

TORNIMÄE PÕHIKOOI

BRITA LAHT

9. KLASS

TORNIMÄE PÕHIKOOI KEEMIALABORIS LEIDUVAD KEMIKAALID, NENDE HOIUSTAMINE JA OHTLIKKUS

Juhendaja Riinu Ansper, Tartu Ülikool

SISSEJUHATUS

Tornimäe koolis õpetas pikka aega (56 aastat) keemiat Leili Õun. Leili Õun haldas kooli keemialaborit, ostis sinna kemikaale, klaasvara ja kasutas neid õppematerjalidena tundides. Pärast tema pensionile jäämist seisavad kemikaalid endiselt keemialaboris ja uued õpetajad keemialabori korrashoiu eest vastutanud ei ole (praegune keemiaõpetaja õpetab lisaks Tornimäe koolile ka Kuressaare ametikoolis ja elab püsivalt Kuressaares). Seega tekkis olukord, kus kooli töötajatel ei olnud head ülevaadet sellest, mida keemialabor sisaldab. Sellest olukorrast lähuvalt võeti töö eesmärkideks:

- laboris sisalduvate kemikaalide revideerimine (kui palju ja milliseid aineid seal leidub);
- nende kemikaalide ligikaudse koguse hindamine;
- hoidustamisnõuetele vastavuse hindamine.

Uurimistöö tulemusena saadavat ülevaadet kooli kemikaalidest on kooli töötajatel hea kasutada, selleks et neid kemikaale tulevikus sihtotstarbeliselt kasutada. Samuti aitaks ohtlikkuse, vananemise ja hoiustamise hindamine avastada keemialaborist tulenevat võimalikku ohtu kooliruumidele, õpilastele ja õpetajatele.

Töö kirjanduse ülevaate osas on kokkuvõtte kemikaalide hoiustamise põhitõdedest ja sellest, mis võib kemikaalidega aja jooksul juhtuda. Praktilises osas on kirjas, kuidas kaaluti kemikaale ja kuidas määrati nende ohtlikkust.

Töö autor tänab oma juhendajat Riinu Ansperit, õpetajaid Kaide Aasot ja Signe Bachmanit ja Leili Õuna.

1. ÕPETAJA LEILI ÕUN TORNIMÄE PÕHIKOO LIS

Tornimäe kooli on enamuse seal praegu leiduvatest kemikaalidest hankinud Leili Õun (*joonis 1*), kes oli koolis keemiaõpetaja aastatel 1955–2011. Ta alustas kooli kemikaalivarude täiendamist 1955. aastal, enne teda olid koolis vaid mõned üksikud kemikaalid ja ka paljud neist polnud kasutuskõlblikud. [2]



Joonis 1. Tornimäe kooli õpetajad 1967. aastal, vasakult esimene on Leili Õun [1]

Nõukogude ajal saadeti koolidesse iga viie aasta tagant brošüürid (LISA 1) nimekirjaga ainetest, mida sai kooli tellida, tellitud ained jõudsid kooli 2–3 aasta pärast. Nende brošüüride kaudu jõudis Tornimäele enamik seal praegu leiduvatest ainetest. Kuna kool oli äsja saanud uue koolihoone (valmis aastal 1963) ja keemiakabineti, siis ei seadnud kool piiranguid kemikaalide varumise osas. Õpetaja Õun tellis kooli palju erinevaid kemikaale, arvestades valikut tehes eelkõige keemia õppekava. Ta tegi tundides palju demonstratsioonkatseid ning juhendas ka kooli keemiaringi, kus agaramad õpilased said erinevaid katseid läbi proovida. Keemiaringis said käia need õpilased, kes juba õppisid keemiat, nooremad said pealt vaadata. Huviringi korraldas õpetaja kümneid aastaid (mitte küll järjest iga aasta, ringi toimumise määras õpilaste huvi ja soov). [2]

Leili Õun tellis ka eriti ohtlikke aineid, sest need olid brošüüridel olemas ja õppekavas sisaldasid katsed ka näiteks elavhõbeda või metallilise naatriumiga. Mõned kemikaalid, mida brošüüridel polnud, ostis õpetaja Tallinnast aastatel vahemikus 1955–1959, mil kemikaalid olid võrdlemisi odavad. [2]

Tornimäe kooli keemialabor oli kunagi üpris suur ning seal oli võimalik teha katseid ka elektriga (seda võimalust tänapäeval enam ei ole). Keemialabor oli tänu õpetajale alati puhas ja korras. Seda tõendab see, et Tornimäe kool võitis 1968. aastal Saaremaa koolide keemialaborite ülevaatusel, kus kontrolliti keemialabori korrashoidu ja õpetaja teadlikkust ainetest ja nende asukohtadest. Ülevaatus oli ülevabariigiline, kuid seda ei korraldatud igal aastal. [2]

Nüüd on jäänud keemialabor aga seisma, sest põhikoolis on keemiatunnid ainult 8. ja 9. klassil ja seega on väikses põhikoolis keemiaõpetajal nädalas kokku vaid 4 tundi (täiskoorus on 25 tundi), ning õpetaja on koolis vaid ühe päeva ja ei tegele aktiivselt keemialaboriga. [2]

KEMIKAALIDE HOIUSTAMINE JA OHUTUS KOOLIS

1.1. KATSETE ROLL KEEMIA ÕPETAMISES

Kemikaalid võivad põhjustada nende valel käitlemisel ohtu. Samas on praktika ja kemikaalid keemia lahutamatu osa. Tähtsal kohal põhikooli keemiaõpetuses on katsed nii näitkatsete, õpikatsete kui ka suuremate praktiliste tööde või uurimistööde kujul. Praktiliste tööde kaudu tutvub õpilane keemiateaduse uurimismeetodite ja katsevahenditega. Samuti õpib õpilane eksperimenti tehes palju muud vajalikku, nagu nähtust vaatlama ja kirjeldama, uut infot olemasolevaga võrdlema, olemasolevale teadmisele tuginedes uusi teadmisi konstrueerima, katsetulemusi vormistama, analüüsima ja otsuseid tegema. Õpikatsete tegemisel arenevad õpilase käelised oskused, ta omandab esmased laboritöö kogemused.

Katsed peavad aitama õpilastel tunnetada keemiliste nähtuste või protsesside olemust, nende tegemine peab aitama paremini mõista õpetaja verbaalset infot või õpikust loetut. Katsetega muudab õpetaja keemiatunni õpilastele atraktiivsemaks ja samas ka endale vaheldusrikkamaks. Seda, et katsete tegemine suurendab keemia õppimise motivatsiooni, on kinnitanud mitmed nii õpilaste kui ka õpetajate seas tehtud uurimused. [3]

Gustav Adolfi gümnaasiumi ja Tallinna reaalkooli õpetaja Martin Saar räägib Koolielu haridusportaali intervjuus, et keemia on õppeaine, kus on kolm olulist õppevormi: loeng, seminar ja praktikum ning koolitunnis ei ole mõistlik neid väga lahku lüüa. Praktiliste töödeta

ei ole võimalik keemiat õpetada. “Kumb on olulisem, slaidiesitlus või laboratoorne töö? Raudselt laboratoorne töö!” sõnab Martin Saar. [4]

Seega kuna praktika on keemias asendamatu, kemikaalid aga on tihti ohtlikud, siis oleks vaja leida tasakaal, kus ühest küljest on tagatud kemikaalide ohutus (minimaalne risk kooliperele) ja teisest küljest head õppimisvõimalused.

1.2. SEADUSANDLUS KEMIKAALIDE HOIUSTAMISEST KOOLIS

Eesti Vabariigi tervisekaitse nõuded täpseid soovitusi kemikaalide hoiustamiseks koolides ei anna, küll aga mainitakse, et keemiakabinetis, kus hoitakse kemikaale, peab olema lukustatav kapp kemikaalide ja katsevahendite hoidmiseks ja kui keemiaõpetajat või vastutavat töötajat ei ole keemiakabinetis või abiruumis, peab abiruum olema lukustatud. [5]

Enamus nõudeid on esitatud ettevõtetele, kuid need võiks kehtida ka koolis. Töötervishoiu ja tööohutuse seaduse § 7 lõike 1 kohaselt on keemilised ohutegurid ettevõttes kemikaaliseaduse § 5 lõikes 1 määratletud ohtlikud kemikaalid ja neid sisaldavad materjalid.[6]

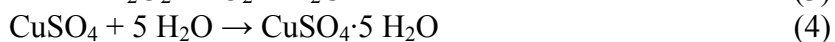
Kemikaaliseaduses on märgitud, et ohtlikku kemikaali võib Eestis turustada ja kasutada vaid siis, kui pakendil on selgelt loetav ja eestikeelne märgistus. [7]

Kemikaalide kasutamisel on oluline, et töötajad oleks teadlikud, millega nad tööd teevad. Ohtliku kemikaali pakend peab olema kemikaali ohutu käitlemise tagamiseks nõuetekohaselt märgistatud ja pakendist kemikaali lekke vältimiseks vastupidav. [7]

1.3. KEMIKAALIDE VANANEMINE

Kui kemikaali anumal puudub tähtaeg, siis võib kemikaali säilivusajana arvestada keskmiselt 3–5 aastat, kuid see ei kehti kõigile kemikaalidele ja sõltub palju hoiustamistingimustest. [8]

Kemikaalide kvaliteedi vähenemist ja aine lagunemist aja jooksul seismise korral võivad põhjustavad erinevad keemilised reaktsioonid ja füüsikalised tegurid. Need reaktsioonid on põhiliselt aine liitumisreaktsioonid õhu komponentidega (1-2) ja lagunemisreaktsioonid valguse või kuumuse toimele (3). Näiteks aktiivsed aluselised oksiidid võivad reageerida õhus oleva süsihappegaasiga, moodustades karbonaate (1) ja paljud metallid kattuvad aja jooksul oksiidikihi (reageerivad hapnikuga, reaktsioon (3)). Paljud soolad ja kontsentreeritud mineraalhapped on hügroskoopsed ja seovad aja jooksul endaga õhuniiskust (4). [8]



1.4.KEMIKAALIDE HOIUSTAMISE PÕHITÕED

Keemialaboris ohutuse tagamiseks tuleks hoiustada keemiliste omaduste poolest sarnaseid kemikaale koos. Keemiliselt sarnaste kemikaalide koos hoidmine väldib reageerivate ainete kokkupuudet ning aitab seega ära hoida tahtmatuid reaktsioone. Kõikidel ostetud kemikaalide anumatel peab peal olema silt (juba tarnija poolt), mille järgi on võimalik kindlaks teha, mis ainega on tegu. Samuti on kasulik, kui anuma peal on märgitud ka kemikaali ohukategooria (näiteks: kergesti süttiv, söövitav, oksüdeeriv jne) ja hoiustamistingimused. [9]

Selleks, et tagada ohutust keemialaboris, tuleks hoiustada seal minimaalne hulk ohtlikke kemikaale ning ohtlikud kemikaalid, mida pole enam vaja, tuleks viia ohtlike ainete kogumispunkti. Anumate paigutamise mõttes on oluline, et suuri või purunevaid anumaid, eriti vedelikke sisaldavaid anumaid, peaks hoiustama õla kõrgusest madalamal, sest vastasel korral võib nende kemikaalide kättesaamine riulilt olla ohtlik. Kemikaalide lekkimise ja levimise seisukohalt tuleb tagada, et anumad ja pudelid on suletud tihedalt ja õigesti, et ära hoida suitsu ja auru leket. Kergelt lenduvaid aineid on kõige parem hoiustada tõmbega kappides. [9]

1.4.1. Happed ja alused

Tugevad happed ja alused reageerivad omavahel ja peavad seetõttu olema hoiustatud eraldi, kuna tahtmatu kontsentreeritud ainete segunemine võib põhjustada suure koguse gaasi ja kuumust. Neid võib hoiustada kõrvuti, kui kapp on ventileeritud või metallist (metallist seetõttu, et see ei sütti kuuma korral) ja happe ning aluse anumad on asetatud eraldi kandikutele nii, et on garanteeritud, et nende juhuslikud pritsmed üksteisega kokku ei puutu. [9]

Hapete kapi või anumate valikul peab arvestama happe auru söövitavat auru mõju metallidele. Kus võimalik, on soovituslik happeid hoiustada tõmbega (ehk ventileeritud) kappides, mille kaudu happe aurud minema juhitakse. Happeaurude leviku ja sellest lähtuva söövitava toime vältimiseks tuleks korgid pudelitel võimalikult tugevalt kinni keerata ja/või katta kork õhukindlalt parafilmiga (sellisel juhul peab parafilmi aeg-ajalt vahetama, sest see kaotab aja jooksul oma elastsuse). [9]

Osad kontsentreeritud mineraalhapped nagu kontsentreeritud väävel- ja lämmastikhape on ka väga tugevad oksüdeerijad ja seega tuleb need eraldada ka orgaanilistest ainetest ja muudest võimalikest redutseerijatest. [9]

1.4.2. Oksüdeerijad

Oksüdeerijad (vesinikperoksiid, permanganaadid, nitraadid) peaksid olema hoiustatud metallkapis ja eemal orgaanilistest materjalidest (nagu näiteks puit ja paber). Oksüdeerijaid ei sobi hoiustada puitkapis, ning neid ei tohi hoiustada ka koos kergestisüttivate lahustega (etanool, eeter, äädikas jmt) või redutseerijatega (metallid, orgaanilised ained, sulfitid jmt). Kui hoida tugevaid oksüdeerijaid kergestisüttivate ainete läheduses, siis võib juhuslik lekkimine põhjustada tulekahju ja plahvatuse ja seda isegi ilma lahtise tule või kuumuseta. [9]

2. UURIMISTÖÖ METOODIKA JA TULEMUSED

2.1. METOODIKA

Uurimistöö käigus pandi kirja kõik Tornimäe Põhikooli keemiakapis olevad ained ja määrati nendest enamuse mass. Massi ei leitud neil ainetel, mille:

- purgist välja võtmine (ja seega massi leidmine) oleks olnud ohtlik;
- purgi massi hindamine oleks olnud väga keeruline;
- kogus oli väga väike (alla 1 grammi).

Kaalumiseks kasutati digitaalset köögikaalu TORO 264106, MEGA 10 kg, mis näitas aine massi 1 grammi täpsusega. Enamik ained kaaluti anumatega koos ja seetõttu hinnati ka tühjade anumate mass. Tühjade anumate kaal lahutati kogumassist maha ja saadi seega aine enda mass. Ainete ohutust hinnati nende ohutuskaartide (ingl k *MSDS – material safety data sheet*) alusel.

2.1.1. Anumate masside hindamine

Ained olid keemiakapis erinevate anumate sees. Selleks, et hinnata eri anumate massi (et see hiljem kogumassist maha lahutada), kaaluti ära eri suurustega n-ö tüüpilised anumad. Määrati kaheksa eri suurusega tüüpilise anuma massid (joonis 2).



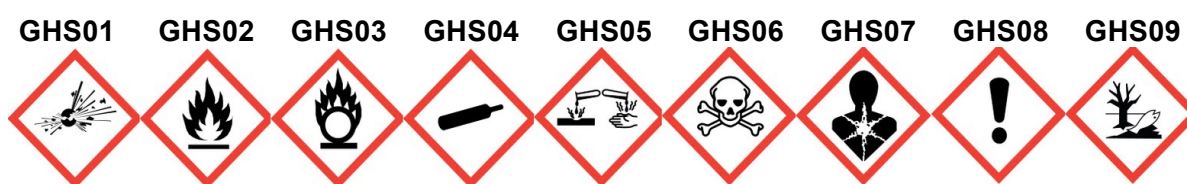
Joonis 2. Keemiakapis esinenud tüüpanumad, mis tühjana ära kaaluti (autori foto)

Tühja anuma kaalumiseks valiti antud anuma tüübi kohta kõige vähem ainet sisaldav anum või kõige ohutum ainet sisaldav anum. Kui valitud anum polnud tühi, siis see tühjendati (aine hoidustati ajutiselt keeduklaasis) ja kaaluti tühjana. Hiljem eeldati, et kõigi sarnaste anumate mass on sama. Nendel anumatel, mis olid erineva suuruse või kujuga kui tüüpanumad ja kust ainet välja ei saanud kallata (ohhtlikud ained), määrati mass võrreldes teadaolevate anumatüüpide massiga. Näiteks kui mõni suur purk tundus olevat umbes 3 korda suurem kui üks teadaolev purk, siis hinnati suure purgi massiks ligikaudselt kolmekordne väikese purgi mass.

2.1.2. Ohtlikkuse hindamine

Ainete ohtlikkuse hindamiseks laeti alla tuntud kemikaalide tootja Sigma-Aldrichi kodulehelt [10] ainete ohutuskaardid (näide ohutuskaardist LISA 2). Samas ei pruugi need ohutuskaardid vastata reaalsele olukorrale laboris, sest kemikaalid on juba vananenud või osaliselt reageerinud.

Süsteemse ja hästi arusaadava info saamiseks vaadeldi ohutuslehtedel ainult aine kohta käivaid piktogramme.



Joonis 3. Praegu kasutusel olevad kemikaalide ohtlikkust kirjeldavad GHS süsteemi (ingl k The Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals) piktogrammid [11].

Praegu kasutatakse kemikaalide ohtlikkusest ülevaate saamiseks üheksa erinevat piktogrammi, mida tähistatakse ka vastavate koodidega (Joonis 3).

- **GHS01** – plahvatusohtlik; tähistab lõhkeaineid, isereageerivaid aineid ja nende segusid ning orgaanilisi peroksiide.
- **GHS02** – tuleohtlik; nii tähistatakse tuleohtlikke gaase, aerosoole, vedelikke, tahkeid aineid, isekuumenevaid aineid ja segusid. Samuti isekuumenevaid aineid ja segusid, mis veega kokkupuutel eraldavad tuleohtlikke gaase, ning ka orgaanilised peroksiidid.
- **GHS03** – oksüdeeriv; selle piktogrammiga tähistatakse oksüdeerivaid gaase, vedelikke ja tahkeid aineid. Sellised ained võivad põhjustada süttimise või plahvatuse või neid soodustada.

- **GHS04** – rõhu all olev gaas; nii märgitakse gaase, mis on kokkusurutud, veeldatud, külmutatud ja veeldatud või lahustatud. Kuumutamisel võib anum plahvatada, külmutatud gaas võib põhjustada külmapõletusi või -kahjustusi
- **GHS05** – söövitav; võib põhjustada raskeid nahapõletusi ja silmakahjustusi. See söövitab ka metalle.
- **GHS06** – väga mürgine aine, mis on nahaga kokkupuutumisel, sissehingamisel või allaneelamisel ägedalt mürgine või isegi eluohtlik.
- **GHS07** – terviseoht, see tähistab hingamisteede sensibiliseerimist (ärritamist või allergia tekitamist), mutageensust sugurakkudele, kantserogeensust, reproduktiivtoksilisust, mürgisust sihtelundi suhtes ühekordsel ja korduval kokkupuutel ning hingamiskahjustusi.
- **GHS08** – hüüümärgiga tähistatakse ägedat mürgisust (suukaudne, nahakaudne, sissehingamisel tekkiv). Mürgisus jagatakse nelja ohukategooriasse: naha ja/või silmade ärritus, naha sensibiliseerimine (allergia või ärrituse tekitamine), mürgisus sihtelundi suhtes ühekordsel kokkupuutel, hingamisteede ärritus ja narkootiline toime.
- **GHS09** – keskkonna piktogramm mõrgib ohtu vesikeskkonnale, mis võib põhjustada keskkonnas nii ägedat kui ka kroonilist mürgitust. [11]

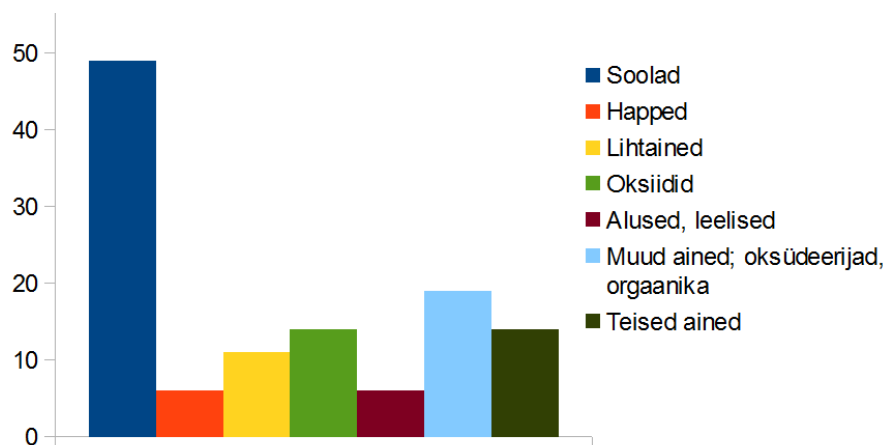
2.1.3. Potentsiaalsed vea-allikad

Ainete masside hindamisel oli tõenäoliselt üks suuremaid veaallikaid nende anumate massi umbmäärane hindamine. Ebatäpsusi võis saadud andmetesse sisse tulla ka sellest, et eeldati anumatel olnud siltide õigsust. Samas kui mõned ained (difosforpentaoksiid, kaltsium, vesinikperoksiid) ei pruugi enam need siltidel kirjutatud kemikaalid olla, sest võivad olla reageerinud õhu koostisosadega või muul viisil aja jooksul degradeerunud (ei teatud, kui kaua ja millistes tingimustes on ained seisnud).

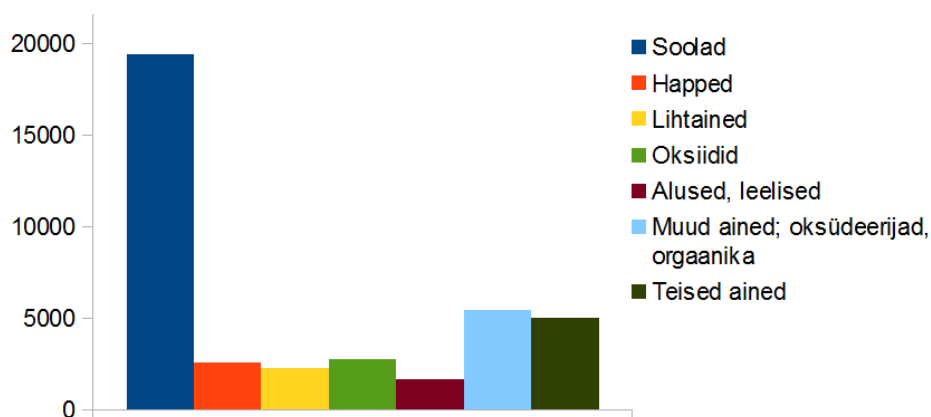
2.2. TULEMUSED

Uurimistöö käigus leiti, et Tornimäe Põhikooli keemialaboris on erinevaid aineid kokku 109 nimetust ja need kaaluvad kokku veidi üle 39 kilogrammi (vt LISA 3). Kõige rohkem on nii massi järgi kui ka arvuliselt soolasid (joonis 4 ja 5) ja kõige vähem massi järgi aluseid ja

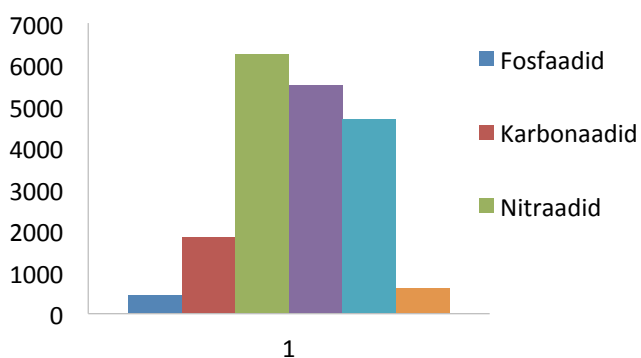
leeliseid (joonis 5), ning arvuliselt happed, aluseid ja leeliseid (joonis 4). Sooladest on kõige rohkem nitraate (joonis 6). Ainetest koguseliselt on kõige rohkem ammooniumnitraati.



Joonis 4. Ainete arvuline jaotus keemilise kuuluvuse järgi (y-teljel on erinevate ainete arv)



Joonis 5. Erineva keemilise kuuluvusega ainete jaotus massi järgi (y-teljel on mass grammides)

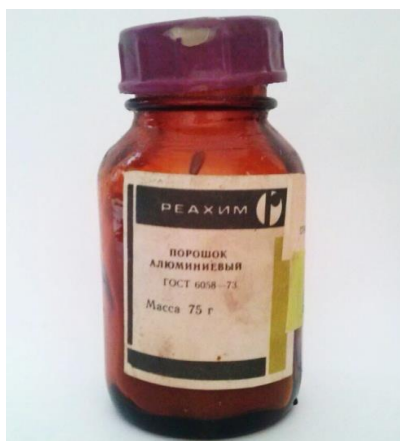


Joonis 6. Eri anioonidega soolade jaotus massi järgi (y-teljel on mass grammides)

2.2.1. Kemikaalide hoiustamine laboris

Keemialaboris on olemas lukustatav kapp (*joonis 8.a*, metallkapp) nagu Eesti Vabariigi tervisekaitse nõuetes vajalikuna kirjas oli [5], samas lukustatud kapis olid vaid mõned ained.

Tornimäe kooli keemialaboris on kemikaalide hoiustamise peatükis välja toodud nõuded täidetud vaid osaliselt. Nimelt olid mõned vedelikud hoiustatud õla kõrgusest kõrgemal (HCl), mida hoiustamismõõdu ei soovitanud. Hästi oli see, et enamus keemiliselt sarnaseid kemikaale on hoiustatud koos, kuid halvasti see, et anumad on ohutusmärkide ja piktogrammidega puudulikult sildistatud või sildistamata (*joonis 7*). See ilmselt tuleneb sellest, et kemikaalide sildistamise nõuded on viimase paarikümne aastaga ja Euroopa Liidu nõuetega karmimaks läinud (see tähendab, et sel ajal, kui õpetaja Leili Õun neid kemikaale ostis ja hoiustas, oli kõik veel nõuetekohane).



Joonis 7. Ilma ohutusmärkide ja piktogrammidega aine anum, millel puudub ka eestikeelne silt (autori foto, 01.02.15)

Happed ja alused on hoiustatud eraldi nagu peab, kuid samas paiknesid happed erinevates ja sageli halbades kohtades: puidust kapis, põrandal. Osad happed paiknesid ka laboris olnud lukustatud metallkapis. Hapete anumad ei olnud alati korralikult suletud (või tulenes see lihtsalt vähesest ventilatsioonist metallkapis), sest märgata oli happeaurude pikaajaline mõju lukustatud metallkapile (*joonis 8.a*) ja ka metallpurkidele, mis asusid hapete anumate kõrval (*joonis 8.b*). Tugevaid oksüdeerijaid (kontsentreeritud lämmastikhape, nitraadid, permanganaat jm) hoiustati puitkapis ja see võib hooletuse korral põhjustada tulekahju.

Kooli keemialaboris on paljude ainete anumad hoiustatud asbestis (*joonis 9*), et toetada anumaid ja tagada kemikaalidele keemiliselt inaktiivne keskkond. Nimelt on asbest tulekindel ja lisaks sellele ka halb soojus- ja elektrijuht ning seetõttu soovitati paarkümmend aastat tagasi ainete ohutul hoiustamisel just seda kasutada. Tänapäeval asbesti kasutada ei soovitata, sest selle tolmu sissehingamine võib põhjustada asbestoosi, vähki ja kroonilist bronhiiti [12].

Asbesti kasutamine on lausa seadusega keelatud, nimelt elanikkonnale ja loodusele ohtlike kemikaalide määruse § 2 lõike 6 kohaselt on Eestis keelatud asbestikiude sisaldavaid tooteid kasutada ja müüa. [7]

a)



b)



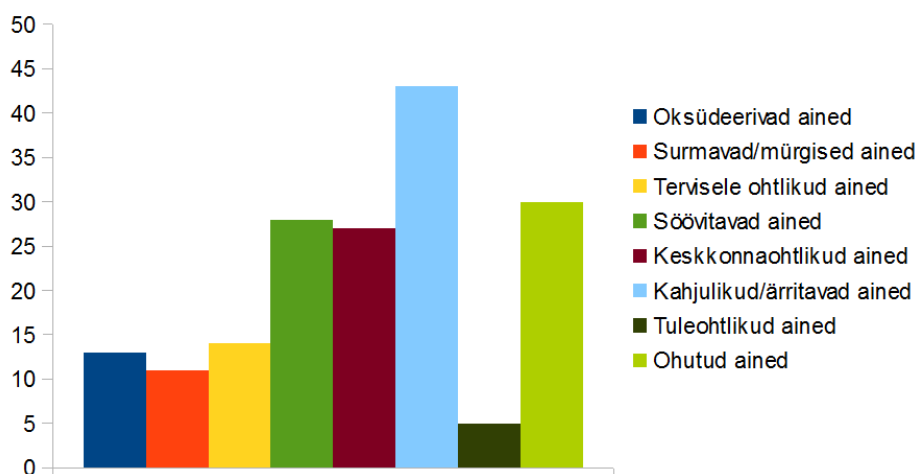
Joonis 8. a. Teraskapp, kus oli hoiustatud osa happeid ja muid ohtlikumaid aineid. b. Metallpurgid, mille roostetamist kiirendasid tõenäoliselt lähedal asuvatest happe anumatest tulevad aurud. (autori foto, 05.02.15)



Joonis 9. Asbest anumate ümber; osade ainete ohutu säilitamise eesmärgil oli aine purk pandud metallpurki ja täidetud seest asbestipuruga. Tänapäevastes laborites seda enam ei tehta. (autori foto, 05.02.15)

2.2.2. Keemialaboris leiduvate ainete ohtlikkus

Tornimäe Põhikooli keemiakapi ainetest peaks olema 75% märgitud vähemalt ühe GHS tähistusega (st kokku 89 ainet). Kõigist ainetest, mis peaksid olema piktogrammidega märgitud on 11% oksüdeerivad (13 ainet), 9% mürgised või surmavad (11 ainet), 12% tervisele ohtlikud (14 ainet), 24% söövitavad (28 ainet), 23% keskkonnale ohtlikud (27 ainet), 36% kahjulikud ja ärritavad (43 ainet) ning 4% tuleohtlikud ained (5 ainet) (LISA 3). Mitmele kemikaalile on omastatud erinevaid ohte (seega erinevaid piktogramme) ja seetõttu tuleb protsentide summa üle 100% (joonis 10).



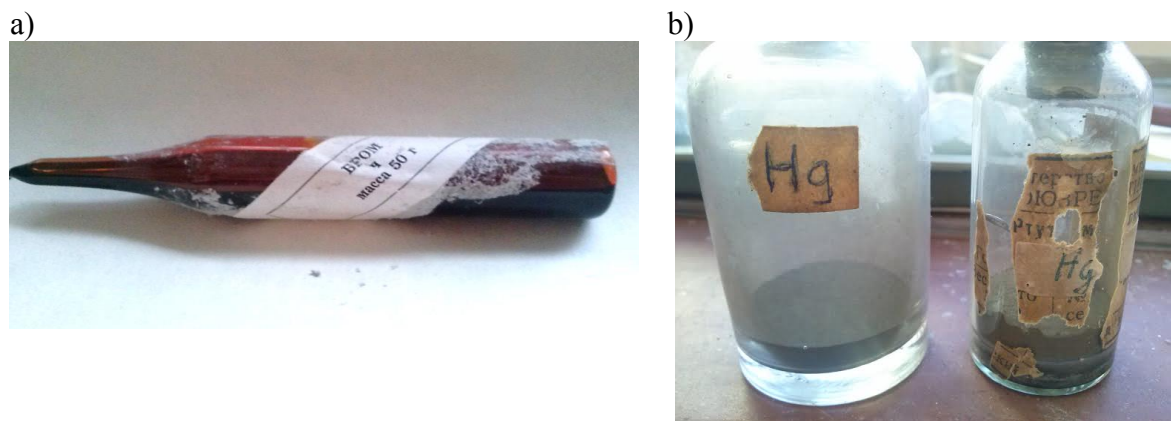
Joonis 10. Ainete arvuline jaotus nende kahjulikkuse/ohtlikkuse järgi (y-teljel on eri ainete arv)

Oksüdeerivatest ainetest leidis laboris näiteks kontsentreeritud lämmastikhapet, kontsentreeritud väävelhapet, dikromaatiooni sisaldavaid sooli ja kaaliumpermanganaati. Lämmastikhapet oli kokku veidi üle kilogrammi. Lisaks oksüdeerivale toimele on lämmastikhape ka tugeva söövitava toimega [10] (joonis 11).



Joonis 11. Lämmastikhappe pudelid hoiustatud puitkastis (autori foto, 20.02.15)

Mürgistest või surmavatest ainetest leidis keemialapis muuhulgas broomi (joonis 12.a), mis oli suletud klaasampulli sees ja mis koos ampulliga kaalus umbes sada grammi (sildi järgi oli ainet ennast 50 g). Broom on lisaks mürgisusele ka söövitav ja keskkonnaohtlik [10]. Samuti leidis kapis metallilist elavhõbedat (joonis 12.b). Need ained vääriskid ohtlike ainete kogumispunktidesse viimist.



Joonis 12. Keemialaboris leiduv a. broomiampull. b. elavhõbe. (autori foto, pildid tehtud vastavalt 20.02.15 ja 01.02.15)

Laboris leidunud söövitavad ained olid suures osas tugevad kontsentreeritud happed ja tahkel kujul leelised. Seal oli kontsentreeritud soolhapet (HCl ; umbes 74 g), väävelhapet (kokku umbes kilogramm), fosforhapet ja juba varem mainitud lämmastikhapet. Leelistest leidis laboris tahkel kujul naatriumhüdroksiidi (umbes 6 g), kaaliumhüdroksiidi (umbes 1300 grammi) ja ammoniaakhüdraati (vt LISA 3).

KOKKUVÕTE

Tornimäe Põhikoolis on erinevaid kemikaale kokku 109 nimetust ja need kaaluvad kokku umbes 39 kg. Kõigist kemikaalidest 75% on GSH süsteemi kohaselt märgistatud vähemalt ühe ohtlikkusele viitava piktogrammiga. Eri aineklasside lõikes on laboris kõige rohkem soolasid ja konkreetsetest ainetest on keemialaboris kõige rohkem ammooniumnitraati.

Uurimistöö käigus saadi teada palju uut erinevate kemikaalide kohta ning ka nende ohutu hoiustamise kohta. Samuti õpiti tundma kemikaalidega seotud ohtude ning kemikaalide vananemisega seotud põhitõdesid. Saadi teada, milliseid kemikaale, kui palju ja kui ohtlikke Tornimäe Põhikoolis on ning kuidas neid hoiustatakse. Laboris on aineid, mis vääriskid ohtlike ainete kogumispunktidesse viimist (Hg , HgO , Br_2) ja aineid, mis on ohtlikud.

Tornimäe koolis on olemas head võimalused keemia õpetamiseks suure koguse kemikaalide näol, kuid kemikaalide seisukord kooli keemialaboris ei vasta täielikult tänapäevastele nõuetele; näiteks on mõned anumad hoiustatud asbestis, mis võib inimesega

pideva kokkupuute korral põhjustada asbestoosi, vähktõbe ja kroonilist bronhiiti. Samas kuna iga päev keemialaboris keegi ei tegutse (neid kemikaale keegi aktiivselt ei kasuta), siis otsest ohtu kooliperele keemialaborist ei tulene. Kooli juhtkond on uurimistööst teadlik ja tõenäoliselt keemialabori seisukord tulevikus paraneb.

Huvitav on samas see, kas Tornimäe kool on Eestis ainulaadne sellises olukorras, kus kemikaalid on jäänud pikaks ajaks laborisse seisma ning kui ei ole, siis kui laialdaselt sellist probleemi mujal kohata võib. Uurimistöö autorile tundub, et paljudes koolides võib olla kemikaalide eest hoolt kandmine ja klassides katsete tegemine keemiaõpetajale lisakohustus. Lisaks sellele on põhikoolis keemiatunnid ainult 8. ja 9. klassil ja seega on väikses põhikoolis keemiaõpetajal nädalas kokku vaid 4 tundi (täiskoormus on 25 tundi). Seega on lihtne tekkima olukord, kus väiksesse kooli ei tule õpetama täielikult sellele koolile pühenduvat inimest, vaid mitu kooli jagavad üht keemiaõpetajat, kes ei jõua tegeleda mitme kooli keemialaboritekorrashoiuga.

KIRJANDUS

- [1] Kooli pedagoogide pilte läbi aastate. (2015). Tornimäe Põhikooli. [www]
http://www.torni.edu.ee/aj_pedag.php (Vaadatud 12.12.2014)
- [2] Õun, L. (01.2015) *Mälestused keemiast Tornimäe koolis alates 1955. aastast*. intervjueris B. Laht. Käsikirjaline intervjuu autori valduses.
- [3] Jüriado, E.; Kangro, A.; Jerošenko, T. Põhikooli valdkonnaraamat
LOODUSAINED 2010: *Praktilised tööd, õpi- ja näitkatsed põhikooli keemia uues ainekavas*. [www]
http://www.oppekava.ee/index.php/Praktilised_t%C3%B6%C3%B6d,_%C3%B5pi-ja_n%C3%A4itkatsed_p%C3%B5hikooli_keemia_uues_ainekavas (30.01.2015)
- [4] Saar, M.; Sipelgas, P.; Voronina, A. (01.03.2013) *Keemiat katseteta ei õpeta*. intervjueris Madli Leikop, haridusportaal Koolielu [www]
<http://koolielu.ee/info/readnews/208095/keemiat-katseteta-ei-opeta> (30.01.2015)
- [5] Tervisekaitsenõuded koolidele. (2013) Riigi Teataja I osa. [www]
<https://www.riigiteataja.ee/akt/131052013012> (13.04.2014).
- [6] Töötervishoiu ja tööohutuse seadus (1999) Riigi Teataja I osa. [www]
<https://www.riigiteataja.ee/akt/TTOS> (08.12.2014)

- [7] Kemikaaliseadus. (1998) Riigi Teataja I osa. [www]
<https://www.riigiteataja.ee/akt/KemS> (08.12.2014)
- [8] Leito, I. (2014) Reaktiivid ja nende puhtus. Loenguslaidid aines Analüütiline keemia I, Tartu Ülikooli analüütilise keemia õppetool [www]
<http://tera.chem.ut.ee/~ivo/ak1/puhtus.pdf> (08.12.2014)
- [9] American Chemical Society (2003) *Safety in Academic Chemistry Laboratories-Volume 1: Accident Prevention for College and University Students* p 20-26 [www]
<https://www.acs.org/content/dam/acsorg/about/governance/committees/chemicalsafety/publications/safety-in-academic-chemistry-laboratories-faculty.pdf> (08.12.2014)
- [10] Sigma-Aldrich [www] <https://www.sigmaaldrich.com/european-export.html>
(ohutuskaardid alla laetud 17.03.2014-26.03.2014)
- [11] Euroopa Tööohutuse ja Töötervishoiu agentuur. *Ohtlik: kemikaalid!*
Ohupiktogrammide selgitus. [www] http://echa.europa.eu/documents/10162/2621167/eu-osh_chemical_hazard_pictograms_leaflet_et.pdf (23.01.2015)
- [12] United States Environmental Protection Agency. (2015) *Asbestos health risks.*
[www] <http://www2.epa.gov/region8/asbestos-health-risks> (23.01.2015)

LISAD

LISA 1: Brošuur kemikaalikomplektile "Noor keemik", autori foto, 5. veebruar 2015

КНЕВСКИЙ СОВНАРХОЗ
УПРАВЛЕНИЕ МАШХИМПРОМА
Черкасский завод химических реактивов

Укладочный лист
к набору «Юный химик» ВТУ № 275-56

№ серии **3 9** Дата укладки 195 г.

Пор. №	Наименование	Квали-фикация	Вес нетто в граммах	Кол-ч. мест	Вид упаковки
1	Аммоний двухромовокислый	чист.	10	1	Пробирка 10—15 мм
2	Аммоний хлористый	техн.	15	1	Б—5—25 мл
3	Калий марганцевокислый	техн.	4	1	Пробирка 5 мм
4	Квасцы алюмокалиевые	техн.	15	1	Б—5—25 мл
5	Кислота соляная	техн.	50	1	С—3—50 мл
6	Кислота щавелевая	техн.	10	1	Пробирка 10—15 мм
7	Медный купорос	техн.	32	1	Б—5—25 мл
8	Никель сернокислый	техн.	10	1	Пробирка 10—12 мм
9	Раствор медного купороса для фелинговой жидкости		20	1	С—3—25 мл
10	Раствор селитровой соли для фелинговой жидкости		20	1	С—3—25 мл
11	Спирт этиловый	рект.	25	1	С—3—25 мл
12	Парафин	техн.	5	1	Бум. пакет.
13	Проволока железная	сталь 3	1	1	Без упак.
14	Лакмусовая бумага синяя и красная	индик.	2 кн.	2	Пробирка Ø 12—15 мм
15	Фенолфталеин	инд 1%	3 мл	1	Пробирка см. 5 мл
16	Бумага фильтровальная Ø 70 мм	спирт. раствор		1	Пачка в 35 лист.
17	Воронка химическая Ø 30—36 мм	стеклянная		1	
18	Держатель для пробирок			1	Деревянный с пружиной
19	Ерш (для мытья пробирок)			1	Стеклянная с резинкой
20	Пипетка			1	Диам. 4—5 мм
21	Палочка с совочком стеклянная			1	длина 140—175 мм
22	Пробирки химические			10	Стекло. диам. 12—15 мм, выс. 150 мм
23	Пробки корковые			2	
24	Пробки резиновые			1	
25	Сетка асбестированная			1	Прямоугольная 6х6 мм или 8х8 мм
26	Спиртовка алюминиевая стаганчиком			1	
27	Трубка стеклянная			1	Изогнута под прямым углом Ø 7—6 мм с оплавл. концом
28	Чашечка фарфоровая № 1 или № 2			1	
29	Штатив со стойкой			1	Размер 95х85х25
30	Руководство к набору «Юный химик»			1	стойки с ветвями

Штамп комплектовщика [14-11] Штамп контролера ОТК

Смела, гортисогр., зак 633-20000

SIGMA-ALDRICH

sigma-aldrich.com

OHUTUSKAART

vastavalt EL määrusele nr 1907/2006
Variant 5.2 Paranduse kuupäev 24.02.2015
Trükkimise kuupäev 24.02.2015

1. JAGU: Aine/segu ning äriühingu/ettevõtja identifitseerimine

1.1 Tootetähised

Toote nimi : Sodium dichromate dihydrate

Toote number : 398063

Kaubamärk : Sigma-Aldrich

Index-Nr. : 024-004-00-7

REACH Nr : Registreerimisnumber ei ole saadaval, kuna aine või selle kasutamine ei oma registreerimiskohustust, iga-aastane tonnaaz ei nõua registreeringut või registreerimine on nõutud hilisemal kuupäeval.

CAS-Nr. : 7789-12-0

1.2 Aine või segu asjaomased kindlaksmääratud kasutusalaad ning kasutusalaad, mida ei soovitata

Kindlaksmääratud kasutusalaad : Laboratoorsed kemikaalid, Ainete tootmine

1.3 Andmed ohutuskaardi tarnija kohta

Tootja : Sigma-Aldrich Chemie GmbH
Riedstrasse 2
D-89555 STEINHEIM

Telefon : +49 89-6513-1444

Faks : +49 7329-97-2319

E-maili aadress : eurtechserv@sial.com

1.4 Hädaabitelefoni number

Hädaolukorra telefoni # : +49 7329-97-2323

2. JAGU: Ohtude identifitseerimine

2.1 Aine või segu klassifitseerimine

Klassifitseerimine vastavalt EÜ regulatsioonile nr 1272/2008

Oksüdeerivad tahked ained (Kategooria 2), H272

Akuutne toksilisus, Oraalne (Kategooria 3), H301

Akuutne toksilisus, Sissehingamine (Kategooria 2), H330

Akuutne toksilisus, Naha- (Kategooria 4), H312

Nahasöövitav (Kategooria 1B), H314

Hingamisteede sensibilisatsioon (Kategooria 1), H334

Naha sensibiliseerimine (Kategooria 1), H317

Mutageensus sugurakkudele (Kategooria 1B), H340

Kantserogeensus (Kategooria 1B), H350

Reproduktiivtoksilisus (Kategooria 1B), H360FD

Mürgisus sihtelundi suhtes - korduv kokkupuude (Kategooria 1), H372

Vesikeskkonda kahjustav äge mürgisus (Kategooria 1), H400

Vesikeskkonda kahjustav krooniline mürgisus (Kategooria 1), H410

H-teate täisteksti jaoks vastavalt sellele osale, vt osa 16.

Klassifitseerimine vastavalt EL direktiivile 67/548/EMÜ või 1999/45/EK

O Oksüdeeriv R 8
R45
R60, R61
R46

T+	Väga mürgine	R26
T	Mürgine	R25, R48/23
C	Sööbiv	R34
Xn	Kahjulik	R21
		R42/43
N	Keskkonnoahtlik	R50/53

R-lauset täistekstide jaoks vt osa 16.

2.2 Märgistuselemendid

Märgistamine vastavalt EÜ regulatsioonile nr 1272/2008

Piktogramm



Tunnussõna

Ettevaatust

Ohuteated

H272	Võib soodustada põlemist; oksüdeerija.
H301	Allaneelamisel mürgine.
H312	Nahale sattumisel kahjulik.
H314	Põhjustab rasket nahasöövitust ja silmakahjustusi.
H317	Võib põhjustada allergilist nahareaktsiooni.
H330	Sissehingamisel surmav.
H334	Sissehingamisel võib põhjustada allergia-või astma sümptomeid või hingamisraskusi.
H340	Võib põhjustada geneetilisi defekte.
H350	Võib põhjustada vähktõbe.
H360FD	Võib kahjustada viljakust. Võib kahjustada loodet.
H372	Pikaajalisel või korduval kokkupuutel kahjustab elundeid.
H410	Väga mürgine veeorganismidele, pikaajaline toime.

Hoiatavad teated

P201	Enne kasutamist tutvuda erijuhistega.
P210	Hoida eemal soojusallikast, kuumadest pindadest, sädemetest, leekidest ja muudest süüteallikatest. Mitte suitsetada.
P260	Tolmu/ suitsu/ gaasi/ udu/ auru/ pihustatud ainet mitte sisse hingata.
P280	Kanda kaitsekindaid/ kaitserõivastust/ kaitseprille/ kaitsemaski.
P304 + P340 + P310	SISSEHINGAMISE KORRAL: toimetada isik värske õhu kätte ja hoida asendis, mis võimaldab kergesti hingata. Võtta viivitamata ühendust MÜRGISTUSTEABEKESKUSE või arstiga.
P305 + P351 + P338	SILMA SATTUMISE KORRAL: loputada mitme minuti jooksul ettevaatlikult veega. Eemaldada kontaktiläätсед, kui neid kasutatakse ja kui neid on kerge eemaldada. Loputada veel kord.

Täiendavad ohulaused

mitte

Üksnes kutsealaseks kasutamiseks.

2.3 Muud ohud - mitte

3. JAGU: Koostis/teave koostisainete kohta

3.1 Ained

Sünonüümid	:	Sodium bichromate
Valem	:	Cr ₂ Na ₂ O ₇ · 2H ₂ O
Molekulmass	:	298,00 g/mol
CAS-Nr.	:	7789-12-0
EC-Nr.	:	234-190-3
Index-Nr.	:	024-004-00-7

Ohulikud koostisained vastavalt määrusele (EÜ) nr 1272/2008

LISA 3: Kemikaalid Tornimäe koolis, nende kogused ja nendele omistatud piktogrammid.

Aine	Aine valem	kogu mass (g)	Piktogrammid
LIHTAINED			
1. Alumiinium (graanulitena ja ka pulbrina)	Al	389	 
2. Antimon	Sb	138	
3. Broom	Br ₂	95	  
4. Jood	I ₂	284	 
5. Kaltsium	Ca	—	
6. Magneesium (laastakutena)	Mg	28	
7. Naatrium	Na	—	 
8. Punane fosfor	P (punane)	196	
9. Raud	Fe	369	
10. Räni	Si	<1	
11. Süsinik	C	43	
12. Tina	Sn	131	
13. Tsink (graanulitena ja ka pulbrina)	Zn	241	
14. Väävel	S	358	
OKSIIDID			

15. Alumiiniumoksiid	Al_2O_3	115	
16. Baariumoksiid	BaO	68	 
17. Difosforpentaoksiid	P_2O_5	—	
18. Elavhõbe(II)oksiid	HgO	56	  
19. Kaltsiumoksiid	CaO	653	 
20. Kroom(VI)oksiid	CrO_3	44	    
21. Magneesiumoksiid	MgO	292	
22. Mangaan(IV)oksiid	MnO_2	425	
23. Pliioksiid	PbO	182	  
24. Raud(II)oksiid	FeO	15	
25. Raud(III)oksiid	Fe_2O_3	286	
26. Tseerium(IV)oksiid	CeO_2	55	
27. Tsink(II)oksiid	ZnO	129	
28. Vask(II)oksiid	CuO	419	 
ALUSED; LEELISED			
29. Alumiiniumhüdrokksiid	$\text{Al}(\text{OH})_3$	90	
30. Baariumhüdrokksiid	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	117	 

31. Kaaliumhüdroksiid	KOH	1291		
32. Kaltsiumhüdroksiid	Ca(OH) ₂	87		
33. Naatriumhüdroksiid	NaOH	6		
34. Vask(II)hüdroksiid	Cu(OH) ₂	44		 
HAPPED				
35. Boorhape	B(OH) ₃	24		
36. Fosforhape	H ₃ PO ₄	390		
37. Lämmastikhape	HNO ₃	1074		
38. Sidrunhape	C ₆ H ₈ O ₇	3		
39. Soolhape	HCl	74		
40. Väävelhape	H ₂ SO ₄	982		
41. Äädikhape	C ₂ H ₄ O ₂	—		
SOOLAD; kloriidid				
42. Aluminiiumkloriid	AlCl ₃	637		
43. Ammooniumkloriid	NH ₄ Cl	1087		
44. Baariumkloriid	BaCl ₂	200		
45. Kaaliumkloriid	KCl	657		
46. Magneesiumkloriid	MgCl ₂	65		

47. Mangaan(II)kloriid	MnCl ₂	44	 
48. Naatriumkloriid	NaCl	573	
49. Raudkloriid	FeCl ₃ ·6H ₂ O	1181	  
50. Tsinkkloriid	ZnCl ₂	84	  
51. Vaskkloriid	CuCl ₂	203	 
SOOLAD, muud halogeniidid			
52. Kaaliumbromiid	KBr	59	
53. Kaaliumjodiid	KI	110	
54. Naatriumbromiid	NaBr	350	
55. Naatriumfluoriid	NaF	86	
SOOLAD; sulfaadid, sulfitid			
56. Alumiiniumsulfaat	Al ₂ (SO ₄) ₃	141	  
57. Ammooniumsulfaat	(NH ₄) ₂ SO ₄	936	
58. Kaaliumsulfaat	K ₂ SO ₄	673	
59. Koobalt(II)sulfaat	CoSO ₄ ·7H ₂ O	45	  
60. Magneesiumsulfaat	MgSO ₄	357	
61. Mangaan(II)sulfaat	MnSO ₄ ·H ₂ O	803	 
62. Naatriumsulfaat	Na ₂ SO ₄	872	
63. Naatriumsulfiid	Na ₂ S	45	  

64. Naatriumsulfit	Na_2SO_3	484	
65. Nikkel(II)sulfaat	NiSO_4	55	
66. Raud(II)sulfaat	FeSO_4	93	
67. Raud(II)sulfiid	FeS	10	
68. Raud(III)sulfaat	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	219	
69. Tsinksulfaat	ZnSO_4	159	
70. Vask(II)sulfaat	CuSO_4	625	
SOOLAD, nitraadid			
71. Alumiiniumnitraat	$\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	46	
72. Ammooniumnitraat	NH_4NO_3	1928	
73. Hõbenitraat	AgNO_3	18	
74. Kaaliumnitraat	KNO_3	1829	
75. Kaltsiumnitraat	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1628	
76. Koobalt(II)nitraat	$\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	141	
77. Naatriumnitraat	NaNO_3	684	
78. Plii(II)nitraat	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	20	
79. Strontsiumnitraat	$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$	<1	

SOOLAD; karbonaadid, vesinikkarbonaadid

80. Baariumkarbonaat	BaCO_3	128	
81. Kaaliumkarbonaat	K_2CO_3	516	
82. Kaaliumvesinikkarbonaat	KHCO_3	51	
83. Kaltsiumkarbonaat	CaCO_3	246	
84. Magneesiumkarbonaat	MgCO_3	103	
85. Naatriumkarbonaat	Na_2CO_3	468	
86. Naatriumvesinikkarbonaat	NaHCO_3	152	
87. Vask(II)karbonaat	CuCO_3	177	

SOOLAD; fosfaadid

88. Kaaliumdivesinikfosfaat	KH_2PO_4	59	
89. Kaltsiumfosfaat	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	328	
90. Naatriumfosfaat	Na_3PO_4	66	 

MUUD AINED; oksüdeerijad, orgaanika

91. Alumiiniumkaaliumsulfaat	$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$	443	
92. Ammoniaakhüdraat	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	105	  
93. Ammooniumdikromaat	$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	636	    
94. Ammooniumtiotsüanaat	NH_4SCN	672	
95. Bensoehape	$\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$	24	 

96. Booraks	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	24	
97. Fenoolftaleiin	$\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$	35	
98. Glükoos	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	11	
99. Kaaliumatsetaat	$\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{K}$	207	
100. Kaaliumkloraat	KClO_3	—	  
101. Kaaliumkromaat	KCrO_4	810	  
102. Kaaliumpermanganaat	KMnO_4	374	  
103. Kollane veresool	$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$	5	
104. Metüüloranž	$\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{N}_3\text{NaO}_3\text{S}$	124	
105. Naatriumdikromaat	$\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	536	    
106. Naatriumkromit	NaCrO_2	304	
107. Raud(III)oksalaat	$\text{Fe}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	631	
108. Suhkur	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$	240	
109. Uurea	$\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$	286	