**Tehtävien ratkaisut**

**Jakso 1 Mooli, ainemäärä ja konsentraatio**

**1.1 Alkuaineen suhteellinen atomimassa**

3.Laske hiilen suhteellinen atomimassa taulukkokirjan tietojen perusteella. Ilmoita tulos kahden desimaalin tarkkuudella. Vertaa saamaasi tulosta jaksollisessa järjestelmässä ilmoitettuun arvoon.

**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 %.



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

4. Luonnon pii sisältää isotooppeja Si-28, Si-29 ja Si-30.

a) Mikä on piin järjestysluku?

b) Mitkä ovat piin isotooppien massaluvut?

c) Kuinka monta neutronia on eri isotooppien atomien ytimissä?

d) Laske piin suhteellinen atomimassa (kahden desimaalin tarkkuudella) seuraavien tietojen perusteella:

 **Isotooppi Osuus (%) Atomin massa (u)**

Si-28 92,23 27,976927

Si-29 4,67 28,976495

Si-30 3,10 29,973770

**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.

 

5.Kuparilla on luonnossa kaksi pysyvää isotooppia, Cu-63 ja Cu-65. Ratkaise isotooppien suhteellinen runsaus luonnossa prosentteina. Anna lopputulos kahden desimaalin tarkkuudella.

**Ratkaisu:**

Taulukkokirjan mukaan Cu-63-isotoopin atomimassa on 62,929 598 ja Cu-65-isotoopin atomimassa 64,927 793. Jaksollisessa järjestelmässä kuparin suhteellinen atomimassa Ar = 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:

 

 saadaan

  => x = 68,9519

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

**1.2 Mooli ja ainemäärä**

7. Mikä ainemäärä

a) hiiliatomeja on hiilipalassa, jos hiiliatomeja on 8,6 ⋅ 1024 kappaletta?

b) asetyylisalisyylihappomolekyylejä on aspiriinitabletissa, jos se sisältää 1,7∙1021 asetyylisalisyylihappomolekyyliä?

c) kofeiinimolekyylejä on kahvissa, jos se sisältää 3,1∙1020 kofeiinimolekyyliä?

d) vesimolekyylejä on vedessä, jos vesimolekyylien lukumäärä on 1,0∙106?

**Ratkaisu:**

Kaikissa kohdissa tulee ratkaista ainemäärä (n) hiukkasten lukumäärästä (N). Ainemäärä (n) saadaan kaikissa kohdissa ratkaistua käyttämällä suureyhtälöä . Lisäksi kaikissa vastauksissa tulee olla kaksi merkitsevää numeroa, sillä lähtöarvot on annettu kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.

a) N(C) = 8,6 ⋅ 1024 kpl

 NA = 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol

 n(C) = ?



b) N(asetyylisalisyylihappomolekyylit) = 1,7 ⋅ 1021 kpl

 NA = 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol

 n(asetyylisalisyylihappomolekyylit) = ?

 

c) N(kofeiinimolekyylit) = 3,1∙1020 kpl

 NA = 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol

 n(kofeiini) = ? 

d) N(vesimolekyylit) = 1,0∙106 kpl

 NA = 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol

 n(vesi) = ?

 

8. Ratkaise atomien lukumäärä, kun

 a) n(Cu) = 0,50 mol

 b) n(C) = 40 mmol

 c) n(O2) = 4,0 mol.

**Ratkaisu:**

Kaikissa kohdissa tulee alkuaineatomien lukumäärä N ratkaista ainemäärästä n. Alkuaineatomien lukumäärä (N), saadaan ratkaistua muokkaamalla suureyhtälöä  seuraavasti: N = n ⋅ NA

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

a) n(Cu) = 0,50 mol

 NA = 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol

 N(Cu) = ?

N(Cu) = n(Cu) ⋅ NA = 0,50 mol ⋅ 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol = 3,011 ⋅ 1023 ≈ 3,0 ⋅ 1023 kpl

b) n(C) = 40 mmol = 0,040 mol (Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!)

 NA = 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol

 N(C) = ?

N(C) = n(C) ⋅ NA = 0,040 mol ⋅ 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol = 2,409 ⋅ 1022 ≈ 2,4 ⋅ 1022 kpl

c) n(O2) = 4,0 mol

 NA = 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol

 N(O) = ? (Huomaa, että tehtävässä kysytään happiatomien lukumäärää.)

 Ratkaistaan ensin happi**molekyylien** lukumäärä N(O2)

 N(O2) = n(O2) ⋅ NA = 4,0 mol ⋅ 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol = 2,409 ⋅ 1024 kpl

 Koska yksi happi**molekyyli** sisältää kaksi happi**atomia**, on kysytty happiatomien lukumäärä

 N(O) = 2 ∙ 2,409 ⋅ 1024 kpl = 4,818 ∙ 1024 kpl≈ 4,8∙1024 kpl

9. Näyte glukoosia C6H12O6 sisältää 0,100 moolia glukoosia.

 a) Kuinka monta glukoosimolekyyliä näyte sisältää?

 b) Kuinka monta moolia vetyatomeja näyte sisältää?

 c) Kuinka monta hiiliatomia näyte sisältää?

**Ratkaisu:**

a) n(C6H12O6) = 0,100 mol

 NA = 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol

 N(C6H12O6) = ?

 Kysytty glukoosimolekyylien lukumäärä N saadaan ratkaistua suureyhtälöstä , josta N = n ∙ NA.

 N(C6H12O6) = n(C6H12O6) ⋅ NA = 0,100 mol ⋅ 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol= 6,0220 ⋅ 1022 kpl ≈ 6,02 ⋅ 1022 kpl

b) Tarkastellaan glukoosin kemiallista kaavaa. Sen perusteella yhdessä glukoosimolekyylissä on 12 kappaletta vetyatomeja. Koska glukoosimolekyylejä on 0,100 mol, eli n(glukoosi) = 0,100 mol, on vetyatomeja 12-kertainen ainemäärä. Joten n(H) = 12 ⋅ 0,100 mol = 1,20 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 hiiliatomia. Hiiliatomien ainemäärä 0,100 moolissa glukoosia on siis kuusinkertainen glukoosin ainemäärään verrattuna eli n( C) = 6 ⋅ 0,100 mol = 0,600 mol

 Ratkaistaan kysytty hiiliatomien lukumäärä suureyhtälöstä , josta N = n ∙ NA.

 N(C) = n(C) ⋅ NA = 0,600 mol ⋅ 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol = 3,6132 ⋅ 1023 kpl ≈ 3,61 ⋅ 1023 kpl

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

10. Laske seuraavien yhdisteiden moolimassat.

a) etanoli CH3CH2OH

 b) ksylitoli C5H12O5

 c) A-vitamiini C20H30O

 d) kofeiini C8H10O2N4

 e) aspartaami C14H18N2O5

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) 

b) 

c) M(C20H30O) = (20 ⋅ 12,01 + 30 ⋅ 1,008 + 16,00) g/mol = 286,440 g/mol

d) 

e) M(C14H18N2O5) = (14 · 12,01 + 18 · 1,008 + 2 · 14,01 + 5 · 16,00) g/mol = 294,304 g/mol

11. Mikä ainemäärä

a) kultaa on 35 milligrammassa?

b) natriumnitraattia (NaNO3) on 2,50 grammassa?

c) kolesterolia (C27H46O) on 4,5 litrassa verta, jos sitä on 0,294 grammaa 1,0 litrassa verta?

d) vesimolekyylejä on 1,5 dl:ssa huoneenlämpöistä vettä (veden tiheys on 1,0 g/ ml)?

e) C-vitamiinia on 1,0 litran tuoremehutölkissä, jos 1,0 dl mehua sisältää 35 mg C-vitamiinia (C6H8O6)?

**Ratkaisu:**

Kaikissa kohdissa tulee ratkaista ainemäärä n.

Ratkaisuissa käytetään suureyhtälöä n =  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(Au) = 35 mg = 0,035 g (Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!)

M(Au) = 196,97 g/mol

n(Au) = ?



b) m(NaNO3) = 2,50 g

M(NaNO3) = 85,00 g/mol

 n(NaNO3) = ?

 

c) m(C27H46O) = 0,294 g

 V1(veri) = 1,0 l

M(C27H46O) = 386,638 g/mol

V2(veri) = 4,5 l

n(C27H46O) = ?

Lasketaan ensin kolesterolin ainemäärä 1,0 litrassa verta



4,5 litrassa verta kolesterolia on 4,5 l ∙ 0,00076040 mol/l = 3,422·10−3 mol ≈ 3,4·10−3 mol

d) V(H2O) = 1,5 dl = 150 ml (Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!)

M(H2O) = 18,016 g/mol

(H2O) = 1,0 g / ml

n(H2O) = ?

Ratkaistaan tiheyden suureyhtälöstä  annettua tilavuutta (150 ml) vastaava veden massa:

m(H2O) = ρ(H2O) ∙ V(H2O) = 1,0 g / ml ∙ 150 ml = 150,0 g

Lasketaan tätä massaa vastaava veden ainemäärä



e) m(C6H8O6) = 35 mg = 0,035 g (Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!)

 V1(mehu) = 1,0 dl

M(C6H8O6) = 176,124 g/mol

V2(mehu) = 1,0 l

n(C6H8O6) = ?

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



Yksi litra (10 dl) tuoremehua sisältää C-vitamiinia 10 dl ∙ 0,0001987 mol / dl = 0,001987 mol

 ≈ 0,0020 mol

 12. Ratkaise, mikä massa on

a) 2,0 moolilla alumiinia.

b) 50 moolilla happikaasua.

c) 0,20 moolilla natriumsulfaattia (Na2SO4).

d) 0,65 millimoolilla ammoniumkloridia (NH4Cl). Anna vastaus milligrammoina

e) 2,5 ⋅10–9 moolilla A-vitamiinia (C20H30O). Anna vastaus mikrogrammoina.

f) 6,4 pikomoolilla estradiolia (C18H23O2). Anna vastaus nanogrammoina.

g) 3,0 ⋅10–4 moolilla klorofyllia (C51H72O4N4Mg). Anna vastaus milligrammoina.

**Ratkaisu:**

Kaikissa kohdissa tulee ratkaista aineen massa (m). Ratkaisuissa käytetään suureyhtälöä , josta ratkaistuna m = n ∙ 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(Al) = 2,0 mol

 M(Al) = 26,98 g/mol

 m(Al) = ?

m(Al) = n(Al) ⋅ M(Al) = 2,0 mol ⋅ 26,98 g/mol = 53,96 g ≈ 54 g

b) n(O2) = 50 mol

 M(O2) = 32,00 g/mol (Huomaa, että happikaasu sisältää kaksiatomisia happimolekyylejä!)

 m(O2) = ?

m(O2) = n(O2) ⋅ M(O2) = 50 mol ⋅ 32,00 g/mol = 1600 g ≈ 1,6 kg

c) n(Na2SO4) = 0,20 mol

 M(Na2SO4) = 142,05 g/mol

 m(Na2SO4) = ?

m(Na2SO4) = n(Na2SO4) ⋅ M(Na2SO4) = 0,20 mol ⋅ 142,05 g/mol = 28,41 g ≈ 28 g

d) n(NH4Cl) = 0,65 mmol = 0,65⋅10−3 mol = 0,00065 mol (Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!)

 M(NH4Cl) = 53,492 g/mol

 m(NH4Cl) = ?

 m(NH4Cl) = n(NH4Cl) ⋅ M(NH4Cl) = 0,00065 mol ⋅ 53,492 g/mol = 0,03477 g 0,035 g = 35 mg

e) n(C20H30O) = 2,5 ⋅10−9 mol

 M(C20H30O) = 286,44 g/mol

 m(C20H30O) = ?

m(C20H30O) = n(C20H30O) ⋅ M(C20H30O) = 2,5 ∙10−9 mol ⋅ 286,44 g/mol = 7,161 ∙10−7 g 7,2 ∙10−7 g

= 0,72 μg

f) n(C18H23O2) = 6,4 pmol = 6,4 ⋅10−12 mol (Huomaa potenssimerkintä!)

 M(C18H23O2) = 271,364 g/mol

 m(C18H23O2) = ?

m(C18H23O2) = n(C18H23O2) ⋅ M(C18H23O2) = 6,4 ∙10−12 mol ⋅ 271,364 g/mol = 1,737 ∙ 10−9 g 1,7 ∙ 10−9 g

= 1,7 ng

g) n(C51H72O4N4Mg) = 3,0 ⋅10-4 mol

 M(C51H72O4N4Mg) = 829,436 g/mol

 m(C51H72O4N4Mg) = ?

m(C51H72O4N4Mg) = n(C51H72O4N4Mg) ⋅ M(C51H72O4N4Mg) = 3,0 ∙ 10−4 mol ⋅ 829,436 g/mol = 0,2488 g

 ≈ 250 mg

13. Yhdessä kananmunan keltuaisessa on 250 mg kolesterolia (C27H46O).

a) Mikä ainemäärä kolesterolia on?

b) Kuinka monta kolesterolimolekyyliä yksi keltuainen sisältää?

**Ratkaisu:**

a) m(C27H46O) = 250 mg = 0,250 g (Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!)

 n(C27H46O) = ?

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

M(C27H46O) = 27 ∙ 12,01 g/mol + 46 ∙ 1,008 g/mol + 16,00 g/mol = 386,638 g/mol

 Ratkaistaan ainemäärä (n) suureyhtälöstä , josta

 

b) n(C27H46O) = 6,4660∙10−4 mol (a-kohdasta)

NA= 6,022∙ 1023 

N(C27H46O) = ?

Kolesterolimolekyylien lukumäärä N saadaan suureyhtälöstä , josta ratkaistuna

N(C27H46O) = n(C27H46O) ∙ NA = 6,4660∙10-4 mol ∙ 6,022∙ 1023  = 3,8938 ∙ 1020 kpl ≈ 3,89 ∙ 1020 kpl

14. Ratkaise

a) kuinka monta hopea-atomia on hopeasormuksessa, jonka massa on 10,79 g.

b) kuinka monta kulta-atomia on matkapuhelimen latauslaitteen liittimessä, jos liitin sisältää kultaa 197 mg.

c) kumpi metallinäyte sisältää enemmän atomeja: 11,87 grammaa tinaa vai 11,87 grammaa lyijyä.

**Ratkaisu:**

a) m(Ag) = 10,79 g
 M(Ag) = 107,87 g/mol

 N(Ag) = ?

Ratkaistaan ensin hopea-atomien ainemäärä:

 

 Ratkaistaan kysytty hopea-atomien lukumäärä suureyhtälöstä , josta N = n ∙ NA eli

 N(Ag) = n(Ag) ⋅ NA = 0,100028 mol ⋅ 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol = 6,02369 ⋅ 1022 kpl ≈ 6,024 ⋅ 1022 kpl

b) m(Au) = 197 mg = 0,197 g Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!
 M(Au) = 196,97 g/mol

 N(Au) = ?

Ratkaistaan ensin kullan ainemäärä

 

 Ratkaistaan kysytty kulta-atomien lukumäärä suureyhtälöstä , josta N = n ∙ NA eli

 N(Au) = n(Au) ⋅ NA = 0,0010002 mol ⋅ 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol = 6,0232 ⋅ 1020 kpl ≈ 6,02 ⋅ 1020 kpl

 c) m(Sn) = 11,87 g
 M(Sn) = 118,71 g/mol
 m(Pb) = 11,87 g
 M(Pb) = 207,2 g/mol

 N(Sn) = ?

 N(Pb) = ?

 Ratkaistaan tinan ainemäärä

 

 Ratkaistaan tina-atomien lukumäärä suureyhtälöstä , josta N = n ∙ NA eli

 N(Sn) = n(Sn) ⋅ NA = 0,0999916 mol ⋅ 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol = 6,02149 ⋅ 1022 kpl ≈ 6,021 ⋅ 1022 kpl

 Ratkaistaan lyijyn ainemäärä

 

 Lyijyatomien lukumääräksi saadaan:

 N(Pb) = n(Pb) ⋅ NA = 0,0572876 mol ⋅ 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol = 3,44986 ⋅ 1022 kpl ≈ 3,450 ⋅ 1022 kpl

Tina-atomeja on enemmän kuin lyijyatomeja.

15. Millä seuraavista aineista on suurin massa?

a) 30 milligrammaa hopeaa

b) 8,0 moolia heliumia

c) 14 ⋅ 1023 kappaletta typpiatomeja

Ratkaisu:

a) m(Ag) = 30 mg = 0,030 g

b) n(He) = 8,0 mol

 M(He) = 4,003 g/mol

 m(He) = ?

 Ratkaistaan heliumin massa suureyhtälöstä , josta ratkaisuna

 m(He) = n(He) ⋅ M(He) = 8,0 mol · 4,003 g/mol = 32,024 g  32 g

c) N(N) = 14 ⋅ 1023 Huomaa, että kyseessä ovat yksittäiset typpiatomit – ei typpimolekyylit!

 NA = 6,022 ⋅ 1023 1/mol

 M(N) = 14,01 g/mol

 m(N) = ?

 Ratkaistaan ensin typpiatomien ainemäärä suureyhtälöstä

 

 Ratkaistaan lopuksi kysytty typpiatomien massa suureyhtälöstä n =.

 m(N) = n(N) ⋅ M(N) = 2,325 mol · 14,01 g/mol = 32,57 g  33 g

Suurin massa on siten typpiatomeilla.

16. Erästä alkuainetta X on 0,125 moolia. Tämän ainemäärän massa on 6,98 grammaa. Mistä alkuaineesta on kyse?

**Ratkaisu:**

n(X) = 0,125 mol

m(X) = 6,98 g

M(X) = ?

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

Ratkaistaan moolimassa (M) suureyhtälöstä  , josta ratkaistuna 

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

17.Täydennä taulukko. Kiinnitä huomio potenssimerkintöihin, merkitseviin numeroihin ja pyöristyksiin.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Aine | m | M | n | N |
| Si | 5,2 μg |  |  |  |
| Ca(OH)2 |  |  | 1,2 mmol |  |
| CH3CH2CH2COOH |  |  |  | 72 ⋅ 1010 |
| Na2CO3 ⋅ 10 H2O | 2,356 kg |  |  |  |

**Ratkaisu:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Aine** | **m** | **M** | **n** | **N** |
| Si | **5,2 μg** | 28,09 g/mol |  |  |
| Ca(OH)2 |  | 74,096 g/mol | **1,2 mmol** |  |
| CH3CH2CH2COOH |  | 88,104 g/mol |  | **72 ⋅ 1010** |
| Na2CO3 ⋅ 10 H2O | **2,356 kg** | 286,15 g/mol |  |  |

18. Hyönteismyrkkypullon etiketti ilmaisee, että se sisältää 0,10 massaprosenttia myrkkyä, jonka molekyylikaava on C12H11NO2. Kuinka monta myrkkymolekyyliä on 200 ml:n pullossa, jos liuoksen tiheys 1,0 g / ml?

Ratkaisu:

m-%(myrkky) = 0,10 % = 0,0010

V(liuos) = 200 ml

ρ(liuos) = 1,0 g/ ml

M(C12H11NO2) = 201,218 g/mol

NA= 6,022∙1023 1/mol

N(C12H11NO2) = ?

Ratkaistaan pullossa olevan liuoksen massa tiheyden suureyhtälöstä , josta m =  ⋅ V

m(liuos) = ρ(liuos) ∙ V(liuos) = 1,0 g/ ml ∙ 200 ml = 200,0 g

Ilmoitetun massaprosenttisen osuuden perusteella 200,0 g hyönteismyrkkyä sisältää 0,0010 ∙ 200,0 g = 0,2000 g myrkkymolekyylejä C12H11NO2.

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

 

Kysytty myrkkymolekyylien lukumäärä N saadaan suureyhtälöstä

19. a) Mikä ainemäärä asetonia eli propanonia C3H6O on pullossa, joka sisältää 500 ml asetonia?

 b) Kuinka monta asetonimolekyyliä pullossa on?

 Vihje: Hae asetonin tiheys taulukkokirjasta.

**Ratkaisu:**

a) Taulukkokirjan mukaan asetonin (C3H6O) tiheys on 0,79 kg/dm3.

 (C3H6O) = 0,79 kg/dm3

V(C3H6O) = 500 ml = 0,500 dm3 Huomaa yksikkömuunnos ja yksikkömuunnoksen tarkkuus!

M(C3H6O) = 58,078 g/mol

n(C3H6O) = ?

Ratkaistaan ensin asetonin massa asetonin tiheyden ja liuoksen tilavuuden avulla

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

b) n(C3H6O) = 6,801 mol (a-kohdasta)

 NA= 6,022·1023 1/mol

 N(C3H6O) = ?

Asetonimolekyylien lukumäärä saadaan ratkaistua suureyhtälöstä



**1.3 Liuoksen konsentraatio**

20. Laske liuoksen konsentraatio, kun

a) 3,0 mol sakkaroosia (C12H22O11) liuotetaan veteen siten, että liuoksen lopputilavuus on 2,0 litraa.

b) 3,0 ml:n verinäyte sisältää 1,1 ⋅ 10–5 mol kolesterolia (C27H46O). Anna vastaus yksikössä mmol/l.

**Ratkaisu**

Konsentraatio saadaan ratkaistua suureyhtälöstä c =.

a) n(C12H22O11) = 3,0 mol

 V(liuos) = 2,0 l

c(C12H22O11) = ?



b) n(C27H46O) = 1,1 ∙10−5 mol

V(veri) = 3,0 ml = 0,0030 l Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

 c(C27H46O) = ?

 = = 3,667 ∙10−3 mol/l = 3,7 mmol/l

21. 3,0 g ammoniumsulfaattia (NH4)2SO4 liuotetaan veteen mittapullossa siten, että liuoksen lopputilavuudeksi tulee 100 ml. Laske liuoksen ammoniumsulfaattikonsentraatio. Laske myös liuoksen ammonium- ja sulfaatti-ionien konsentraatiot.

**Ratkaisu**

m((NH4)2SO4) = 3,0 g

M((NH4)2SO4) = 132,154 g/mol

V(liuos) = 100 ml = 0,100 l Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

c((NH4)2SO4) = ?

c(NH4)+ = ?

c(SO42-) = ?

Ratkaistaan ensin ammoniumsulfaatin ainemäärä suureyhtälöstä 

 

Ammoniumsulfaatin konsentraatio saadaan suureyhtälöstä 



Yhdisteen kaavan perusteella yksi mooli ammoniumsulfaattia sisältää kaksi moolia ammoniumioneja NH4+ ja yhden moolin sulfaatti-ioneja SO42−. Tämä nähdään myös yhdisteen liukenemista kuvaavasta yhtälöstä:

(NH4)2SO4(s) → 2 NH4+ (aq) + SO42− (aq)

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

c(NH4+) = 2 ⋅ c((NH4)2SO4) = 2 ⋅ 0,2270 mol/l = 0,4540 mol/l ≈ 0,45 mol/l

c(SO42−) = c((NH4)2SO4) = 0,2270 mol/l ≈ 0,23 mol/l

22.

a) 1,00 desilitrassa maitoa on 180 mg kalsiumioneja (Ca2+). Laske maidon kalsiumionikonsentraatio.

b) 100 ml merivettä sisältää bromidi-ioneja (Br–) keskimäärin 6,5 mg. Laske meriveden bromidi-ionikonsentraatio.

c) Tuoremehuun on lisätty C-vitamiinia (C6H8O6) siten, että sen pitoisuus on 30 mg/50 ml. Laske tuoremehun C-vitamiinikonsentraatio.

d) Henkilö juo c-kohdassa mainittua tuoremehua 2,0 dl. Laske veren C-vitamiinikonsentraatio, jos

ajatellaan, että koko C-vitamiinimäärä imeytyy tasaisesti verenkiertoon? Veren kokonaistilavuus on 5,2 l.

**Ratkaisu:**

Kaikissa kohdissa kysytty konsentraatio saadaan ratkaistua suureyhtälöstä c =.

Kohdissa a-c tarvitaan lisäksi suureyhtälöä n =.

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

a) m(Ca2+) = 180 mg = 0,180 g Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

 M(Ca2+) = 40,08 g/mol Huomaa, että kalsiumionin moolimassa on sama kuin kalsiumatomin moolimassa!

V(maito) = 1,00 dl = 0,100 l Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

 c(Ca2+) = ?

 Ratkaistaan ensin kalsiumionien ainemäärä suureyhtälöstä 

 n(Ca2+) = = 4,4910 ∙ 10−3 mol

Maidon kalsiumionikonsentraatio on

c(Ca2+) = = 44,910 ∙ 10−3 mol/l ≈ 44,9 ∙ 10−3 mol/l

b) m(Br−) = 6,5 mg = 0,0065 g Huomaa yksikkömuunnos!

M(Br−) = 79,90 g/mol Huomaa, että bromidi-ionin moolimassa on sama kuin bromiatomin moolimassa!

V(merivesi) = 100 ml = 0,100 l Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

c(Br−) = ?

Ratkaistaan ensin bromidi-ionien ainemäärä suureyhtälöstä 

n(Br−) = 

Meriveden bromidi-ionikonsentraatio on



c) m(C6H8O6) = 30 mg = 0,030 g Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

 M(C6H8O6) = 176,124 g/mol

V(mehu) = 50 ml = 0,050 l Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

 c(C6H8O6) = ?

Ratkaistaan ensin C-vitamiinin ainemäärä suureyhtälöstä 

n(C6H8O6) = = 1,703 ∙ 10−4 mol

Mehun C-vitamiinikonsentraatio on

c(C6H8O6) = = 3,406 ∙ 10-3 mol/l

 ≈ 3,4 ⋅10−3 mol/l

d) c(C6H8O6) = 3,406⋅10−3 mol/l (c-kohdasta)

 V(mehu) = 2,0 dl = 0,20 l Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

V(veri) = 5,2 l

 c(C6H8O6) = ?

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

n(C6H8O6) = c(C6H8O6)⋅ V(mehu) = 3,406⋅10-3 mol/l ∙ 0,20 l = 6,812⋅10-4 mol

Ratkaistaan lopuksi kysytty veren C-vitamiinikonsentraatio

c(C6H8O6) = 

23. Veren NaCl-konsentraatio on 0,14 mol/l.

a) Missä tilavuudessa verta on 0,10 mol natriumkloridia? Anna vastaus millilitroina kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.

b) Missä tilavuudessa verta on 1,0 mg natriumkloridia? Anna tässäkin vastaus millilitroina.

c) Ilmoita veren natriumionipitoisuus yksikössä g/l.

d) Laske, kuinka monta natriumionia on 0,50 litrassa verta.

**Ratkaisu:**

a) c(NaCl) = 0,14 mol/l

 n(NaCl) = 0,10 mol

 V(veri) = ?

Ratkaistaan veren tilavuus konsentraation suureyhtälöstä , josta **



b) c(NaCl) = 0,14 mol/l

 m(NaCl) = 1,0 mg = 0,0010 g Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

 M(NaCl) = 58,44 g/mol

 V(veri) = ?

Ratkaistaan ensin natriumkloridin ainemäärä suureyhtälöstä 

n(NaCl) == 1,711∙ 10−5 mol

Ratkaistaan kysytty veren tilavuus suureyhtälöstä , josta V = 

V(veri) =  = = 1,222 ∙ 10−4 l ≈ 0,12 ml

c) c(NaCl) = 0,14 mol/l

 M(Na+) = 22,99 g/mol Huomaa, että natriumionin moolimassa on sama kuin natriumatomin moolimassa!

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

 n=, josta m = n ⋅ M

 m(Na+) = n(Na+) ⋅ M(Na+) = = 0,14 mol ∙ 22,99 g/mol = 3,219 g ≈ 3,2 g

 Kysytty pitoisuus on siten 3,2 g /l.

d) c(NaCl) = 0,14 mol/l

 V(veri) = 0,50 l

 NA = 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol

 N(Na+) = ?

Ratkaistaan ensin natriumkloridin ainemäärä suureyhtälöstä , josta n = c ⋅ V

n(NaCl) = c(NaCl) ⋅ V(veri) = 0,14 mol/l ⋅ 0,50 l = 0,07000 mol

Koska yksi mooli natriumkloridia sisältää yhden moolin natriumioneja, on natriumionien

ainemäärä sama kuin natriumkloridin ainemäärä eli n(Na+) = n(NaCl) = 0,07000 mol

Ratkaistaan natriumionien lukumäärä suureyhtälöstä , josta N = n ⋅ NA

N(Na+) = n(Na+) ⋅ NA = 0,07000 mol ⋅ 6,022 ⋅ 1023 kpl/mol = 4,215 ⋅ 1022 kpl ≈ 4,2 ⋅ 1022 kpl

24. Virtsassa esiintyvän glukoosin (C6H12O6) pitoisuus voidaan määrittää testiliuskalla, jossa pitoisuuden yksikkönä on mmol/l. Testiliuskan herkkyys on 2,80–55,5 mmol/l. Mikä on tällöin yksikössä mg/l pienin virtsan glukoosipitoisuus, joka tällä testiliuskalla voidaan todeta?

**Ratkaisu:**

c(C6H12O6) = 2,80 mmol/l = 2,80 ∙10−3 mol/l Huomaa potenssimerkintä!

V(veri) = 1,00 l Veren tilavuus ilmoitettu samalla tarkkuudella kuin glukoosin ainemäärä (3 merkitsevää numeroa).

M(C6H12O6) = 180,156 g/mol

m(C6H12O6) = ?

Ratkaistaan ensin glukoosin ainemäärä suureyhtälöstä , josta n = c ⋅ V

n(C6H12O6) = c(C6H12O6) ⋅ V(C6H12O6) = 2,80 ∙10−3 mol/l ⋅ 1,00 l = 2,8000 ∙10−3 mol

Kysytty glukoosin massa saadaan ratkaistua suureyhtälöstä , josta m = n ⋅ M

m(C6H12O6) = n(C6H12O6) ⋅ M(C6H12O6) = 2,8000 ∙10−3 mol ⋅ 180,156 g/mol = 0,50444 g ≈ 504 mg

Pienin todettava glukoosipitoisuus on siten 504 mg/l.

25.Salibandyn pelaaja hikoilee ottelun aikana 2,0 dl hikeä, jonka kaliumionipitoisuus on 4,0 mmol/l. Kuinka monta milligrammaa kaliumioneja pelaaja menettää ottelun aikana?

**Ratkaisu**

V(hiki) = 2,0 dl = 0,20 l Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

c(K+) = 4,0 mmol/l = 4,0·10−3 mol/l Huomaa potenssimerkintä!

M(K+) = 39,10 g/mol Huomaa, että kaliumionin moolimassa on sama kuin kaliumatomin moolimassa!

m(K+) = ?

Ratkaistaan kaliumionien ainemäärä 2,0 dl:ssa hikeä suureyhtälöstä n = c ⋅ V

n(K+) = c(K+) · V(hiki) = 4,0·10−3 mol/l · 0,20 l = 8,000 ·10−4 mol

Ratkaistaan kysytty kaliumionien massa suureyhtälöstä , josta m = n ⋅ M

m(K+) = n(K+) · M(K+) = 8,000·10−4 mol · 39,10 g/mol = 0,03128 g  31 mg

26. Glyserolia C3H8O3 käytetään kosteuden sitojana esimerkiksi kosmeettisissa aineissa ja elintarvikkeissa. Glyseroli on hyvin poolinen aine, joten se liukenee hyvin veteen. Glyserolin tiheys 1,26 g/cm3. Laske sellaisen glyseroliliuoksen konsentraatio, jossa 40,0 ml glyserolia on liuotettu veteen siten, että liuoksen kokonaistilavuus on 250 ml.

**Ratkaisu:**

(C3H8O3) = 1,26 g/cm3 = 1,26 g/ml

V(C3H8O3) = 40,0 ml

V(liuos) = 250 ml = 0,250 l Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

M(C3H8O3) = 92,094 g/mol

c(C3H8O3) = ?

Ratkaistaan veteen liuotetun glyserolin massa tiheyden suureyhtälöstä , josta m = ⋅ V

m(C3H8O3) = (C3H8O3) · V(C3H8O3) = 1,26 g/ml · 40,0 ml = 50,400 g

Ratkaistaan glyserolin ainemäärä suureyhtälöstä 



Ratkaistaan lopuksi kysytty glyserolikonsentraatio suureyhtälöstä 



27. Laske liuosten konsentraatiot seuraavista tiedoista:

a) HCl(aq), tiheys = 1,18 kg/dm3, m-% = 36 %

b) NH3(aq), tiheys = 0,91 kg/dm3, m-% = 25 %.

**Ratkaisu:**

a) ρ(HCl(aq)) = 1,18 kg/dm3

 m-%(HCl) = 36 % = 0,36

 M(HCl) = 36,458 g/mol

 c(HCl) = ?

 Tarkastellaan 1,0 dm3 tilavuutta suolahappoliuosta eli V(liuos) = 1,0 dm3.

 Ratkaistaan liuoksen massa annetun tiheyden ja tämän tilavuuden avulla suureyhtälöstä ,

 josta m =  ⋅ V

 m(liuos) = (HCl) ∙ V(liuos) = 1,18 kg/dm3 ∙ 1,0 dm3 = 1,180 kg = 1 180 g

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

 m(HCl) = 0,36 ⋅ 1 180 g = 424,8 g

 Ratkaistaan tätä massaa vastaava vetykloridin ainemäärä suureyhtälöstä 

 

 Ratkaistaan lopuksi kysytty HCl-konsentraatio suureyhtälöstä 

 

b) ρ(NH3(aq)) = 0,91 kg/dm3

 m-%(NH3) = 25 % = 0,25

 M(NH3) = 17,034 g/mol

 c(NH3) = ?

 Tarkastellaan 1,0 dm3 tilavuutta ammoniakkiliuosta eli V(liuos) = 1,0 dm3.

 Ratkaistaan liuoksen massa annetun tiheyden ja tämän tilavuuden avulla suureyhtälöstä , josta

 m =  ⋅ V

 m(liuos) = (NH3) ∙ V(liuos) = 0,91 kg/dm3 ∙ 1,0 dm3 = 0,9100 kg = 910,0 g

 Lasketaan annetun massaprosenttisen osuuden avulla ammoniakin (NH3) massa liuoksessa

 m(NH3) = 0,25 ⋅ 910,0 g = 227,5 g

 Ratkaistaan tätä massaa vastaava ammoniakin ainemäärä suureyhtälöstä 

 

 Ratkaistaan lopuksi kysytty ammoniakkikonsentraatio suureyhtälöstä 

 

28. Eräs punaviini sisälsi etanolia 14 tilavuusprosenttia. Laske tämän perusteella viinin etanolikonsentraatio.

(Vihje. Käytä hyväksesi etanolin tiheyttä).

**Ratkaisu:**

til-%(CH3CH2OH) = 14 % = 0,14

M(CH3CH2OH) = 46,068 g/mol

ρ(CH3CH2OH) = 0,79 kg/dm3

c(CH3CH2OH) = ?

Valitaan viininäytteen tilavuudeksi 1,0 dm3. Annetun etanolipitoisuuden perusteella etanolin osuus tässä tilavuudessa on: V(CH3CH2OH) = 0,14 ⋅ 1,0 dm3 = 0,1400 dm3

Ratkaistaan tätä tilavuutta vastaava etanolin massa taulukkokirjassa ilmoitetun tiheyden avulla suureyhtälöstä



Lasketaan etanolin ainemäärä suureyhtälöstä 



Ratkaistaan kysytty etanolikonsentraatio suureyhtälöstä 



29.Täydennä taulukko. Huomaa, että eri kohdissa vastaus tulee antaa eri tarkkuudella riippuen annettujen lähtöarvojen tarkkuudesta.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Aine | m (g) | n (mol) | V (dm3) | c (mol/ dm3) |
| NaCl | 200  |  | 0,200  |  |
| Ca(OH)2 |  | 1,2⋅10−3 | 0,025 |  |
| CH3CH2COOH |  | 0,30 |  | 0,15  |

**Ratkaisu:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Aine | m (g) | n (mol) | V (dm3) | c (mol/ dm3) |
| NaCl | **200**  |  | **0,200**  |  |
| Ca(OH)2 |  | **1,2∙10−3**  | **0,025** |  |
| CH3CH2COOH |  | **0,30** |  | **0,15**  |

**1.4 Liuosten valmistaminen ja laimentaminen**

30. Miten valmistat 100 ml natriumkloridiliuosta, jonka konsentraatio on 0,25 mol/l? Käytettävissäsi on kiinteää natriumkloridia, analyysivaaka, 100 ml:n mittapullo ja tislattua vettä.

**Ratkaisu:**

c(NaCl) = 0,25 mol/l

V(liuos) = 100 ml = 0,100 l Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

M(NaCl) = 58,44 g/mol

m(NaCl) = ?

Ratkaistan natriumkloridin ainemäärä valmistettavassa liuostilavuudessa suureyhtälöstä



n(NaCl) = c(NaCl) ∙ V(NaCl) = 0,25 mol/l ∙ 0,100 l = 0,02500 mol

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

Käytettävä suureyhtälö on 

m(NaCl) = n(NaCl) ∙ M(NaCl) = 0,02500 mol ⋅ 58,44 g/mol = 1,461 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.

31. Selitä laskujen kera, miten laboratoriossa valmistetaan

a) 100 ml sitruunahappoliuosta, jonka c = 2,0 ⋅ 10–4 mol/l kiinteästä sitruunahaposta C6H8O7(s)

b) 250 ml fenoliliuosta, jonka konsentraatio on 10 mmol/l kiinteästä fenolista C6H5OH(s)

c) 500 ml 0,0025 M nikkelikloridiliuosta kidevedellisestä nikkelikloridista NiCl2 ⋅ 6 H2O(s).

Millaiset varoitusmerkit kuhunkin liuokseen tulee laittaa?

**Ratkaisu:**

a) c(C6H8O7) = 2,0 ⋅ 10−4 mol/l

 V(liuos) = 100 ml = 0,100 l Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus

 M(C6H8O7) = 192,124 g/mol

 m(C6H8O7) = ?

Ratkaistaan ensin, mikä ainemäärä sitruunahappoa on valmistettavassa liuostilavuudessa. Käytetään suureyhtälöä  n = c ⋅ V.

 n(C6H8O7) = c(C6H8O7) ∙ V(C6H8O7) = 2,0 ⋅ 10−4 mol/l ∙ 0,100 l = 2,000 ⋅ 10−5 mol

Ratkaistaan tätä ainemäärää vastaava sitruunahapon massa suureyhtälöstä  m = n ⋅ M

 m(C6H8O7) = n(C6H8O7) ∙ M(C6H8O7) = 2,000 ⋅ 10−5 mol ∙ 192,124 g/mol = 3,842·10−3 g ≈ 3,8 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(C6H5OH) = 10 mmol/l = 0,010 mol/l Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

 V(liuos) = 250 ml = 0,250 l Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

M(C6H5OH) = 94,108 g/mol

 m(C6H5OH) = ?

Ratkaistaan ensin, mikä ainemäärä fenolia on valmistettavassa liuostilavuudessa. Käytetään suureyhtälöä n = c ⋅ V

 n(C6H5OH) = c(C6H5OH) ∙ V(liuos) = 0,010 mol/l ∙ 0,250 l = 0,002500 mol

Ratkaistaan tätä ainemäärää vastaava fenolin massa suureyhtälöstä m = n ⋅ M

m(C6H5OH) = n(C6H5OH) ∙ M(C6H5OH) = 0,002500 mol ∙ 94,108 g/mol = 0,2353 g

Liuos valmistetaan seuraavasti:

Punnitaan mahdollisimman tarkasti 0,2353 g fenolia. Liuotetaan fenoli dekantterilasissa (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 liuoksesta on kyse, miten väkevä liuos on, valmistuspäivämäärä ja tekijän nimikirjaimet. Etikettiin tulee lisätä myös varoitusmerkintä akuutisti myrkyllisestä aineesta.

c) c(NiCl2∙ 6 H2O) = 0,0025 M = 0,0025 mol/l Huomaa, että merkintä M tarkoittaa samaa kuin yksikkö mol/l!

 V(liuos) = 500 ml = 0,500 l Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

M(NiCl2 ∙ 6 H2O) = 237,686 g/mol Huomaa, että kaavassa oleva kidevesi eli vesimolekyylien lukumäärä tulee summata yhdisteen moolimassaan!

 m(NiCl2 ∙ 6 H2O) = ?

 Ratkaistaan ensin, mikä ainemäärä kidevedellistä nikkelikloridia on valmistettavassa liuostilavuudessa. Käytetään suureyhtälöä  n = c ⋅ V

 n(NiCl2 ∙ 6 H2O) = c(NiCl2 ∙6 H2O) ∙ V(liuos) = 0,0025 mol/l ∙ 0,500 l = 0,001250 mol

 Ratkaistaan tätä ainemäärää vastaava nikkelikloridin massa suureyhtälöstä 

 m(NiCl2 ∙ 6 H2O) = n(NiCl2 ∙ 6 H2O) ∙ M(NiCl2 ∙ 6 H2O) = 0,001250 mol ∙ 237,686 g/mol = 0,2971 g

Liuos valmistetaan seuraavasti:

Punnitaan mahdollisimman tarkasti 0,2971 g kiinteää, kidevedellistä nikkelikloridia. Liuotetaan nikkelikloridi dekantterilasissa (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 .

32. Etaanihappoliuos valmistettiin seuraavasti: 100 ml:n mittapulloon, joka oli täytetty noin puolilleen vedellä, pipetoitiin 5,00 ml väkevää etaanihappoa CH3COOH(l), jonka tiheys on 1,05 g/ml. Mittapullo täytettiin tislatulla vedellä merkkiin asti. Laske näin valmistetun liuoksen konsentraatio. Miksi mittapulloon oli valmiiksi laitettu vettä?

**Ratkaisu:**

V(CH3COOH) = 5,00 ml

(CH3COOH) = 1,05 g/ml

V(liuos) = 100 ml = 0,100 l Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

M(CH3COOH) = 60,052 g/mol

c(CH3COOH) = ?

Ratkaistaan ensin annetun etaanihapon tiheyden ja mitatun tilavuuden avulla liuokseen tulevan etaanihapon massa suureyhtälöstä  m =  ⋅ V

 m(CH3COOH) = (CH3COOH) ⋅ V(CH3COOH) = 1,05 g/ml ⋅ 5,00 ml = 5,2500 g

 Ratkaistaan tätä massaa vastaava ainemäärä suureyhtälöstä 



Ratkaistaan lopuksi valmistetun etaanihappoliuoksen konsentraatio suureyhtälöstä 



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.

33. Käytettävissäsi on tislattua vettä ja glukoosiliuosta, jonka konsentraatio on 4,0 mol/l. Selvitä, miten valmistat (laskut ja tarvittavat välineet) tästä liuoksesta seuraavat laimennokset:

a) 100 ml liuosta, jonka glukoosikonsentraatio on 2,0 mol/l

b) 200 ml liuosta, jonka glukoosikonsentraatio on 1,0 mol/l

c) 50 ml liuosta, jonka glukoosikonsentraatio on 0,080 mol/l.

**Ratkaisu:**

Kaikissa kohdissa alkuperäisen glukoosiliuoksen konsentraatiota on merkitty kirjaintunnuksella c1 ja tämän liuoksen tilavuutta kirjaintunnuksella V1. Valmistettavan laimennoksen konsentraatio ja tilavuus puolestaan on merkitty kirjaintunnuksilla c2 ja V2. Kussakin kohdassa (a-c) on esitetty kaksi vaihtoehtoista tapaa ratkaista tehtävä.

a) c1 = 4,0 mol/l

 c2 = 2,0 mol/l

 V2 = 100 ml = 0,100 l Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

 V1 = ?

Tapa 1:

Koska ainemäärä n säilyy samana eli n1 = n2, voidaan ratkaisussa kyttää suureyhtälöä c1V1 = c2V2. Ratkaisemalla tästä V1, saadaan

 

Tapa 2:

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

Konsentraatioiden suhde  Tämän perusteella voidaan päätellä, että alkuperäisen liuoksen tulee laimentua 2 kertaisesti. Tällöin väkevämmästä liuoksesta otettavan tilavuuden (V1) on oltava  laimennoksen lopputilavuudesta (V2) eli V1 = ∙ V2 = ⋅100 ml = 50 ml.

Liuoksen valmistus:

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

b) c1 = 4,0 mol/l

 c2 = 1,0 mol/l

 V2 = 200 ml = 0,200 l

 V1 = ?

Tapa 1:

Ratkaistaan V1 suureyhtälöstä c1V1 = c2V2

 

Tapa 2:

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

Konsentraatioiden suhde  eli liuoksen tulee laimentua 4 kertaisesti.

Tällöin väkevämmästä liuoksesta otettavan tilavuuden (V1) on oltava  laimennoksen lopputilavuudesta (V2), jolloin voidaan merkitä: V1 = ∙ V2 => V1 = ⋅ 200 ml = 50 ml.

 Liuoksen valmistus:

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

c) c1 = 4,0 mol/l

 c2 = 0,080 mol/l

 V2 = 50 ml = 0,050 l

 V1 = ?

Tapa 1:

Ratkaistaan V1 suureyhtälöstä c1V1 = c2V2



Tapa 2:

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

 Konsentraatioiden suhde eli liuoksen tulee laimentua 50 kertaisesti.

 Tällöin väkevämmästä liuoksesta otettavan tilavuuden (V1) on oltava  laimennoksen lopputilavuudesta (V2), jolloin voidaan merkitä: V1 = ∙ V2 => V1 = ⋅ 50 ml = 1,0 ml.

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

34. 8,45 g ammoniumkarbonaattia ((NH4)2CO3) liuotetaan veteen, ja liuoksen lopputilavuus säädetään 100 ml:ksi mittapullossa. Näin valmistettua liuosta pipetoidaan 5,00 ml:n täyspipetillä 50,0 ml:n mittapulloon, joka täytetään merkkiviivaan asti vedellä. Laske tämän liuoksen ammonium- ja karbonaatti-ionikonsentraatio.

**Ratkaisu:**

m((NH4)2CO3) = 8,45 g

M((NH4)2CO3) = 96,094 g/mol

V(liuos)1 = 100 ml = 0,100 l

V((NH4)2CO3) = 5,00 ml = 0,00500 l Huomaa yksikkömuunnokset ja muunnosten tarkkuudet!

V(liuos)2= 50,0 ml = 0,0500 l

c(NH4+) = ?

(CO32−) = ?

Ratkaistaan ensin ammoniumkarbonaatin ainemäärä suureyhtälöstä 

 

Lasketaan valmistetun liuoksen ammoniumkarbonaattikonsentraatio. Käytetään suureyhtälöä Huomaa, että tässä vaiheessa käytetään liuostilavuutta V(liuos)1, joka on 100 ml.

 

Lasketaan seuraavaksi, mikä ainemäärä ammoniumkarbonaattia saadaan, kun valmistettua liuosta pipetoidaan 5,00 ml. Käytetään suureyhtälöä 

 n((NH4)2CO3) = c((NH4)2CO3) ∙ V((NH4)2CO3) = 0,87935 mol/l ∙ 0,00500 l = 0,0043968 mol

Kun tämä ainemäärä lopulta laimennetaan 50,0 ml:ksi (= V(liuos)2), saadaan ammoniumkarbonaattiliuoksen konsentraatioksi

 

Ammoniumkarbonaatin kaavasta ((NH4)2CO3) nähdään, että yhdessä moolissa ammoniumkarbonaattia on kaksi moolia ammoniumioneja (NH4+) ja yksi mooli karbonaatti-ioneja (CO32−). 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(NH4+) = 2 ∙ c((NH4)2CO3) = 2 ∙ 0,087936 mol/l = 0,17587 mol/l 0,176 mol /l

 c(CO32−) = c((NH4)2CO3) = 0,087936 mol/l  0,0879 mol /l

35. Tehtäväsi on valmistaa 500 ml typpihappoliuosta, jonka konsentraatio on 0,100 mol/l. Käytettävissäsi on

typpihappoa, jonka pitoisuus on 36 massaprosenttia ja tiheys on 1,214 kg/l, tislattua vettä, pipettejä ja

 mittapulloja. Miten valmistat liuoksen ja mitä työturvallisuusseikkoja otat huomioon?

**Ratkaisu:**

c(HNO3) = 0,100 mol/l

m-%(HNO3(aq)) = 36 % = 0,36

ρ(HNO3) = 1,214 kg/l

V(liuos) = 500 ml = 0,500 l Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

M(HNO3) = 63,018 g/mol

Lasketaan aluksi käytettävän typpihappoliuoksen konsentraatio. Tarkastellaan 1,0 litran tilavuutta tätä liuosta eli V(liuos) = 1,0 l. Ratkaistaan tämän tilavuuden ja annetun tiheyden avulla yhden liuoslitran massa tiheyden suureyhtälöstä m = ⋅ V

m(liuos) = (HNO3(aq)) ⋅ V(liuos) = 1,214 kg/l ⋅ 1,0 l = 1,214 kg = 1 214 g

Ratkaistaan annetun massaprosenttisen pitoisuuden avulla typpihapon osuus liuoksen kokonaismassasta.

m(HNO3) = 0,36 ⋅ 1214 g = 437,0 g

Ratkaistaan tätä massaa vastaava typpihapon ainemäärä suureyhtälöstä .



Ratkaistaan käytettävissä olevan typpihapon konsentraatio suureyhtälöstä 



Ratkaistaan, mikä ainemäärä typpihappoa tarvitaan valmistettavaan laimennokseen:

V(laimennos) = 500 ml = 0,500 l Huomaa yksikkömuunnos ja muunnoksen tarkkuus!

c(laimennos) = 0,100 mol/l

Laimennokseen tarvittava typpihapon ainemäärä saadaan suureyhtälöstä c = , josta

n(HNO3) = c(laimennos) ⋅ V(laimennos) = 0,100 mol/l ⋅ 0,500 l = 0,0500 mol

Lasketaan, mikä tilavuus käytettävissä olevaa typpihappoliuosta (c = 6,935 mol/l) tarvitaan, jotta saadaan tämä ainemäärä. Käytetään suureyhtälöä





Liuoksen valmistus:

Tarkin väline, jolla 7,2 ml:n tilavuus saadaan mitattua, on 10 ml:n mittapipetti. Täytetään ensin 500 ml:n mittapullo puolilleen tislatulla 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 tislatulla vedellä merkkiin. Koska typpihappoliuos on syövyttävää, tulee pulloon liittää varoitusmerkintä syövyttävästä aineesta 

**Ylioppilastehtäviä**

1. Kaupallinen typpihappoliuos sisältää 65 massaprosenttia typpihappoa. Liuoksen tiheys on 1,39 kg/l.

a) Laske tämän HNO3 -liuoksen konsentraatio.

b) Kuinka monta millilitraa kaupallista typpihappoa tarvitaan valmistettaessa 250 ml liuosta, jonka konsentraatio on 0,15 mol/l?

c) Mitä työturvallisuuteen liittyviä asioita tulee ottaa huomioon tätä liuosta valmistettaessa?

(Yo syksy 2014)

**Ratkaisu:**

a) m-%(HNO3) = 65 % = 0,65

 M(HNO3) = 63,018 g/mol

 ρ(liuos) = 1,39 kg/l

 Valitaan tarkasteltavaksi liuosmääräksi 1,00 litra. Ratkaistaan tiheyden suureyhtälöstä

  yhden liuoslitran massa

 m(liuos) = ρ(liuos) ⋅ V(liuos) = 1,39 kg/l ⋅ 1,00 l = 1,3900 kg

 Typpihapon osuus (massaprosenttisen pitoisuuden perusteella) liuoksen massasta on:

 m(HNO3) = 0,65 ⋅ 1,3900 kg = 0,9035 kg = 903,5 g

 Typpihapon ainemäärä on

 

 Kysytty typpihapon konsentraatio on

 

b) c1 = 14,34 mol/l (a-kohdasta)

 V1 = ?

 c2 = 0,15 mol/l

 V2 = 250 ml = 0,250 l

 Suureyhtälöstä c1V1 = c2V2 ratkaistuna tarvittava tilavuus V1 on

 

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. 100,0 millilitran mittapulloon, joka sisältää hieman vettä,

lisätään täyspipetillä 10,00 ml etanolia (tiheys 0,789 g/ml).

Tämän jälkeen liuosta sekoitetaan ja lopuksi pullo täytetään

merkkiin asti vedellä. Saadun liuoksen tiheys on 0,982 g/ml.

Laske etanolin

a) konsentraatio (1 p.)

b) pitoisuus massaprosentteina (1 p.)

c) molaalisuus (m). (2 p.)

 Molaalisuus on lämpötilasta riippumaton suure, ja sillä tarkoitetaan liuenneen aineen (etanoli) ainemäärää jaettuna liuottimen (veden) massalla:

 

d) Voidaanko tehtävässä annettujen tietojen perusteella laskea mittapulloon lisätyn veden tilavuus? Perustele. (2 p.)

(Yo syksy 2012)

**Ratkaisu:**

a) V(liuos) = 100,0 ml = 0,1000 l

V(CH3CH2OH) = 10,00 ml

ρ (CH3CH2OH) = 0,789 g/ml

M(CH3CH2OH) = 46,068 g/mol

c(CH3CH2OH) = ?

Ratkaistaan tiheyden suureyhtälöstä  liuokseen lisätyn etanolin massa

m(CH3CH2OH) = ρ(CH3CH2OH) ⋅ V(CH3CH2OH) = 0,789 g/ml ⋅ 10,00 ml = 7,8900 g

Etanolin ainemäärä on



Etanolikonsentraatio on



b) V(liuos) = 100,0 ml

 ρ (liuos) = 0,982 g/ml

 m(CH3CH2OH) = 7,8900 g (a-kohdasta)

 m-%( CH3CH2OH) = ?

 Ratkaistaan tiheyden suureyhtälöstä  koko liuoksen massa

 m(liuos) = ρ(liuos) ⋅ V(liuos) = 0,982 g/ml ⋅ 100,0 ml = 98,200 g

 Kysytty etanolin osuus massaprosentteina on

 

c) n(CH3CH2OH) = 0,17127 mol (a-kohdasta)

 m(CH3CH2OH) = 7,8900 g (a-kohdasta)

 m(liuos) = 98,200 g (b-kohdasta)

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

 m(H2O) = m(liuos) − m(CH3CH2OH)

 = 98,200 g − 7,8900 g

 = 90,310 g

 = 0,090310 kg

 Kysytty molaalisuus on

 

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