

Martin Saar

ANORGAANILISED AINED

TÖÖVIHIK
GÜMNAASIUMILE

1.
Me
Metallid

2.
Mp
Metallid
praktikas

3.
Mm
Mittemetallid



– põhikoolis õpitu kordamine



– uuri näidet, jätkake meelde reegel



– õpilaskatse



– näitkatse



– otsige internetist või teatmikest



– video



– arutelu



– lisamaterjal

Töövihik gümnaasiumile ANORGAANILISED AINED

Autor: Martin Saar

Retsensendid: Neeme Katt, Katrin Soika

Toimetaja: Andrus Kangro

Keeletoimetaja: Anu Kell

Korrektuur: Eva Saul

Joonised: Imbi Kromanov, Heiko Unt

Molekulimudelid: Tarmo Tamm

Valemid: Kaido Viht

Kujundus: Imbi Kromanov

ISBN 978-9949-559-51-0

Maurus Kirjastus OÜ, 2014

Teine, parandatud trükk 2016

Tartu mnt 74,

10144, Tallinn

telefon 59 19 6117

tellimine@kirjastusmaurus.ee

www.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.

HEA KASUTAJA!

See töövihik käsitleb anorgaanilisi aineid, nende omadusi ja rakendusi. Esimeses osas vaadeldakse ainekavast lähtuvalt metalle ja metalliliste elementide ühendeid, teises osas metallidega seotud protsesse praktikas ning kolmandas mittemetalle ja mittemetalliliste elementide omadusi.

Töövihik sisaldab põhimaterjali kinnistavaid ülesandeid, mitme laboratoorse ja mõne uurimusliku töö juhendeid, ülesandeid iseseisvaks tööks ja infootsinguks ning lisamaterjali, mille omandamist riiklik ainekava ette ei näe. Ülesanded on vastavalt märgistatud. Mitme teema juures on esitatud konspektiivne raudvara, mis aitab õpilasel enne ülesannete lahendamist vastava teema põhitadmised süsteemselt üle vaadata.

Lisamaterjal on koondatud töövihiku lõppu ja vastavalt tähistatud. See on mõeldud kõikidele õpilastele, kellele keemia pisut sügavamat huvi pakub. Töövihikutes „Keemia alused“ ning „Anorgaanilised ained“ esitatud lisaülesannete lahendused leiab kirjastuse Maurus veebilehelt <http://www.kirjastusmaurus.ee>. Materjali koostamisel on silmas peetud põhikursusega haakuvat keemiaolümpiaadi temaatikat ning loodetavasti juhivad need peatükid ja ülesanded järjest rohkem õpilasi osalema keemiaolümpiaadil ja teistel ainevõistlustel.

Olgu rõhutatud, et kuigi töövihikus kaetakse põhijoontes ühe 35-tunnise kursuse materjal, on ülesandeid rohkem, kui selle aja jooksul on mõeldav lahendada. Niisiis pole töövihik ühe kursuse raames kaanest kaaneni lahendamiseks. Valiku, millised ülesanded esmajoonel ette võtta, teeb õpetaja koos õpilastega. Eelkõige kehtib see töövihiku kolmanda osa kohta. Riiklik ainekava ei kirjuta ette, milliseid mittemetallilisi elemente ja kui põhjalikult käsitleda. Seetõttu on töövihikus esitatud ülesanded nii halogeenide, väävli, lämmastiku kui ka räni kohta, keskendudes vastavate lihtainete ja vesiniku- ning hapnikuühendite omadustele ja kasutusvaldkondadele. Võimalik on pöörata rohkem tähelepanu tööstusprotsessidele (näiteks hapete tootmine) või eluslooduses toimuvale (aineringed). Loodetavasti õigustab mahukam töövihik end ka nende õpilaste jaoks, kelle õppesuund keskendub reaaliajandusele ja loodusainetele ning näeb gümnaasiumis ette rohkem kui kolm minimalistlikku keemiakursust.

Kõik kirjastuse Maurus keemiatöövihikuid puudutavad üldised ja konkreetsed märkused, parandused ja soovitusel on õpetajatelt kui ka õpilastelt on äärmiselt oodatud. Palun need saata e-posti aadressil martin.saar@real.edu.ee.

Aitäh kõikidele Gustav Adolfi Gümnaasiumi ja Tallinna Reaalkooli õpilastele, kes on viimaste aastate jooksul mitmeid töövihikus esitatud ülesandeid lahendanud ja juhendeid kasutanud ning selle käigus väärtuslikke soovitusi ja nõuandeid andnud.

Palju jaksu keemiaõpingutes kui tõelist vaimset naudingut pakkuvas tegevuses!

1. METALLIDE ISELOOMULIKUD FÜÜSIKALISED OMADUSED

1.1. Vastake tabeli andmete põhjal küsimustele.



Lihtaine	Tihedus (g/cm ³)	Sulamis-temperatuur (°C)	Keemis-temperatuur (°C)	Suhteline elektrijuhtivus	Suhteline soojusjuhtivus	Suhteline kõvadus (Mohsi skaalas)	Ühe tonni lihtaine ligikaudne maksumus (USD)
vask	8,9	1085	2562	6,0	4,0	3,0	6 600
boor	2,1	2076	3927	≈ 0	0,3	9,5	info puudub
alumiinium	2,7	660	2519	3,5	2,4	2,8	1 800
tina	7,4	232	2602	0,9	0,7	1,5	23 000
fosfor	1,8	44	281	≈ 0	0,002	0,5	info puudub
kaalium	0,86	64	759	1,4	1,0	0,4	info puudub
hõbe	10,5	962	2162	6,3	4,3	2,5	620 000
väävel	2,0	115	445	≈ 0	0,002	2,0	150

- Viirutage õrnalt tabelis asuvad read, milles on esitatud metallid.
- Millise kahe tabelis toodud omaduse poolest erinevad metallid mittemetallidest kõige rohkem? Mis on selle erinevuse põhjus?
.....
.....
- Millised kaks füüsikalist omadust, mille kohta pole tabelis andmeid esitatud, on veel metallidele iseloomulikud?
.....
.....
- Millised tabelis toodud lihtainetest on temperatuuril 1000 °C vedelas olekus?
.....
.....
- Millist kahte tabelis esitatud materjali on kõige mõistlikum kasutada elektrijuhtmete ja -kaablite valmistamiseks? Miks?
.....
.....
- Millisest tabelis esitatud materjalist (või seda põhikomponendina sisaldavatest sulamitest) on mõistlik valmistada liiklusvahendeid, sh jalgrattaraame, laevu ja lennukeid? Miks?
.....
.....
- Millega põhjendada, et kroom on oluliselt suurema kõvadusega (Mohsi skaalas 8,5) metall kui kaalium?
- Millega põhjendada, et volframi sulamistemperatuur (3422 °C) on oluliselt kõrgem kui kaaliumil?



2. METALLIDE REAGEERIMINE MITTEMETALLIDEGA



Peaaegu kõik **metallid** reageerivad **mittemetallidega** (O_2 , halogeenid, S jne).

Toimub ühinemisreaktsioon, sageli on moodustuv ühendis metallilise elemendi o.a maksimaalne ja mittemetallilise elemendi o.a minimaalne.

Pidage meeles, et VIIA rühma elemendid ehk halogeenid ning vesinik, hapnik ja lämmastik moodustavad kaheaatomilistest molekulidest koosnevad lihtained.

Lihtanioonide (sisaldavad vaid ühte elementi) nimetuse lõppliide on -iid: nt Cl^- on kloriid, S^{2-} on sulfiid jne.

Kui metallilise elemendi o.a ühendis on kindel (peamiselt IA, IIA, Al), siis seda ühendi nimetusse ei lisata. B-rühmade metallide ühendite nimetamisel tuleb üldjuhul metallilise elemendi o.a nimetusse lisada.

kaalium + kloor	$2K + Cl_2 \rightarrow 2KCl$	I – I kaaliumkloriid
magneesium + räni	$2Mg + Si \rightarrow Mg_2Si$	II – IV magneesiumsilitsiid
vask + hapnik	$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$	vask(II)oksiid
kaltsium + vesinik	$Ca + H_2 \rightarrow CaH_2$	kaltsiumhüdriid

Raua reageerimisel võrdlemisi tugeva oksüdeerija klooriga (mittemetallilisem) moodustub raud(III)ühend ja nõrgema oksüdeerija väävliga raud(II)ühend:



2.1. Koostage järgmiste lihtainete vaheliste ühinemisreaktsioonide tasakaalustatud reaktsioonivõrrandid ja nimetage saadused.

	Reaktsioonivõrrand	Saaduse nimetus
1) magneesium + hapnik		
2) liitium + lämmastik		
3) kaltsium + fluor		
4) raud + broom		
5) alumiinium + süsinik		
6) alumiinium + jood		
7) tsink + väävel		
8) vask + kloor		
9) tina + kloor		
10) naatrium + fosfor		
11) kaalium + vesinik		
12) gallium + hapnik		



REDOKSREAKTSIOONIDE PÕHIMÕISTED

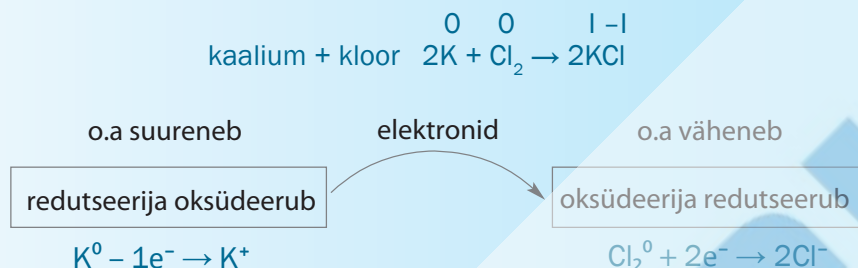
Redoksreaktsioon on reaktsioon, mille käigus toimub oksüdeerumine ja redutseerumine ehk muutuvad elementide oksüdatsiooniastmed.

Oksüdeerumine on elektronide loovutamine.

Redutseerumine on elektronide liitmine.

Oksüdeerija liidab elektrone, põhjustades reaktsioonipartneri oksüdeerumise. **Redutseerija** loovutab elektrone, põhjustades reaktsioonipartneri redutseerumise.

Metalli ja mittemetalli ühinemisreaktsioonil käitub metall redutseerijana ning mittemetall oksüdeerijana.



2.2. Määrake tsingi ja joodi ühinemisreaktsioonis elementide oksüdatsiooniastmed, redutseerija ja oksüdeerija.



2.3. IIA rühma metall baarium on aktiivne leelismuldmetall. Baariumi pind tumeneb õhu käes, kattudes seguga baariumoksiidist ning baariumnitriidist (reaktsioonid nr 1 ja 2). Ka halogeenidega reageerib baarium aktiivselt, näiteks kloori ja broomiga moodustab ta vastavalt baariumkloriidi ja baariumbromiidi (reaktsioonid nr 3 ja 4), mis mõlemad on vees hästi lahustuvad mürgised soolad. Soojendamisel reageerib baarium väävliga (reaktsioon nr 5) ning kuumutamisel temperatuurini ca 200 °C ka vesinikuga (reaktsioon nr 6).

1. Koostage tekstis kirjeldatud reaktsioonide võrrandid ja tasakaalustage need.

.....

.....

.....

2. Määrake reaktsioonides 2, 4 ja 6 oksüdeerija ning redutseerija. Koostage vastavad elektronide üleminekuvõrrandid.

.....

.....

.....

2.4. Avage veebilehelt <http://www.chemicum.com> teema „Katsed klooriga“ ja vaadake selgitustega katsevideot „Kloori reaktsioon rauaga“.

Mis aine moodustub raua reageerimisel klooriga? Kuidas seda katsevideos tõestatakse?

.....

.....

2.5. Magneesiumi põlemine õhus



Vahendid: Mg(lint), tiiglitangid, piirituslamp

Võtke tiiglitangide vahele magneesiumilint ja süüdake see piirituslambi leegis.

Ettevaatust! Põlev metall võib pudeneda! Ereda leegi tõttu ei tohi vaadata otse põlevat metalli.

1. Mis on magneesiumi põlemisreaktsiooni tunnus? Milline näeb välja reaktsiooni saadus?

2. Koostage toimuva reaktsiooni võrrand ning tasakaalustage see.

3. Määrake oksüdeerija ja redutseerija. Koostage elektronide üleminekuvõrrandid.

4. Kas selles reaktsioonis energia eraldub või neeldub?

5. Kõrval asuv skeem iseloomustab magneesiumi põlemisreaktsiooni lähteainete ja saaduse energiataseme erinevust. Kandke reaktsiooni saaduse nimetus õigele punktiirile.



6. Damon Wilson kirjutab „Suures prohvetiraamatus“ Edgar Cayce´ist järgmist:

„Kui tema poeg oli saanud kaheksa aastat vanaks, pani ta kogemata põlema magneesiumi, mida fotograafid kasutasid välklambi juures, ja poiss jäi ühest silmast pimedaks. Silmaarst soovitas operatsiooni, aga Cayce viis end transsi ja käskis panna poja silmale sideme, mida oli niisutatud tanniinis. Kahe nädala pärast oli poisi silmanägemine taastunud.“

Millega seletada põleva magneesiumi kahjustavat mõju nägemisele?



2.6. Naatriumi ja väävli ühinemisreaktsioon

Jälgige õpetaja näitkatset naatriumi ja väävli ühinemisreaktsioonist või avage veebilehelt

<http://www.chemicum.com> teema „s-metallid“ ja vaadake selgitustega katsevideot „Naatriumi reaktsioon väävliga“.

1. Koostage ja tasakaalustage toimuva reaktsiooni võrrand.

2. Nimetage saadusaine.

3. Määrake naatriumi ja väävli ühinemisreaktsioonis oksüdeerija ja redutseerija. Koostage elektronide üleminekuvõrrandid.

4. Kas reaktsiooni käigus energia eraldub või neeldub? Selgitage katsevideo põhjal.



2.7. Avage veebilehelt <http://www.chemicum.com> teema „Katsed klooriga“ ja vaadake selgitustega katsevideot „Naatriumi põlemine klooris“.

Täitke tööülesanded naatriumi ja kloori vahelisest ühinemisreaktsioonist.

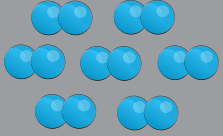
1. Kirjeldage reaktsiooni makrotasandil ehk loetlege reaktsiooni tunnused. Võrrelge lähteainete ja saaduse füüsikalisi omadusi.

.....

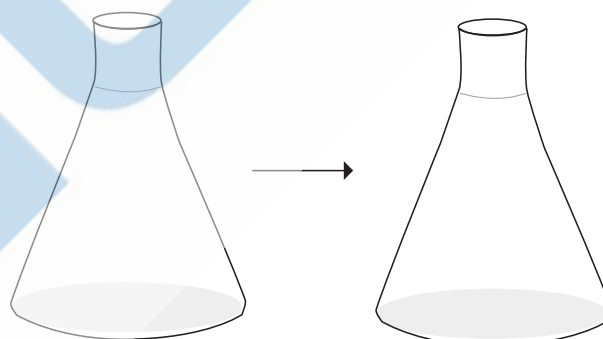
.....

.....

2. Tabelis on esitatud reaktsiooni lähteainete ja saaduse mudelid. Täitke tabel.

Mudel			
Aine valem			
Aine nimetus			
Kristallivõre tüüp			
Molekulaarsus			

3. Kujutage naatriumi ja kloori vahelist reaktsiooni mikrotasandil. Kasutage eelmises alaküsimuses esitatud mudeleid.



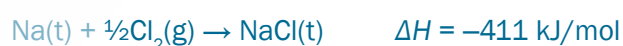
4. Millised muutused toimuvad reaktsiooni käigus järgmiste aineosakestega?

- 1) naatriumi aatomid
- 2) kloori aatomid (molekulide koostises)

5. Kujutage naatriumi ja kloori vahelist reaktsiooni sümboltasandil ehk koostage reaktsioonivõrrand ja tasakaalustage see.

.....

6. Naatriumi ja kloori vahelise reaktsiooni termokeemiline võrrand on:



Selgitage, mida see tähendab.

.....



7. Miks ei kasutata seda reaktsiooni praktikas naatriumkloriidi valmistamiseks?

8. Kuidas tõestatakse katses, et kloor on muundunud kloriidioonideks?

3. METALLIDE PINGERIDA.

REAGEERIMINE VEE NING HAPETE JA SOOLADE LAHUSTEGA



Metalli asukoht pingereas iseloomustab tema aktiivsust vesilahustes kulgevates reaktsioonides (s.t võimet reageerida vee ning hapete ja soolade lahustega).

Li K Ba Ca Na *Mg Al Mn Zn Cr Fe Co Ni Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au

kahaneb keemiline aktiivsus, kasvab püsivus metallina

tugevamad redutseerijad

REAGEERIMINE LAHJENDATUD HAPPEGA

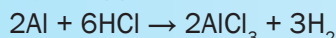
nõrgemad redutseerijad

pingereas **vesinikust vasakul** asuvad metallid reageerivad lahjendatud hapete lahustega**:

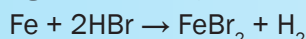
metall + hape → sool + vesinik

asendusreaktsioon: metall tõrjub hapest vesiniku

oksüdeerija: happe vesinikioon



Raua reageerimisel lahjendatud hapetega moodustub raud(II)sool.

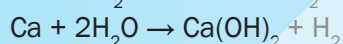
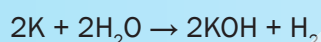


pingereas **vesinikust paremal** asuvad metallid **ei reageeri** lahjendatud hapete lahustega

REAGEERIMINE VEEGA

aktiivne metall + vesi → leelis + vesinik

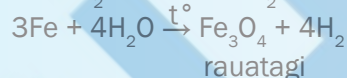
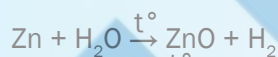
(IA ja IIA alates Ca*)



tavatingimustes veega **ei reageeri**



*osa keskmise aktiivsusega metalle + veeaur → oksiid + vesinik



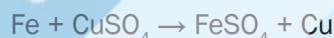
rauatagi

REAGEERIMINE SOOLALAHUSEGA

reageerivad esmalt soolalahuses oleva veega, mistõttu **vähemaktiivset metalli välja ei tõrju*****

aktiivsem metall **tõrjub** endast **vähemaktiivsemad metallid** nende soolade lahustest **välja**

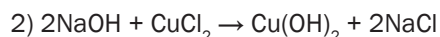
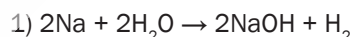
aktiivsem metall + vähem aktiivse metalli sool → vähemaktiivne metall + aktiivsema metalli sool



* Magneesium asub aktiivsete ja vähemaktiivsete metallide piiril. Ta reageerib väga aktiivselt hapete lahustega ning kuumutamisel mõnevõrra isegi veega (tekib aluseline keskkond), ent samas on tal terve rida keskmise aktiivsusega metallidele iseloomulikke omadusi: kattub õhus tiheda edasise oksüdeerumise eest kaitsva oksiidikihi (teda pole tarvis säilitada õlikihi all), tõrjub soolade lahustest vähemaktiivseid metalle välja jne.

** Metallide reageerimisel lämmastikhaptega on oksüdeerijaks nitraatioon, mistõttu võivad lämmastikhaptega reageerida ka pingereas vesinikust paremal asuvad metallid. Vesinikku nendes reaktsioonides ei eraldu.

*** Leelis- või leelismuldmetalli reageerimisel soolalahusega reageerib see esmalt veega ning tekkinud leelis võib edasi reageerida lahuses oleva soolaga. $\text{Na(t)} + \text{CuCl}_2(\text{l}) \rightarrow$



3.1. Koostage ja tasakaalustage vastavate reaktsioonide võrrandid. Kui reaktsiooni ei toimu, siis põhjendage.



1) $\text{Zn} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$

2) $\text{Na} + \text{HBr} \rightarrow$

3) raudnael asetatakse lahjendatud soolhappe lahusesse

.....

4) hõbesõrmus asetatakse lahjendatud väävelhappe lahusesse

.....

5) naatriumist saadakse naatriumfosfaat

.....

6) vasest saadakse vask(II)kloriid

.....

7) oksiidikihi (roostega) kaetud raudnael reageerib väävelhappe lahusega

1) happega reageerib oksiidikiht

2) happega reageerib metall

8) oksiidikihi kaetud alumiiniumitükk reageerib soolhappe lahusega

1)

2)

3.2. Metallide reageerimine hapetega



Vahendid: Zn, Mg, Cu, Al, happe lahus (nt H_2SO_4), katseklaasid, katseklaasihoidja, põleti
Võtke neli katseklaasi ning valage neisse ca 2 ml happe lahust. Lisage katseklaasidesse järgmiste metallide tükid: tsink, magneesium, vask, alumiinium. Vajadusel kuumutage.

1. Mida on katseklaasides näha?

.....

2. Millises katseklaasis toimub reaktsioon kõige intensiivsemalt? Miks?

.....

3. Millise metalli korral reaktsiooni algus mõnevõrra viibib? Millega seda selgitada?

.....

4. Milline metall lahjendatud happe lahusega ei reageeri? Miks?

.....

5. Koostage kolme toimuva reaktsiooni võrrandid ning tasakaalustage.

.....

.....

6. Määrake igas reaktsioonis redutseerija ja oksüdeerija, kirjutades elektronide üleminekuvõrrandid.

.....

.....

7. Kas alumiiniumi ja happe vahelises reaktsioonis energia neeldub või eraldub?

Millest seda järeldada?

.....

8. Miks ei tohi alumiiniumist ega tsingitud plekist anumates hapendada kapsaid ega kurke?

