Neeme Katt

KEEMIA LÜHIKURSUS PÕHIKOOLILE

Tööraamat

maurus

Neeme Katt
Keemia lühikursus põhikoolile
Tööraamat

Retsensent Martin Saar

Toimetaja Andrus Kangro

Keeletoimetaja Eva Saul

Joonised ja kujundus Heiko Unt

Maurus Kirjastus OÜ, 2016
ISBN 978-9949-559-62-6

Aadress: Tartu mnt 74; Tallinn 10144
Telefon: 5919 6117
www.kirjastusmaurus.ee
e-post: *tellimine@kirjastusmaurus.ee*

Kõik õigused käesolevale väljaandele on seadusega kaitstud. Ilma autoriõiguse omaniku kirjaliku loata pole lubatud ühtki selle väljaande osa paljundada ei mehaanilisel, elektroonilisel ega muul viisil.

SISUKORD

1. SISSEJUHATUS KEEMIASSE 6

1.1. Aineosakesed . . . 6
1.2. Keemilised reaktsioonid . . . 7
1.3. Ainete liigitamine koostise järgi . . . 8
1.4. Ainete omadused . . . 8
1.5. Segude lahutamise võtteid . . . 9
1.6. Tähtsamaid laborivahendeid . . . 9
1.7. Tähtsamaid ohutusnõudeid . . . 10
1.8. Ülesandeid . . . 10

2. AATOMI EHITUS JA PERIOODILISUSSÜSTEEM 16

2.1. Aatomi ehitus . . . 16
2.2. Perioodilisustabel . . . 17
2.3. Ioonid. Iooni laeng ja oksüdatsiooniaste . . . 18
2.4. Osakestevahelised sidemed . . . 19
2.5. Ülesandeid . . . 21

3. ANORGAANILISTE AINETE PÕHIKLASSID 25

3.1. Anorgaaniliste ainete liigitamine . . . 25
3.2. Valemite ja nimetuste koostamine (nomenklatuur) . . . 26
3.3. Reaktsioonivõrrandite koostamise üldised põhimõtted . . . 27
3.4. Lihtainete põlemine . . . 28
3.5. Aluseliste oksiidide keemilised omadused . . . 28
3.6. Happeliste oksiidide keemilised omadused . . . 28
3.7. Hapete keemilised omadused . . . 29
3.8. Aluste keemilised omadused . . . 30
3.9. Reaktsioonide toimumise tingimused . . . 30
3.10. Ülesandeid . . . 31

4. LAHUSED 38

4.1. Lahused ja pihused . . . 38
4.2. Lahustuvus . . . 38
4.3. Lahuse massiprotsent . . . 40
4.4. Lahuse keskkond . . . 42
4.5. Ülesandeid . . . 43

5. REDOKSPROTSESSID 50

5.1. Redoksreaktsioonid . . . 50
5.2. Oksüdatsiooniastme määramine . . . 50
5.3. Ülesandeid . . . 51

6. METALLID 53
6.1. Metallide üldiseloomustus . . . 53
6.2. Metallide füüsikalised omadused . . . 54
6.3. Metallide keemilised omadused . . . 54
6.4. Raud . . . 55
6.5. Alumiinium . . . 56
6.6. Vask . . . 56
6.7. Ülesandeid . . . 57

7. MITTEMETALLID 61
7.1. Mittemetallide üldiseloomustus . . . 61
7.2. Hapnik . . . 61
7.3. Vesinik . . . 62
7.4. Süsinik . . . 63
7.5. Süsiniku oksiidid . . . 64
7.6. Gaaside kogumine . . . 64
7.7. Keskkonnaprobleemid . . . 65
7.8. Ülesandeid . . . 65

8. ORGAANILISED AINED 71
8.1. Orgaanilised ained . . . 71
8.2. Orgaaniliste ainete valemid . . . 72
8.3. Süsivesinikud . . . 73
8.4. Alkoholid . . . 73
8.5. Karboksüülhapped . . . 74
8.6. Eluks olulised süsinikuühendid . . . 74
8.7. Keemiliste reaktsioonide soojusefektid . . . 75
8.8. Kütused . . . 76
8.9. Ülesandeid . . . 76

9. MOOLARVUTUSED 82
9.1. Aine hulk ja mool . . . 82
9.2. Ühikud, tähised, valemid . . . 83
9.3. Aine massi, hulga, osakeste arvu ja gaasi ruumala seosed (moolarvutused) . . . 83
9.4. Arvutused reaktsioonivõrrandite järgi . . . 85
9.5. Ülesandeid . . . 87

10. VARIA 95
10.1. Tähtsamad ained . . . 95
10.2. Konspektiivselt keemiast argielus . . . 97
10.3. Erinevaid teemasid lõimivaid ülesandeid . . . 98

Perioodilisustabel . . . 103
Metallide pingerida . . . 104
Lahustuvustabel . . . 104

SAATEKS

Õppevahend on mõeldud põhikooli keemiakursuse kordamiseks ja eksamiks valmistumiseks. Siin on konspektiivselt esitatud 8.–9. klassis õpitud materjal. Iga teema lõpus on vastavad ülesanded. Kuna põhikooli keemiaeksami ülesanded lõimivad tavaliselt mitut teemat, siis on ka siin enamiku ülesannete lahendamisel vaja meenutada mitme teema materjali.

Konspekt annab põhikooli keemiast tervikliku ülevaate ja sobib kordamiseks ka neile, kes peavad varem õpitut gümnaasiumis meelde tuletama.

maurus

1. SISSEJUHATUS KEEMIASSE

1.1. Aineosakesed

Aineosakesed on aatomid, ioonid ja molekulid.

- **Aatom** on aatomituumast ja elektronkattest koosnev laenguta aineosake.
- **Molekul** koosneb aatomitest.
- **Ioon** on laenguga aatom või aatomirühm.

Molekulaarsed ained koosnevad molekulidest, nt paljud mittemetallid, mittemetallioksiidid, happed, orgaanilised ained.

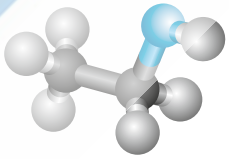
Aine molekulivalem näitab, milliste elementide aatomid on aine ühe molekuli koostises ja kui palju neid on. Elemendi aatomite arvu molekulis näitab indeks.

Struktuurivalem näitab kovalentseid sidemeid aatomite vahel.

Molekulimudelid

vesi

hapnik



etanool

Molekulivalemid ehk summaarsed valemid

H_2O

2 vesiniku aatomit *1 hapniku aatom*

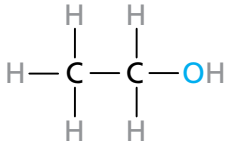
O_2

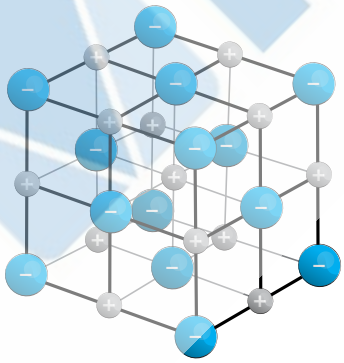
2 hapniku aatomit

Struktuurivalemid

1 ühine elektronipaar ehk üksikside

2 ühist elektronipaari ehk kaksikside





Mittemolekulaarsed ained koosnevad ioonidest või aatomitest (metallid, metallioksiidid, hüdroksiidid, soolad). Mittemolekulaarsed ained esinevad kristallidena, kus on omavahel seotud väga palju ioone või aatomeid.

Mittemolekulaarsete ainete puhul väljendab valem ioonide (aatomite) arvude suhet kristallis. Näiteks valemist $CaCl_2$ näeme, et 1 osa kaltsiumioonide kohta on kristallis 2 osa kloriidioone.

Üksikaatomitena esinevad väärisgaasid (VIIIA rühma elemendid).

< Mittemolekulaarse (ioonilise) aine kristalli mudel

1.2. Keemilised reaktsioonid

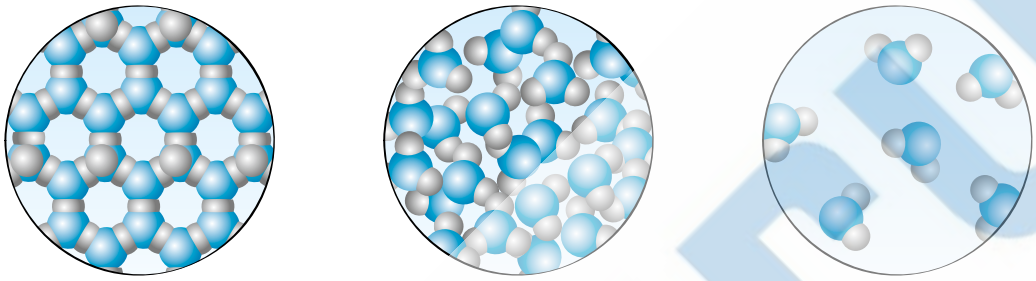
Keemia uurib ainete ehitust, omadusi ja muundumisi.

Ainete muundumisi nimetatakse **keemilisteks reaktsioonideks**.

Nähtuseks nimetatakse muutust looduses.

Füüsikaliste nähtuste käigus toimuvad ainega muutused, mille käigus aine koostis ei muutu. Näiteks vee aurumisel muutub vee olek gaasiliseks, kuid aine osakesed on endiselt vee molekulid. Ka jäätüki purustamisel pisikesteks kristallideks jäävad vee molekulid terveks.

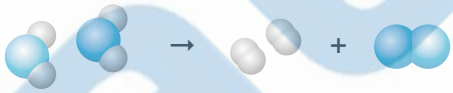
Molekulide paiknemine vee erinevate olekute korral



tahke *vedel* *gaasiline*

Keemiliste nähtuste (reaktsioonide) käigus muunduvad lähteained uuteks aineteks – saadusteks. Näiteks juhtides veest läbi elektrivoolu, toimub keemiline reaktsioon: vee molekulid lagunevad vesiniku ja hapniku molekulideks.

Vee lagunemine



lähteaine *saadused*

$$2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$$

Keemilise reaktsiooni käigus toimub lähteainete koostisse kuuluvate aatomite ümberpaigutumine – saadused tekivad samadest aatomitest, millest koosnevad lähteained. Aatomite arv ja liik keemilise reaktsiooni käigus ei muutu. Seetõttu on reaktsiooni lähteainete kogumass võrdne reaktsioonisaaduste kogumassiga – see on **aine massi jäävuse seadus**.

Et keemiline reaktsioon saaks toimuda, peavad aineosakesed omavahel kokku puutuma. Sageli aitab reaktsiooni esile kutsuda aine kuumutamine, süütamine, valgustamine või ainest elektrivoolu läbijuhtimine.

Keemilise reaktsiooni toimumise üle saab enamasti otsustada väliste **tunnuste** põhjal: värvuse muutus, lõhna või gaasi eraldumine, sademe teke, soojuse ja valguse eraldumine või neeldumine.

Keemilise reaktsiooni kiirus näitab, kui kiiresti moodustub juurde saadust või reageerib ära lähteainet.

Keemilise reaktsiooni kiirus on seda suurem, mida …

- kõrgem on temperatuur,
- suurema kontsentratsiooniga on reageeriv lahus,
- suurem on reageeriva tahke aine peenestusaste.

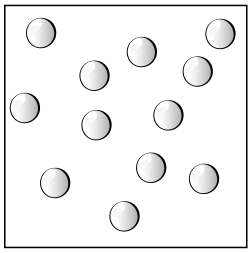
1.3. Ainete liigitamine koostise järgi

Puhas aine koosneb ainult ühe aine osakestest, **segu** aga mitme aine osakestest. Puhtal ainel on kindel koostis, segu koostisosade vahekorda saab muuta. Igapäevaelus kasutatavad materjalid on peamiselt ainete segud.

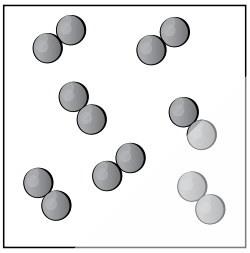
Puhtad ained jagunevad liht- ja liitaineteks.

Lihtained koosnevad ühest keemilisest elemendist. Lihtaine valemina kasutatakse vastavate elementide sümboleid (nt Fe, Au, Cu, S, C). Kaheaatomilised molekulid on O_2, H_2, N_2 ja halogeenid (VIIA rühm: F_2, Cl_2, Br_2, I_2). Lihtained jagunevad metallideks, mittemetallideks ja väärisgaasideks.

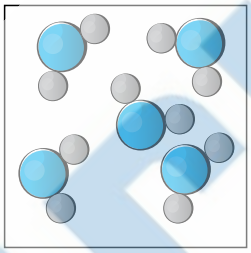
Liitained ehk keemilised ühendid koosnevad mitmest erinevast keemilisest elemendist (nt H_2O, H_2SO_4, NaCl).



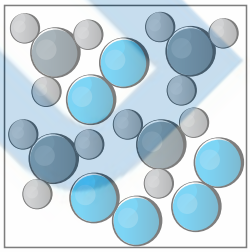
Lihtaine aatomid
Näiteks He



Lihtaine molekulid
Näiteks H_2



Liitaine molekulid
Näiteks H_2O



Lihtaine ja liitaine segu
Näiteks O_2 ja NH_3

Lihtainete tähistamisel:

- elemendi sümbol tähistab ühte aatomit: Cl – üks kloori aatom;
- kui sümboli järel on indeks, siis on tegemist molekuliga: Cl_2 – üks kloori molekul;
- kui valemi ees on kordaja, siis näitab see osakeste (aatomite või molekulide) arvu: 4Cl – neli kloori aatomit, $3Cl_2$ – kolm kloori molekuli.

Liitainete tähistamisel:

- valem tähistab ühte molekuli (molekulaarse aine korral): H_2O – üks vee molekul;
- kui valemi ees on kordaja, siis näitab see molekulide arvu: $5H_2O$ – viis vee molekuli.

1.4. Ainete omadused

Aine omadused on ainet iseloomustavad tunnused. Puhtal ainel on kindlad omadused, segu omadused sõltuvad tema koostisest.

Ainete **füüsikalised omadused** on sulamis- ja keemistemperatuur, tihedus, värvus, elektri- ja soojusjuhtivus, kõvadus, lahustuvus erinevates lahustites jt.

Sulamis- ja keemistemperatuurist sõltub aine olek mingil temperatuuril.

Sulamistemperatuur on üleminekupiiriks aine tahke ja vedela oleku vahel, keemistemperatuur aga vedela ja gaasilise oleku vahel. Näiteks vee sulamistemperatuur on 0 °C ja keemistemperatuur 100 °C. Seega on vesi temperatuuril alla 0 °C tahkes olekus, vahemikus 0 °C kuni 100 °C vedelas olekus ja temperatuuril üle 100 °C gaasilises olekus.

Tihedus väljendab ühikulise ruumalaga ainekoguse massi. Tihedust ρ saab arvutada valemi abil:

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

kus *m* on mingi ainekoguse mass ja *V* on vastav ruumala.

Aine **keemilised omadused** iseloomustavad aine võimet reageerida teiste ainetega (nt põlemine, reageerimine veega jt).

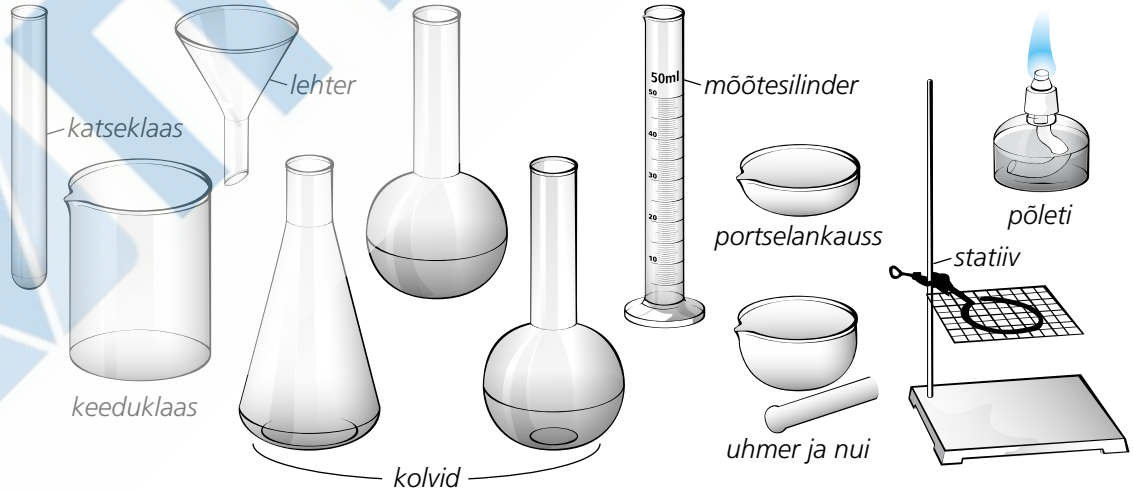
Ainete toimet organismidele iseloomustavad **füsioloogilised omadused** (nt lõhn, maitse, mürgisus jms).

1.5. Segude lahutamise võtteid

1. Setitamisel ja nõrutamisel eraldatakse vedelikust jämedateralised tahked mittelahustuvad ained, mille tihedus on suurem kui vedelikul (nt liiv veest).
2. Filtrimisel eraldatakse vedelikust ka peenemad tahked mittelahustuvad osakesed (nt hõljuv muda veest); saadud vedelikku nimetatakse filtraadiks.
3. Kahte mittesegunevat vedelikku saab eraldada jaotuslehtriga (nt bensiini veest).
4. Aurustamisel saadakse lahusest kätte lahustunud tahke aine (nt sool soolalahusest).
5. Destilleerimisel saadakse lahusest kätte puhas vedelik (nt vesi soolalahusest); saadud vedelikku nimetatakse destillaadiks.

1.6. Tähtsamaid laborivahendeid

Katsete läbiviimiseks kasutatakse katseklaasi ja keeduklaasi. Lahuseid võib valmistada keeduklaasis või kolvis. Lahuseid säilitatakse korgiga suletud kolvis. Vedelike ruumala saab mõõta mõõtesilindriga. Vedelike valamiseks kasutatakse lehtrit. Vedelike aurustamiseks lahusest kasutatakse portselankaussi. Tahkeid aineid peenestatakse nuiaga uhmris hõõrudes. Ainete kuumutamiseks kasutatakse põletit (piirituslampi või gaasipõletit). Katsevahendite kinnitamiseks kasutatakse statiivi.



1.7. Tähtsamaid ohutusnõudeid

Inimeste ja keskkonna kaitsmiseks võimalike ohtude eest tuleb kemikaalide kasutamisel kodus, tööl ja laboris järgida ohutusnõudeid. Katsete sooritamise ajal hoia töölaud korras. Kasuta katsete tegemiseks puhtaid katsevahendeid ja väikseid ainekoguseid. Reaktiivi sattumisel käele tuleb seda pesta voolava veega. Hapet neutraliseeritakse söögisooda lahusega, leelist aga äädikhappe lahusega. Katseklaasi kuumutades suuna selle ava endast ja kaasõpilastest eemale. Tundmatu aine nuusutamiseks juhi käega anuma kohalt õhku enda suunas.

Ohumärgid:

söövitav

plahvatusohtlik

tuleohtlik

tervisele ohtlik

mürgine

keskkonnaohtlik

nahaärritus

1.8. Ülesandeid

1. Jaota loetelu puhasteks aineteks ja segudeks:
   paber, hapnik, mineraalvesi, destilleeritud vesi, süsinikdioksiid, söögiäädikas, äädikhape, teras.

   Puhtad ained: .....

   .....

   Segud: .....

   .....

2. Jaota nähtused füüsikalisteks ja keemilisteks:
   vihmasadu, taigna kerkimine, klaasi purunemine, küünla põlemine, veini käärimine, vee jäätumine, traadi painutamine, raua sulamine, elektripirni põlemine, puidu söestumine.

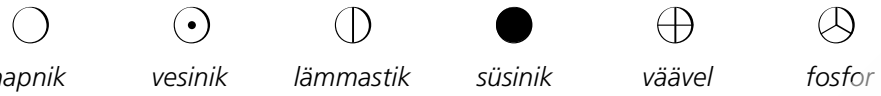
   Füüsikalised nähtused: .....

   .....

   Keemilised nähtused: .....

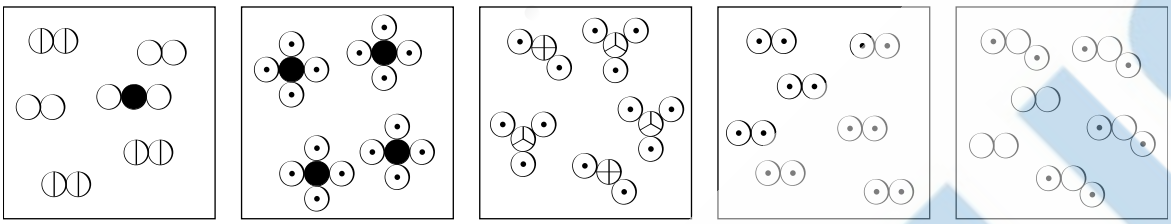
   .....

3. 1808. a esitas John Dalton keemiliste elementide tähistamise süsteemi, mille mõned sümbolid nägid välja sellised:



hapnik *vesinik* *lämmastik* *süsinik* *väävel* *fosfor*

A. Koosta joonistel kujutatud ainete molekulivalemid.



1. *2.* *3.* *4.* *5.*

.....

.....

.....

B. Mis tüüpi keemilised sidemed esinevad kõigis kujutatud molekulides?

.....

C. Selgita, mille poolest erinevad liitaine ja ainete segu.

.....

.....

.....

D. Mis numbriga joonisel on kujutatud

1) puhast lihtainet? .....
2) puhast liitainet? .....
3) kahe liitaine segu? .....
4) ühe lihtaine ja ühe liitaine segu? .....
5) õhu peamisi koostisosasid? .....
6) maagaasi? .....
7) kolmanda perioodi elementide vesinikuühendeid? .....

4. Tõmba õigele vastusele joon alla.

A. Kolm hapniku aatomit kirjutatakse: $3O_2$, O_3, $3O$, O^{3-}

B. Kaks vesiniku molekuli kirjutatakse: $2H$, $2H_2$, H_2, H^{2-}

C. Üks vask(II)ioon kirjutatakse: Cu^{2+}, $2Cu^{+}$, $2Cu$, Cu_2

D. Neli sulfitiooni kirjutatakse: $4S^{2-}$, S_4, $4SO_3^{2-}$, SO_4^{2-}

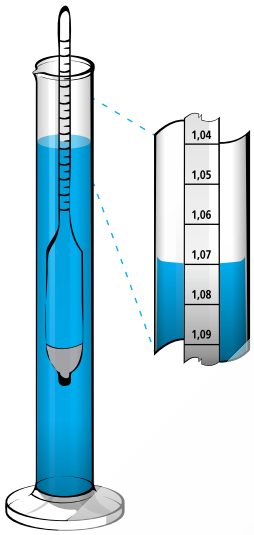
5. A. Kirjuta, kuidas tähistatakse.

1) üks lämmastiku molekul .....
2) kaks kloori aatomit .....
3) kolm nitraatiooni .....
4) neli metaani molekuli .....

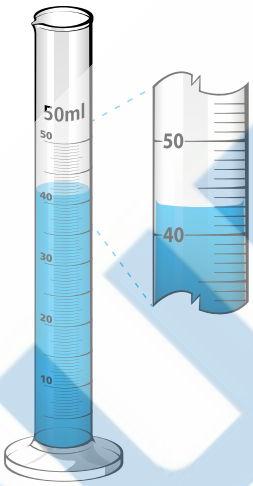
B. Mida märgitakse järgmiste tähistustega?

1) H^+ .....
2) $2CH_3CH_2OH$ .....
3) 3Ca .....
4) $4O_3$ .....

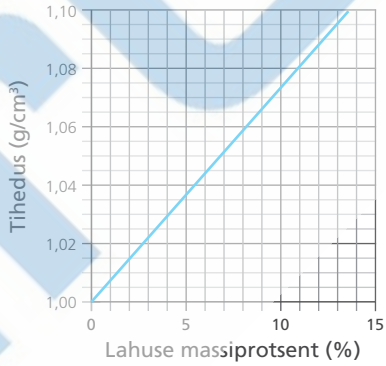
6. Õpilane mõõtis areomeetriga keedusoola lahuse tiheduse (joonis 1) ja mõõtesilindriga ruumala (joonis 2).



Joonis 1



Joonis 2



Joonis 3

A. Kui suur oli lahuse tihedus (g/cm³)? .....

B. Mitu kuupsentimeetrit oli lahuse ruumala? .....

C. Kui suur oli lahuse mass? .....

D. Leia graafikult (joonis 3) lahuse massiprotsent. .....

E. Arvuta, mitu grammi soola lahus sisaldas.

7. Tabelis on toodud nelja aine sulamis- ja keemistemperatuur.

Aine	Sulamistemperatuur (°C)	Keemistemperatuur (°C)
A	30	2400
B	–219	–183
C	1538	2861
D	–114	78

Mis tähega tähistatud aine on

a) temperatuuril 0 °C vedelas olekus? .....

b) temperatuuril 1000 °C tahkes olekus? .....

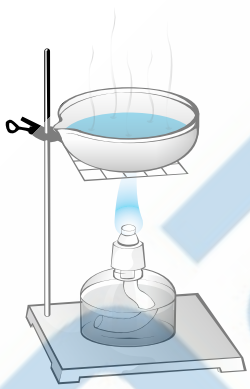
c) temperatuuril 1000 °C gaasilises olekus? .....

d) kasutusel õhutemperatuuri mõõtmiseks sobivas termomeetris? .....

e) hapnik? .....

f) raud? .....

8. Joonistel on kujutatud kahte seadet ainete üksteisest eraldamiseks.



Joonis 1

Joonis 2

A. Kirjuta kõigi kasutatud laborivahendite nimetused.

.....

.....

.....

B. Kuidas nimetatakse kumbagi kujutatud eraldamismeetodit?

.....

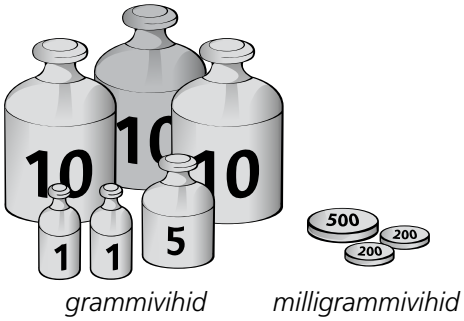
.....

.....

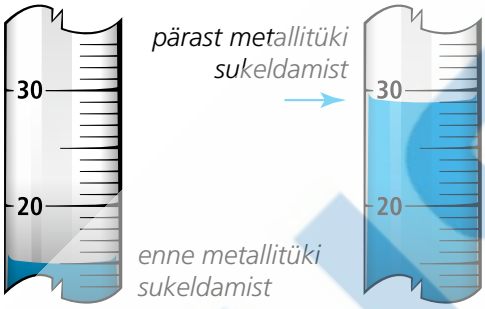
C. Mis aine eraldamiseks veest kumbki seade sobib? Kirjuta sulgudesse joonise number.

1) etanool [ ] 2) sool [ ] 3) õli [ ] 4) liiv [ ]

9. Metallitüki materjali määramiseks otsustas õpilane teha kindlaks metallitüki tiheduse. Esmalt kaalus ta metallitüki kangkaaluga. Kaalu tasakaalustamiseks kulusid joonisel 1 kujutatud vihid. Mõõtesilindrit kasutades määras ta metallitüki ruumala (joonis 2).



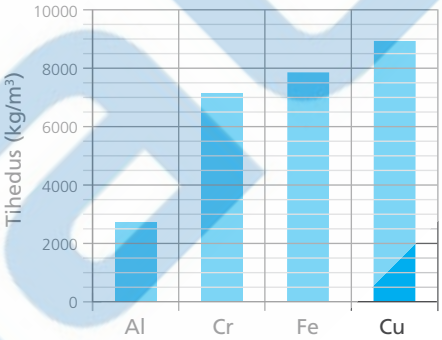
Joonis 1



Joonis 2

A. Arvuta metallitüki tihedus (g/cm³).

B. Diagrammil on toodud mõne metalli tihedus (kg/m³).



Mis metallist oli uuritud metallitükk diagrammi andmete põhjal?

.....

10. Mis laborivahendeid kasutatakse järgmiste tööde tegemisel?

A. Lahuste valmistamine .....

B. Lahuste säilitamine .....

C. Lahuste ruumala mõõtmine .....

D. Kuumutamist vajav katse väikeste ainekogustega .....

E. Lahusest lahusti aurustamine lahustunud aine kättesaamiseks .....

F. Lahuste valamine ühest anumast teise .....

11. Põhjenda järgmiste laboritöö reeglite järgimise vajalikkust.

A. Katseklaasi kuumutades suuna selle ava endast ja kaasõpilastest eemale.

.....

.....

B. Kasuta katsete tegemiseks väikseid ainekoguseid.

.....

.....

C. Tundmatu aine nuusutamiseks juhi käega anuma kohalt õhku enda suunas.

.....

.....

D. Kasuta ainult puhtaid katsevahendeid.

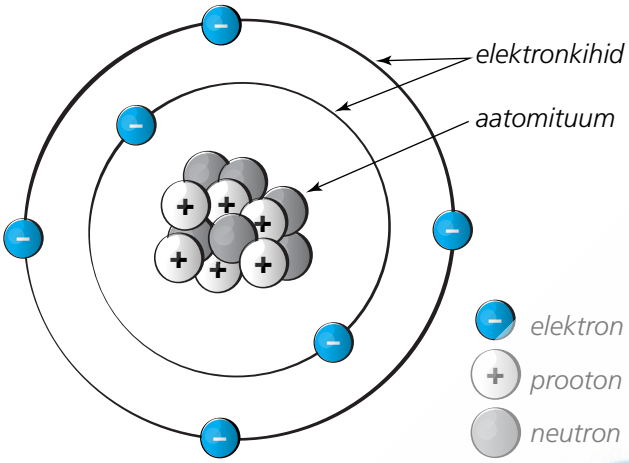
.....

.....

12. Koomiksipildil on kujutatud õpilast keemiakatseid tegemas. Nimeta kaks ohutusnõuet, mille vastu ta eksib.

2. AATOMI EHITUS JA PERIOODILISUSSÜSTEEM

2.1. Aatomi ehitus



Osake	Laeng (elementaar-laengutes)	Mass (aatommassi-ühikutes)
Prooton (p)	+1	1
Neutron (n)	0	1
Elektron (e^-)	–1	≈ 0,0005

Kihi nr	Elektronide maksimaalne arv kihil
1.	2
2.	8
3.	18
4.	32

Aatom koosneb aatomituumast ja elektronkattest:

- **aatomituuma** koostisse kuuluvad tuumaosakesed ehk nukleonid, mis on prootonid ja neutronid;
- **elektronkatte** moodustavad elektronkihtidel liikuvad elektronid.

Kuna aatomi koostisosade massid ja laengud on väga väikesed, siis kasutatakse keemias nende esitamiseks spetsiaalseid suhtelisi ühikuid.

- Elementaarlaeng on väikseim vabadel osakestel esinev laeng.
- Aatommassiühik (amü) on 1/12 süsiniku aatomi massist.

Aatommass A_r on ühe aatomi mass aatommassiühikutes.

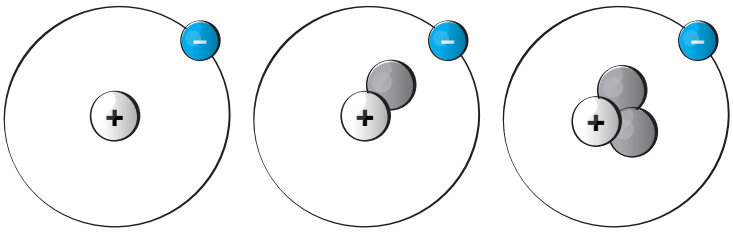
Aatomi mass on koondunud suhteliselt väikesesse tuuma. Elektronkatte raadius ületab tuuma raadiust ~100 000 korda.

Elektronkate koosneb elektronkihtidest.

Aatomi välisel elektronkihil võib olla kuni 8 elektroni ja eelviimasel kihil kuni 18 elektroni.

Isotoobid on sama elemendi aatomid, mille tuumas on erinev arv neutroneid. Isotoopidel on erinev massiarv, kuid ühesugune tuumalaeng.

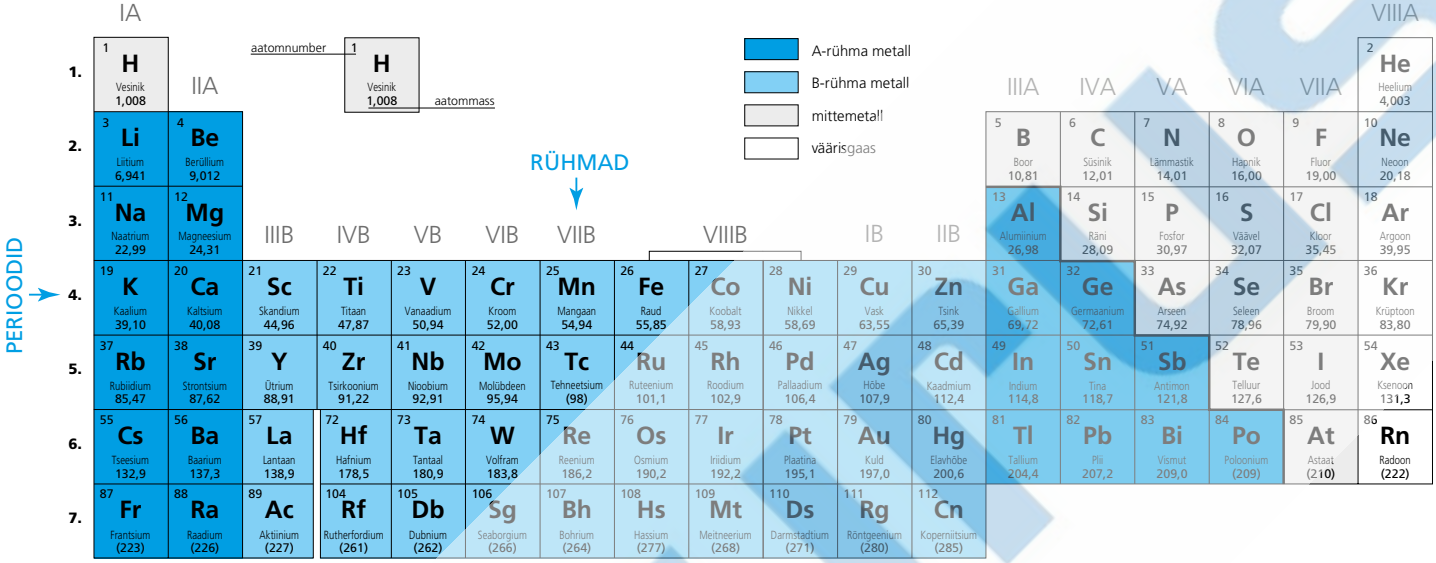
Vesiniku isotoobid on kerge vesinik (tuumas on 1 p ja 0 n), raske vesinik (tuumas 1 p ja 1 n) ning üliraske vesinik (tuumas 1 p ja 2 n).



2.2. Perioodilisustabel

Keemiline element on kindla tuumalaenguga aatomite liik. Aatomituumale annavad laengu prootonid.

Keemilised elemendid on paigutatud perioodilisustabelisse tuumalaengu (s.t prootonite arvu) suurenemise järjekorras. Perioodi moodustavad ühel real kõrvuti paiknevad elemendid. Rühma moodustavad üksteise alla paigutatud sarnaste omadustega elemendid.



Aatomi ehituse seosed perioodilisustabeliga

- Aatomnumber (järjenumber) = tuumalaeng = p arv = e^- koguarv elektronkattes
- Perioodi number = elektronkihtide arv
- A-rühma number = e^- arv väliskihil = maksimaalne o.a
- B-rühmade elementidel on väliskihil tavaliselt $2e^-$
- Ümardatud aatommass = **massiarv** = p arv + n arv
  n arv = ümardatud aatommass – aatomnumber
  (niimoodi leitud n arv kehtib enamasti antud elemendi levinuima isotoobi kohta)

Elektronskeem väljendab elektronide jaotumist elektronkihtidele.

Elektronskeemi koostamine:

1. Kirjutame elemendi sümboli ja tuumalaengu (= järjenumber).
   Na: +11; Br: +35; Fe: +26
2. Tõmbame püstjoone ja selle järele märgime kaarekestega elektronkihid (kihtide arv = perioodi number).
   Na: +11 |))); Br: +35 |)))); Fe: +26 |))))
3. Kirjutame välist elektronkihti märkiva kõige parempoolsema kaarekese sisse väliskihi elektronide arvu (A-rühma number või B-rühma elemendi korral enamasti 2).
   Na: +11 |)) 1); Br: +35 |))) 7); Fe: +26 |))) 2)
4. Täidame sisemised elektronkihid järgmiselt: 2, 8, 18, 32. **NB!** Alates 4. perioodi elementidest tuleb eelviimase kihi elektronide arvu leidmiseks liita kokku juba kirja pandud elektronide arv ja lahutada saadud summa elektronide koguarvust.
   Na:+11| 2) 8) 1); Br: +35 | 2) 8) **18**) 7); Fe:+26 | 2) 8) **14**) 2)

Perioodilisusseadus: elementide omadused on perioodilises sõltuvuses aatomite tuumalaengust.

Kui reastada elemendid tuumalaengu kasvu järjekorras, siis kordub kindla arvu elementide järel sarnaste omadustega element. Omaduste perioodilist kordumist põhjustab väliselektronkihi ehituse perioodiline kordumine (väliskihi elektronide arv 1-st kuni 8-ni). Elementide omadused määrab eelkõige väline elektronkiht, sest väliskihi elektronid osalevad keemilise sideme tekkes.

2.3. Ioonid. Looni laeng ja oksüdatsiooniaste

Aatomist tekib ioon, kui aatom loovutab või liidab elektrone.

- Kui aatom loovutab elektrone, siis tekib positiivne ioon ehk **katioon**.
  $Na - 1e^- \rightarrow Na^+$
- Kui aatom liidab elektrone, siis tekib negatiivne ioon ehk **anioon**.
  $S + 2e^- \rightarrow S^{2-}$

Elektronide liitmise või loovutamisega püüavad A-rühmade elemendid saavutada stabiilset, elektronidega täielikult täitunud väliselektronkihti, millel on tavaliselt 8 elektroni (esimese kihi korral 2 elektroni).

Metalliaatomid seovad elektrone nõrgalt ja seetõttu nad ainult loovutavad elektrone.

Mittemetalliaatomid seovad elektrone suhteliselt tugevalt ja seetõttu nad tavaliselt liidavad elektrone, kuid võivad ka loovutada.

Väärisgaaside aatomid ei liida ega loovuta elektrone, sest neil on väliskiht täielikult elektronidega täitunud.

Ioonide elektronskeemide koostamisel tuleb arvestada, et A-rühmade metalliliste elementide aatomid loovutavad (kõik) väliskihi elektronid, mittemetalliliste elementide aatomid tavaliselt liidavad nii palju elektrone, et väliskihile saab 8 elektroni.

Näited

- aatom Na: +11 | 2) 8) **1)** loovutab väliskihilt 1 elektroni ioon Na^+: +11| 2) 8)
- aatom S: +16 | 2) 8) **6)** liidab väliskihile 2 elektroni ioon S^{2-}: +16| 2) 8) 8)

NB! Looni tekkimisel tuumalaeng ei muutu (aatomi ja temast tekkinud iooni tuumalaengud on võrdsed).

Oksüdatsiooniaste (o.a) näitab elemendi laengu suurust keemilises ühendis (liitaines) eeldusel, et aine koosneb ioonidest.

Oksüdatsiooniaste (o.a) on formaalne suurus, mida kasutatakse valemite koostamisel ja redoksreaktsioonide analüüsimisel. Oksüdatsiooniaste kirjutatakse rooma numbriga. Lihtioonide korral võrdub vastava elemendi oksüdatsiooniaste iooni laenguga.

- Elemendi o.a **lihtaines** on alati **0**.
- **Liitainetes** on kõigi aatomite oksüdatsiooniastmete **summa 0**.
- **A-rühmade metallilistel elementidel** on tavaliselt kindel o.a, mis võrdub nende rühma numbriga.
  - Mõnel metallil on ka mitu o.a, nt Sn ja Pb o.a võib olla II ja IV.
- **B-rühmade metallilistel elementidel** on tavaliselt mitu oksüdatsiooniastet. Sageli on üheks neist II.
- **Mittemetalliliste elementide** oksüdatsiooniastmed võivad olla nii negatiivsed kui ka positiivsed.
  - **F** o.a on alati **–I**, **O** o.a on tavaliselt **–II** ja **H** o.a on tavaliselt **I**.

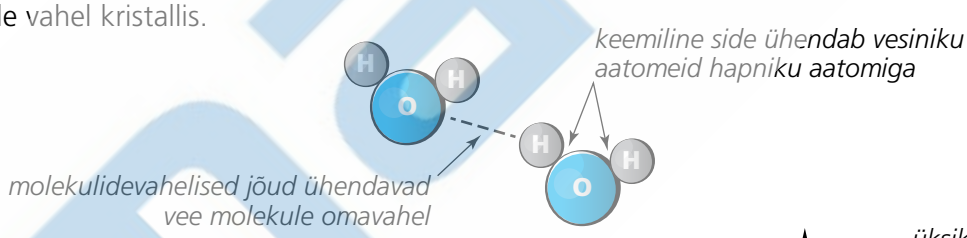
Näited

- Al on IIIA rühma metall, seega o.a on III ja kindel.
- Mn on VIIB rühma metall, seega o.a on muutuv, üks o.a võiks olla II.

2.4. Osakestevahelised sidemed

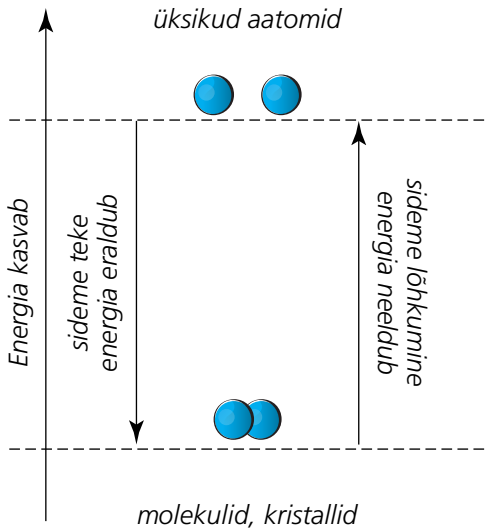
Osakestevahelised sidemed aines võib liigitada keemilisteks sidemeteks ja molekulidevahelisteks jõududeks.

Molekulidevahelised jõud on vedelikes ja tahketes ainetes molekulide vahel mõjuvad tõmbejõud, mille tõttu tuleb aine sulatamiseks või aurustamiseks kulutada energiat. Molekulidevahelised jõud on tunduvalt nõrgemad kui keemilised sidemed aatomite vahel molekulis või ioonide vahel kristallis.



Keemiline side on mõju, mis ühendab aatomid ja ioonid molekuliks või kristalliks. Keemilise sideme tekkes osalevad ühinevate aatomite väliskihi elektronid. Aatomid püüavad sideme moodustamisel saavutada elektronidega täielikult täidetud väliselektronkihti, millel on tavaliselt 8 elektroni (esimese kihi korral 2 elektroni).

Keemilise sideme tekke põhjuseks on osakeste üleminek püsivamasse seisundisse. Keemilise sideme tekkides eraldub energiat, sest molekulide või kristallide energia on madalam kui üksikaatomitel. Keemilise sideme lõhkumiseks tuleb energiat kulutada.



Keemilise sideme alaliigid on järgmised.

Keemiline side

Kovalentne side

- *mittemetalliliste elementide aatomite vahel*
- *ühised elektronipaarid*
- *molekulid*

Iooniline side

- *metallilise ja mittemetallilise elemendi aatomite vahel*
- *elektronide üleminek metallilt mittemetallile*
- *ioonid (molekule ei ole)*

Metalliline side

- *metallilise elemendi aatomite vahel*
- *ühised vabad elektronid*
- *ioonid ja aatomid*

Kovalentne side on ühiste elektronipaaride abil tekkinud side. Ta esineb mittemetalliliste elementide aatomite vahel molekulides (või kristallides). Ühine elektronipaar tekib ühinevate aatomite väliskihi üksikutest elektronidest. Struktuurivalemites tähistatakse ühte ühist elektronipaari ühe kriipsuga.

$$H\cdot + \cdot H \rightarrow H{:}H \text{ ehk } H{-}H$$

$$:\ddot{O}\cdot + H\cdot + H\cdot \rightarrow \underset{H}{:\ddot{O}{:}H} \text{ ehk } H{-}O{-}H$$

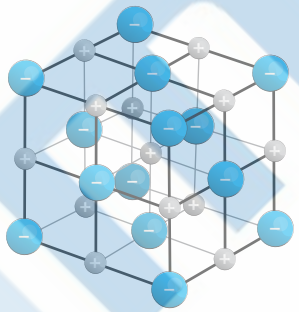
Kui kahte aatomit seob kaks või kolm ühist elektronipaari, on tegu **kordse sidemega**. Näiteks

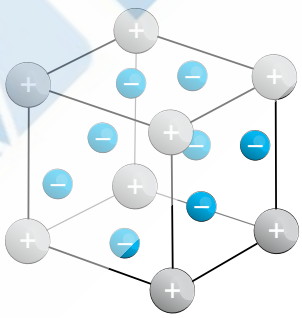
- kaksiksidemed CO_2 molekulis $:\ddot{O}::C::\ddot{O}:$ ehk $O{=}C{=}O$
- kolmikside N_2 molekulis $\ddot{N}:::\ddot{N}$ ehk $N{\equiv}N$

Suurem osa kovalentse sidemega aineid on molekulaarsed (s.t nad koosnevad molekulidest, mille vahel esinevad molekulidevahelised jõud).

Iooniline side on vastasmärgiliste ioonide tõmbumine. Ioonid tekivad, kui üks aatom loovutab ja teine liidab elektrone.

$$Na\cdot + \cdot\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}{:} \rightarrow [\,Na\,]^{+}[\,:\ddot{\underset{\cdot\cdot}{Cl}}{:}\,]^{-}$$





Iooniline side esineb aktiivse metallilise ja mittemetallilise elemendi aatomite vahel metallioksiidides, hüdroksiidides ja soolades. Ioonilise sidemega ained esinevad ioonkristallidena (mitte molekulidena), näiteks:

$$\overset{2+\ 2-}{CaO} \quad \overset{3+\ -}{AlF_3} \quad \overset{+\ -}{NaOH}$$

Metalliline side on positiivsete metalliioonide ja negatiivsete vabade elektronide vastastikune tõmbumine metallis (lihtaines). Metalliliste elementide aatomid hoiavad väliskihi elektrone nõrgalt kinni. Seetõttu võivad metallikristallis väliskihi elektronid hõlpsalt liikuda ühe aatomi valdusest teise aatomi valdusesse: need elektronid on kõikidele aatomitele ühised. Metalliaatomid muutuvad aga metalliioonideks.