**Aine hulga määramine lahuses**

**Vanuseaste:** 9. klass

**Materjali tüüp:** õpilase tööleht (täiendav variant)

**Eesmärk:** määrata rauaioonide sisaldus uuritavas proovis

**Seos õpitulemustega**:

* tunneb põhilisi aine hulga, massi ja ruumala ühikuid ning teeb vajalikke ühikute teisendusi;
* teeb arvutusi aine hulga, massi ja gaasi ruumala vaheliste seoste alusel ning põhjendab neid loogiliselt;
* mõistab ainete massi jäävust keemilistes reaktsioonides ja reaktsioonivõrrandi kordajate tähendust (reageerivate ainete hulkade suhe);
* analüüsib keemilise reaktsiooni võrrandis sisalduvat (kvalitatiivset ja kvantitatiivset) infot;
* lahendab reaktsioonivõrranditel põhinevaid arvutusülesandeid, lähtudes reaktsioonivõrrandite kordajatest (ainete moolsuhtest) ning reaktsioonis osalevate ainete hulkadest (moolide arvust), tehes vajaduse korral ümberarvutusi ainehulga, massi ja (gaasi) ruumala vaheliste seoste alusel; põhjendab lahenduskäiku;
* hindab loogiliselt arvutustulemuste õigsust ning teeb arvutustulemuste põhjal järeldusi ja otsustusi.
* selgitab keemiliste reaktsioonide soojusefekti (energia eraldumist või neeldumist);
* plaanib ja teeb ohutult lihtsamaid keemiakatseid, mõistab igapäevaelus kasutatavate kemikaalide ja materjalide ohtlikkust ning rakendab neid kasutades vajalikke ohutusnõudeid;
* teeb lihtsamaid arvutusi ainevalemite ja reaktsioonivõrrandite ning lahuste koostise alusel, kontrollib lahenduskäigu õigsust dimensioonanalüüsiga ning hindab arvutustulemuste vastavust reaalsusele.

**Põhimõisted:** ainehulk, mool, molaarmass.

**TÖÖ EESMÄRK:** rauaioonide sisalduse määramine uuritavas proovis

**TÖÖ KÄIK**

**variant 1 – raud(II)ioonide sisaldus toidulisandis (tabletis)**

1. Asetage uhmrisse kaks rauda sisaldava toidulisandi tabletti ja uhmerdage need peeneks. Viige saadud tabletipuru keeduklaasi.
2. Kui kogu tahket tabletipuru ei õnnestu uhmrist keeduklaasi kanda, lisage uhmrisse *ca* 20 ml väävelhappe lahust ning segage (nuiaga) järelejäänud tabletipuru ja happe segu.
3. Valage saadud segu ettevaatlikult keeduklaasi. Loputage uhmrit veel kahel-kolmel korral väikese koguse väävelhappe lahusega. Kandke igal korral saadud segu samuti keeduklaasi.
4. Kui olete keeduklaasis olevale tabletipurule lisanud kokku *ca* 50 ml väävelhappe lahust ja saadud segu hoolega seganud, viige see **100,0 ml** mõõtekolbi.
5. Loputage keeduklaasi paaril korral destilleeritud veega ja kandke loputusvesi mõõtekolbi. Viige lahuse ruumala märgini. Ühtlustage saadud lahuse kontsentratsioon.
6. Mõõtke saadud segust mahtpipeti abil **20,0 ml** koonilisse kolbi, lisage *ca* 5 ml väävelhappe lahust ja tiitrige kaaliumpermanganaadi lahusega roosaka värvuse püsimajäämiseni. Tiitrimise vältel tuleb lahust pidevalt segada.

**variant 2 – raud(II)ioonide sisaldus toidulisandis (tabletis), kasutades eelnevalt valmistatud lahust**

1. Lahus on valmistatud järgmiselt: 500,0 ml lahuse valmistamiseks võeti 10 tabletti.
2. Mõõtke saadud segust mahtpipeti abil 20,0 ml koonilisse kolbi, lisage *ca* 5 ml väävelhappe lahust ja tiitrige kaaliumpermanganaadi lahusega roosaka värvuse püsimajäämiseni. Tiitrimise vältel tuleb lahust pidevalt segada.

**variant 3 – raud(II)ioonide sisaldus samblatõrjevahendis**

1. Kaaluge kuiva keeduklaasi *ca* 4 g samblatõrjevahendit. Määrake kaalutud proovi täpne mass.
2. Lahustage proov *ca* 60 ml väävelhappe lahuses.
3. Lisage proovile *ca* 40 ml destilleeritud vett. Segage.
4. Kandke saadud lahus **250,0** **ml** mõõtekolbi. Loputage keeduklaasi paaril korral destilleeritud veega ja kandke loputusvesi mõõtekolbi. Viige lahuse ruumala märgini. Ühtlustage saadud lahuse kontsentratsioon.
5. Mõõtke saadud segust mahtpipeti abil **10,0 ml** koonilisse kolbi, lisage *ca* 5 ml väävelhappe lahust ja tiitrige kaaliumpermanganaadi lahusega roosaka värvuse püsimajäämiseni. Tiitrimise vältel tuleb lahust pidevalt segada.

**MÕÕTMISTULEMUSED (nt paari peale)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Proovi nr** | **1.** | **2.** | **3.** | **4.** | **Keskmine** |
| Valg (KMnO4) |  |  |  |  |  |
| Vlõpp (KMnO4) |  |  |  |  |  |
| ∆V (KMnO4) |  |  |  |  |  |

**TULEMUSED**

**Variandid 1 ja 2**

Arvutage raud(II)ioonide sisaldus (mg) ühes tabletis.

**Variant 3**

Arvutage raud(II)ioonide sisaldus (% massi järgi) samblatõrjevahendis.

Kasutatud kaaliumpermanganaadi lahuse molaarne kontsentratsioon (*vt tahvlilt*):

$$c\left(KMnO\_{4}\right)= \frac{mol}{l}$$

Abivalemid:

**Variant 1**

$$m\left(Fe\right)=\frac{V(kulunud KMnO\_{4} lahus, ml)∙c\left(KMnO\_{4}\right)∙5∙5∙56}{2} $$

**Variant 2**

$$m\left(Fe\right)=\frac{V(kulunud KMnO\_{4} lahus, ml)∙c\left(KMnO\_{4}\right)∙5∙25∙56}{10} $$

**Variant 3**

$$\%\left(Fe\right)=\frac{V(kulunud KMnO\_{4} lahus, ml)∙c\left(KMnO\_{4}\right)∙5∙25∙56}{m(vahendi mass, g)∙1000}∙100\% $$

**KOKKUVÕTE**

Määrasin raua sisaldust ……………………………………………………………. (milles?).

Ja sain tulemuseks …………………………………………………..

**METOODIKA SELGITUS**

Ainete sisalduse uuritavas proovis määramiseks võib kasutada erinevat tüüpi tiitrimist: hape-alus tiitrimist, kompleksonomeetriat, aga ka redokstiitrimist. See on redokstiitrimise töö.

Mitmete redutseerijate, näiteks raud(II)ioonide ja oblikhappe ning selle soolade, sisaldust proovides on võimalik määrata tugeva oksüdeerija **kaaliumpermanganaadi** abil. Selles reaktsioonis ei ole lõpp-punkti määramiseks tarvis indikaatorit kasutada, sest kaaliumpermanganaadil on iseloomulik tumelilla värvus.

 5Fe2+ + MnO4− + 8H+ → 5Fe3+ + Mn2+ + 4H2O

Fe2+ − e− → Fe3+  │∙5

 MnO4− + 5e−  + 8H+ → Mn2+ + 4H2O │∙1

Permanganaadi abil läbi viidatavat analüüsi nimetatakse **permanganatomeetriaks**.

Teine levinud redokstiitrimiste tehnika on **jodomeetria**. Jood on oksüdeerija ning selle abil on võimalik määrata näiteks vääveldioksiidi ja C-vitamiini sisaldust. Joodiga tiitrimisel kasutatakse indikaatorina **tärklist**. Tärklis moodustab joodiga iseloomuliku tumesinise kompleksühendi.

Oksüdeeriva titrandina kasutatakse näiteks **kaaliumdikromaati** (happelises keskkonnas).

Redokstiitrimiste lõpp-punkti määramisel on võimalik kasutada **redoksindikaatoreid**.