

Martin Saar

# KEEMIA ALUSED

TÖÖVIHIK  
GÜMNAASIUMILE

1. Sj

Sissejuhatus

2. Ae

Aine ehitus

3. Rs

Keemiliste  
reaktsioonide  
seaduspärasused

4. Lp

Lahustumisprotsess,  
reaktsioonid  
lahustes

-  – põhikoolis õpitu kordamine
-  – uurige näidet, jätkke meelde reegel
-  – õpilaskatse
-  – näitkatse
-  – otsige internetist või teatmikest
-  – video
-  – arutelu
-  – lisamaterjal

## Töövihik gümnaasiumile KEEMIA ALUSED

Autor: Martin Saar

Retsensendid: Neeme Katt, Katrin Soika

Toimetaja: Andrus Kangro

Keeletoimetaja: Anu Kell

Joonised: Imbi Kromanov, Heiko Unt

Molekulmodelid: Tarmo Tamm

Valemid: Kaido Viht

Kujundus: Imbi Kromanov

ISBN 978-9949-9539-8-1

Maurus Kirjastus OÜ, 2014

Juurdetrükk 2017

Tartu mnt 74,

10144, Tallinn,

üldnumber 69 71 011

mobiil 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.

# 1. SISSEJUHATUS

## 1. KEEMIA KUJUNEMINE TEADUSEKS

1.1. Ajateljele on märgitud sündmusi nii maailma ajaloost kui ka keemia kujunemisest.



1. Märkige ajateljele:

a) vasakule maailma ajaloo perioodid:

1) vanaaeg, 2) varakeskaeg, 3) kõrgkeskaeg, 4) hiliskeskaeg, 5) uusaeg, 6) uusim aeg

b) paremale keemia ajaloo perioodid:

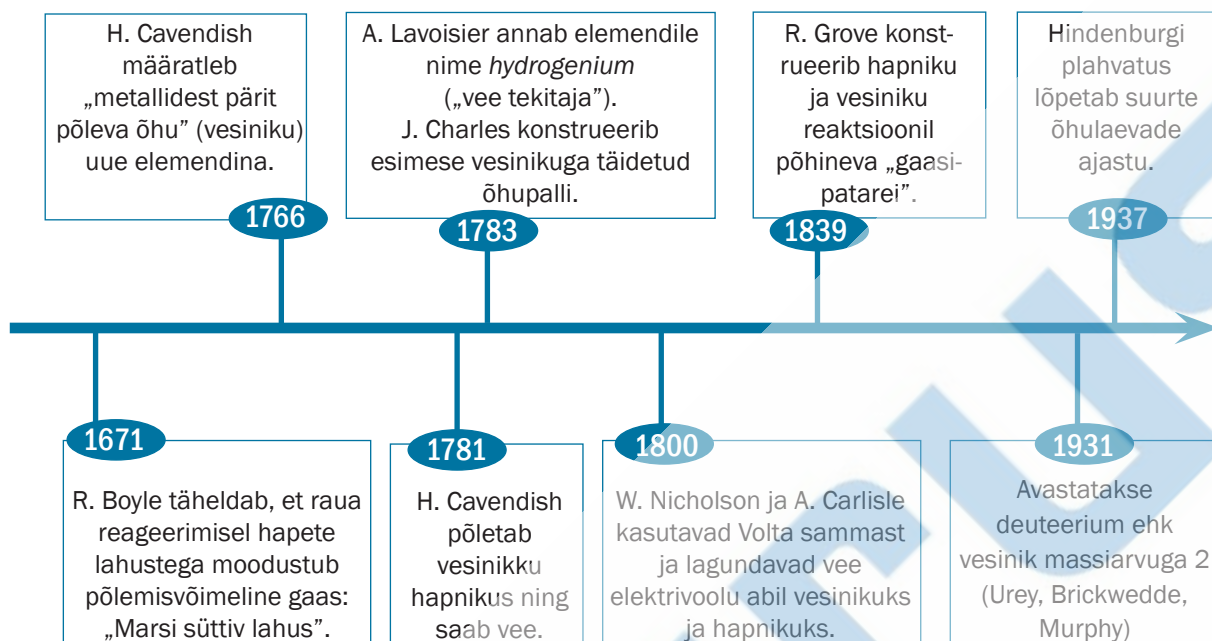
1) Aleksandria periood, 2) Araabia alkeemia, 3) Lääne-Euroopa alkeemia,  
4) alkeemia taandumine, 5) esimesed üldistused keemias, 6) keemiast saab teadus,  
7) keemiaharude kujunemine, 8) tänapäeva keemia

2. Täitke lüngad maailmaajaloo sündmustes.



**1.2.** Ajateljel on kujutatud mõningad vesinikuga seotud avastused ja sündmused.

Täitke tööülesanded.



A. Märkige ajateljele tähtede a) – d) abil järgmised perioodid keemia arengus:

- a) jõudmine esimeste üldistusteni;
- b) kujunemine teaduseks;
- c) keemiaharude kujunemine;
- d) tänapäeva keemia.

B. Õpilane kordas Robert Boyle'i 1671. a läbi viidud katset väävelhappe lahusega.

1. Kirjutage toimuva reaktsiooni võrrand.....
2. Mis on selle reaktsiooni kulgemise silmaga nähtavad tunnused?

.....

C. Henry Cavendish valmistas vesinikku tsingi ja vesinikkloriidhappe vahelisel reaktsioonil.

Kirjutage ja tasakaalustage vastava reaktsiooni võrrand.

.....

D. Cavendishi mõõtmised näitasid, et vesiniku tihedus on 7–11 korda õhu tihedusest väiksem.

1. Arvutage ühe kuupdetsimeetri (nt.) vesiniku mass grammides.

.....

.....

2. Võrrelge vesiniku tihedust õhu tihedusega (1,29 g/dm<sup>3</sup>).

.....

E. Kirjutage ja tasakaalustage järgmiste reaktsioonide võrrandid:

1. Cavendish 1781 .....

2. Nicholson ja Carlisle 1800 .....

F. Miks nimetas Antoine Laurent de Lavoisier vesiniku *hydrogeniumiks*?

.....

G. Millel põhineb vesiniku kasutamine õhulaevades?

.....

H. Õhulaevade täitmiseks sobib heelium vesinikust paremini. Miks?

.....

I. Kirjeldage deuteeriumi aatomi ehitust.

.....

.....

.....

## 2. KEEMIA UURIMISMEETODID

**2.1.** Pierre Eugène Marcellin Berthelot valmistas laboratoorselt mitmeid orgaanilisi aineid ning aitas sel viisil lõplikult kummutada teooriat, et selleks on tarvis organismide „elujõudu”. 1856. aastal õnnestus tal valmistada metaani, juhtides süsinikdisulfiidi ja divesiniksulfiidi üle hõõguva vase. Mõni aeg enne seda oli ta valmistanud eteenist väävelhappe juuresolekul etanooli (reaktsiooni esmaavastajaks peetakse Michael Faradayd).

1. Kas kirjeldatud tegevus kuulub keemilise sünteesi, kvalitatiivse analüüsi või kvantitatiivse analüüsi valdkonda? Põhjendage.

.....

.....

2. Koostage kahe kirjeldatud reaktsiooni **saadusainete** struktuurivalemid. Millistesse aineklassidesse need ühendid kuuluvad?

.....

.....

3. Millega on Berthelot (lisaks keemiaga seotud tegevusele) läinud Prantsuse ajalukku?

.....



**2.2.** AS Tallinna Vesi Laborid kasutavad vee kloriidioonide kontsentratsiooni (mg/l) määramiseks rahvusvahelisele standardile ISO 9297 vastavat meetodikat. Kloriidioonide sisalduse määramiseks lisatakse uuritavale veeproovile hõbeioone sisaldavat lahust ning kulgeb reaktsioon:  $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$

1. Kas kirjeldatud tegevus kuulub keemilise sünteesi, kvalitatiivse analüüsi või kvantitatiivse analüüsi valdkonda? Põhjendage.

.....

.....

2. Kas rakendatav uurimismeetod on füüsikaline või keemiline? Põhjendage.

.....

3. Nimetage reaktsiooni käigus moodustuv ühend. Millisesse aineklassi see kuulub?

.....

4. Kas saadusena moodustuv ühend on vees lahustuv või mitte?

.....

5. Millises moolsuhtes reageerivad  $\text{Ag}^+$  ja  $\text{Cl}^-$ ?

.....

6. AS Tallinna Vesi Laborid viivad läbi ca 350 kloriidide määramist aastas. Prooviks mõõdetakse 100 ml uuritavat vett. Sellele lisatakse lahust, mis sisaldab täpselt 1 ml kohta 0,0200 mmol hõbeioone.

Täitke tabel.

| Proov (100 ml)                                            | Ülemiste järve looduslik vesi | Järvevee puhastamisel saadud joogivesi |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------|
| Kulunud hõbeioone sisaldava lahuse ruumala (ml)           | 1,55 ml                       | 3,60 ml                                |
| Kulunud hõbeioonide hulk (mmol)                           |                               |                                        |
| Proovis sisaldunud kloriidioonide hulk (mmol)             |                               |                                        |
| Kloriidioonide sisaldus täpselt 1 liitri vee kohta (mmol) |                               |                                        |
| Kloriidioonide sisaldus täpselt 1 liitri vee kohta (mg)   |                               |                                        |



**2.3.** 2013. aastal alustati Tallinnas asuva Niguliste kiriku hiliskeskaegse kappaltari restaureerimist. Ühes skulptuuride puhastamisega võeti ette ka põhjalikud uuringud, sh tuvastati, milliseid metallilisi elemente leidub kasutatud pigmentide koostises. Uuring viidi läbi röntgenfluorestsents (XRF) spektromeetria abil (objektile suunatakse röntgenkiirgust). Selle abil on võimalik välja selgitada kasutatud pigmendi keemiline koostis.

1. Kas kirjeldatud tegevus kuulub keemilise sünteesi, kvalitatiivse analüüsi või kvantitatiivse analüüsi valdkonda? Põhjendage.

.....

.....

2. Kas rakendatav uurimismeetod on füüsikaline või keemiline? Põhjendage.

.....

3. Tuvastage saadud spektrite abil neli kasutatud pigmenti. Kirjutage joonisel olevatele punktiiridele pigmentide ja nende põhikomponentide nimetused. Spektrid ja võimalike pigmentide loetelu leiате joonise järelt.

**Neitsi Maarja**

1. otsmik – hele nahatoon

.....

.....

.....

2. mantli vooder – punane

.....

.....

.....

**Anna**

3. pearätt – valge

.....

.....

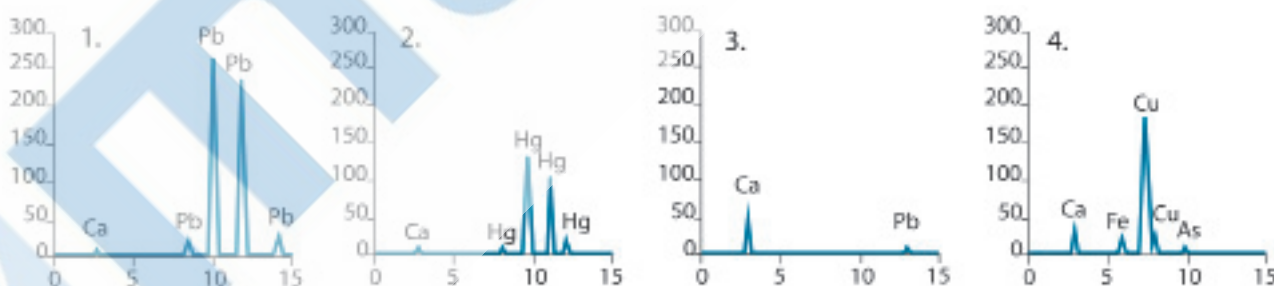
.....

4. mantli vooder – tumesinine

.....

.....

.....



| valge                                            | punane                                  | sinine                                                               |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| kriit $\text{CaCO}_3$                            | kinaver $\text{HgS}$                    | asuriit $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$                       |
| pliivalge $2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$ | pliimennik $\text{Pb}_3\text{O}_4$      | Preisi sinine $\text{KFe[Fe(CN)}_6\text{]} \cdot \text{H}_2\text{O}$ |
| titaanvalge $\text{TiO}_2$                       | põletatud ooker $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | koobaltsinine $\text{CoO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$               |

4. Millisesse kaubanduslikku (ja poliitilisse) liitu kuulus Tallinna linn altari valmimise ajal?

.....

5. Kelle kaitsepühak oli Püha Nikolaus?

.....

### 3. KUS KEEMIAT VAJA LÄHEB?

**3.1.** Suurem osa maailma tsingitoodangust saadakse tsinksulfiidi sisaldavatest mineraalidest. Esmalt põletatakse tsinksulfiid tsinkoksiidiks (reaktsioon 1). Selle protsessi käigus moodustub ka vääveldioksiid, mis on võimalik hapniku toimetel vääveltrioksiidiks muundada (reaktsioon 2), et sellest siis väävelhapet valmistada (reaktsioon 3). Tsinksulfiidist saadud tsinkoksiid lahustatakse väävelhappes (reaktsioon 4) ning saadud tsinksulfaadi lahusest on võimalik saada elektrivoolu abil väga kõrge puhtusastmega tsinki. Sellisel viisil toodetakse enam kui 90% maailma tsingist. Tsingiühenditest kasutatakse muuhulgas ka tsinkkloriidi (metallurgias, orgaanilises sünteesis) ning tsinkhüdroksiidi (absorbendina kirurgilistes sidemetes). Esimest valmistatakse tsingist ja soolhappes (reaktsioon 5) või tsinkoksiidist ja soolhappes, teist tsingisoolast ja leelisest, näiteks naatriumhüdroksiidist.

1. Millega tegelevad keemia- ja mäeinsenerid? Milliste isikuomadustega inimestele need elukutsed sobivad?

.....

.....

.....

2. Leidke tekstist 12 aine nimetused. Koostage nende ainete valemid ja kandke need skeemil õigesse kohta.



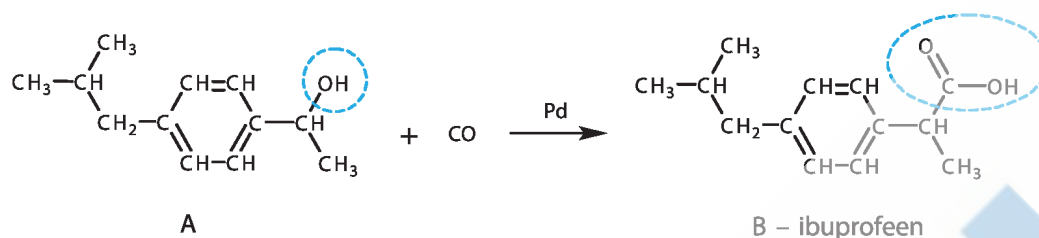
3. Kirjutage reaktsioonide 1-5 võrrandid ja tasakaalustage need.

|                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| reaktsioon nr 1 ..... | <input type="text"/> |
| reaktsioon nr 2 ..... | <input type="text"/> |
| reaktsioon nr 3 ..... | <input type="text"/> |
| reaktsioon nr 4 ..... | <input type="text"/> |
| reaktsioon nr 5 ..... | <input type="text"/> |

4. Märkige redoksreaktsioonide juurde kastikesse RR.



**3.2.** Ibuprofeen on valuvaigistav põletikuvastane ravim. Seda katsetati patsientidel esimest korda 1966. aastal Edinburghis ning kolm aastat hiljem võeti see Suurbritannias kasutusele retseptiravimina. Esialgse 6-etapilise sünteesi asemel kasutatakse tänapäeval 3-etapilist, mille viimane reaktsioon on järgmine:



1. Millise elukutse esindajad peavad olema teadlikud ibuprofeeni sünteesist ja/või toimest?

.....

2. Kirjutage ringiga ümbritsetud funktsionaalrühma nimetus ja vastava aineklassi nimetus.

| Ühend | Funktsionaalrühm | Aineklass |
|-------|------------------|-----------|
| A     |                  |           |
| B     |                  |           |

3. Koostage ibuprofeeni brutovalem.

.....

4. Millisesse aineklassi kuuluvat ühendit lisatakse ainele A? Kirjutage aine süstemaatiline ja rahvapärane nimetus.

1) aineklass: .....

2) süstemaatiline nimetus: .....

3) rahvapärane nimetus: .....

Ibuprofeeni suukaudsel manustamisel imendub see verre ja kantakse nõnda laiali üle kogu organismi. Välja on töötatud ka ibuprofeeni sisaldavad kreemid ja geelid, mida saab määrada otse valutavale või põletikulisele kohale. Et ibuprofeen imenduks läbi naha, on see segatud **isopropüülalkoholiga**. Isopropüülalkohol on kolme süsiniku aatomit sisaldav alkohol, mille molekulis esinevad vaid üksiksidemed ning alkoholi funktsionaalrühm on seotud 2. süsiniku aatomiga. Isopropüülalkoholi valmistatakse tööstuslikult **propeenist**, mis on hargnemata süsinikahelaga aine brutovalemiga  $C_3H_6$ . Samale brutovalemile vastab ka tsüklilise süsinikahelaga **tsüklopropan**.

5. Koostage tekstis esitatud kirjelduste alusel järgmiste ainete struktuurivalemid ja brutovalemid.

| Aine            | isopropüülalkohol | propeen | tsüklopropan |
|-----------------|-------------------|---------|--------------|
| Struktuurivalem |                   |         |              |
| Brutovalem      |                   |         |              |

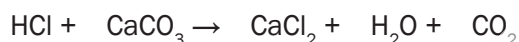
**3.3.** Nii veekeedukannude põhja kui segistite ümbrusesse ja valamutesse ning tualetipottidesse moodustub karedast veest kaltsiumkarbonaati sisaldav lubjasete, mille eemaldamiseks kasutatakse erinevaid happelisi vahendeid. Üks tuntud kaubamärkidest on Harpic.

1. Millised osakesed põhjustavad vee karedust? Kirjutage nende valemid.....

2. Lubjasete tekib vees lahustunud kaltsiumvesinikkarbonaadi lagunemisel kaltsiumkarbonaadiks, süsihappegaasiks ja veeauruks.  
Kirjutage ja tasakaalustage lubjasete teket kirjeldava reaktsiooni võrrand.

..... → ..... + ..... + .....

3. Harpicu WC-puhastusvahend sisaldab HCl-i, mis reageerib lubjasetega järgmise reaktsioonivõrrandi järgi:



Tasakaalustage reaktsioonivõrrand.

4. Kirjeldage kulgevat reaktsiooni. Nimetage seejuures kõik ained ja lisage reaktsiooni tunnus(ed).

.....  
.....  
.....

5. Milliseid ohutusnõudeid tuleb arvestada Harpicuga töötamisel? Selgitage.

.....  
.....

6. Kes peavad olema teadlikud selliste puhastusvahendite toimest ja kasutamise ohutusnõuetest?

.....

7. Üks pudel (750 ml) Harpicu puhastusvahendit sisaldab ca 2,4 mol vesinikkloriidhapet.

Vesinikkloriidhape moodustub gaasilise vesinikkloriidi lahustumisel vees.

Arvutage ühes pudelis puhastusvahendis lahustunud vesinikkloriidi mass ja ruumala (nt.).

8. Mitu grammi lubjasetet on võimalik lahustada 50 ml\* Harpicu puhastusvahendiga?