/l}.$$

Ratkaistaan, mikä ainemäärä typpihappoa tarvitaan valmistettavaan laimennokseen:

$V(\text{laimennos}) = 500 \text{ ml} = 0,500 \text{ l}$, huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

$c(\text{laimennos}) = 0,100 \text{ mol/l}$.

Laimennokseen tarvittava typpihapon ainemäärä saadaan suureyhtälöstä $c = \frac{n}{V}$, josta

$$n(\text{HNO}_3) = c(\text{laimennos}) \cdot V(\text{laimennos}) = 0,100 \text{ mol/l} \cdot 0,500 \text{ l} = 0,0500 \text{ mol}.$$

Lasketaan, mikä tilavuus käytettävissä olevaa typpihappoliuosta ($c = 6,935 \text{ mol/l}$) tarvitaan,

jotta saadaan tämä ainemäärä. Käytetään suureyhtälöä $c = \frac{n}{V}$, josta $V = \frac{n}{c}$:

$$V(\text{HNO}_3) = \frac{n(\text{HNO}_3)}{c(\text{HNO}_3)} = \frac{0,0500 \text{ mol}}{6,935 \text{ mol/l}} = 0,007210 \text{ l} = 7,2 \text{ ml}.$$

Liuoksen valmistus:

Tarkin väline, jolla 7,2 ml:n tilavuus saadaan mitattua, on 10 ml:n mittapipetti. Täytetään ensin 500 ml:n mittapullo puolilleen tislattua vettä. Pipetoidaan pumpettia ja mittapipettiä käyttäen pulloon tarkasti 7,2 ml väkevämpää typpihappoliuosta. Sekoitetaan kääntelemällä mittapulloa. Täytetään mittapullo vedellä merkkiin saakka. Sekoitetaan vielä huolellisesti mittapulloa kääntelemällä. Jos liuosta säilytetään pitkiä aikoja, siirretään se säilytyspulloon ja tehdään pulloon tarpeelliset merkinnät.

Työturvallisuus: Väkevää typpihappoa käsiteltäessä on käytettävä suojalaseja, laboratoriotakkia ja hapon kestäviä suojakäsineitä. Liuos valmistetaan vetokaapissa, sillä typpihappohöyryjen hengittäminen on vaarallista. Roiskumisvaaran vuoksi laimennus tulee aloittaa kaatamalla mittapulloon ensin tislattua vettä, sen jälkeen lisätään hitaasti typpihappo ja lopuksi mittapullo täytetään tislattua vedellä merkkiin. Koska typpihappoliuos on syövyttävää, tulee pulloon liittää varoitusmerkintä syövyttävästä aineesta



Jakso 1 Harjoittele lisää!

Ylioppilastehtäviä

1.

Ratkaisu:

a)

$$m\text{-}\%(\text{HNO}_3) = 65 \% = 0,65$$

$$M(\text{HNO}_3) = 63,018 \text{ g/mol}$$

$$\rho(\text{liuos}) = 1,39 \text{ kg/l}$$

Valitaan tarkasteltavaksi liuosmääräksi 1,00 litra. Ratkaistaan tiheyden suuryhtälöstä $\rho = \frac{m}{V}$

yhden liuoslitran massa:

$$m(\text{liuos}) = \rho(\text{liuos}) \cdot V(\text{liuos}) = 1,39 \text{ kg/l} \cdot 1,00 \text{ l} = 1,3900 \text{ kg.}$$

Typpihapon osuus (massaprosenttisen pitoisuuden perusteella) liuoksen massasta on:

$$m(\text{HNO}_3) = 0,65 \cdot 1,3900 \text{ kg} = 0,9035 \text{ kg} = 903,5 \text{ g.}$$

Typpihapon ainemäärä on:

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{M(\text{HNO}_3)} = \frac{903,5 \text{ g}}{63,018 \text{ g/mol}} = 14,34 \text{ mol.}$$

Kysytty typpihapon konsentraatio on:

$$c(\text{HNO}_3) = \frac{n(\text{HNO}_3)}{V(\text{liuos})} = \frac{14,34 \text{ mol}}{1,00 \text{ l}} = 14,34 \text{ mol/l} \approx 14 \text{ mol/l.}$$



b)

$$c_1 = 14,34 \text{ mol/l (a-kohdasta)}$$

$$V_1 = ?$$

$$c_2 = 0,15 \text{ mol/l}$$

$$V_2 = 250 \text{ ml} = 0,250 \text{ l}$$

Suureyhtälöstä $c_1V_1 = c_2V_2$ ratkaistuna tarvittava tilavuus V_1 on:

$$V_1 = \frac{c_2V_2}{c_1} = \frac{0,15 \text{ mol/l} \cdot 0,250 \text{ l}}{14,34 \text{ mol/l}} = 0,002615 \text{ l} \approx 2,6 \text{ ml}.$$

c)

Väkevää typpihappoa käsiteltäessä on käytettävä suojalaseja, laboratoriotakkia ja hapon kestäviä suojakäsineitä. Liuos valmistetaan vetokaapissa, sillä typpihappohöyryjen hengittäminen on vaarallista. Roiskumisvaaran vuoksi laimennus tulee aloittaa kaatamalla mittapulloon ensin tislattua vettä, sen jälkeen typpihappo ja lopuksi mittapullo täytetään tislatulla vedellä merkkiin.

2.

Ratkaisu:

a)

$$V(\text{liuos}) = 100,0 \text{ ml} = 0,1000 \text{ l}$$

$$V(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 10,00 \text{ ml}$$

$$\rho(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 0,789 \text{ g/ml}$$

$$M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 46,068 \text{ g/mol}$$

$$c(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = ?$$

Ratkaistaan tiheyden suureyhtälöstä $\rho = \frac{m}{V}$ liuokseen lisätyn etanolin massa:

$$m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = \rho(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) \cdot V(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 0,789 \text{ g/ml} \cdot 10,00 \text{ ml} = 7,8900 \text{ g}.$$



Etanolin ainemäärä on:

$$n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = \frac{m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})}{M(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})} = \frac{7,8900 \text{ g}}{46,068 \text{ g/mol}} = 0,17127 \text{ mol}.$$

Etanolikonsentraatio on:

$$c(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = \frac{n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})}{V(\text{liuos})} = \frac{0,17127 \text{ mol}}{0,1000 \text{ l}} = 1,7127 \text{ mol/l} \approx 1,71 \text{ mol/l}.$$

b)

$$V(\text{liuos}) = 100,0 \text{ ml}$$

$$\rho(\text{liuos}) = 0,982 \text{ g/ml}$$

$$m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 7,8900 \text{ g (a-kohdasta)}$$

$$m\text{-}\%(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = ?$$

Ratkaistaan tiheyden suureyhtälöstä $\rho = \frac{m}{V}$ koko liuoksen massa:

$$m(\text{liuos}) = \rho(\text{liuos}) \cdot V(\text{liuos}) = 0,982 \text{ g/ml} \cdot 100,0 \text{ ml} = 98,200 \text{ g}.$$

Kysytty etanolin osuus massaprosenteina on:

$$\begin{aligned} m\text{-}\%(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) &= \frac{m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})}{m(\text{liuos})} \cdot 100 \% = \frac{7,8900 \text{ g}}{98,200 \text{ g}} \cdot 100 \% \\ &= 8,0346 \% \approx 8,03 \%. \end{aligned}$$



c)

$$n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 0,17127 \text{ mol (a-kohdasta)}$$

$$m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}) = 7,8900 \text{ g (a-kohdasta)}$$

$$m(\text{liuos}) = 98,200 \text{ g (b-kohdasta)}$$

Lasketaan liuottimen (veden) massa liuoksen massan ja etanolin massan erotuksena:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{liuos}) - m(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})$$

$$= 98,200 \text{ g} - 7,8900 \text{ g}$$

$$= 90,310 \text{ g}$$

$$= 0,090310 \text{ kg}$$

Kysytty molaalisuus on:

$$\text{molaalisuus } (m) = \frac{n(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH})}{m(\text{liuotin})} = \frac{0,17127 \text{ mol}}{0,090310 \text{ kg}} = 1,8965 \text{ mol/kg} \approx 1,90 \text{ mol/kg}.$$

d)

Lisätyn veden tilavuutta ei voida laskea, sillä tehtävässä ei ole annettu veden lämpötilaa tai tiheyttä.