

Võtta see leht endaga kaasa – siis ei unune sul enda kood ning lingid vastustele ja tagasisidele!

Juhend ja olümpiaadi lahendamise meelespea

- Sinu vastustevihikus peab olema **9 lehekülge**.
- Komplekt koosneb **6 ülesandest**.
NB! 6. ülesande tulemust ei võeta arvesse piirkondliku (v.a Tallinnas) paremusjärjestuse moodustamisel, aga arvestatakse keemiaolümpiaadi lõppvooru kutsumisel. 6. ülesanne on eelmistest mahukam, kuid kogu ülesande lahendamiseks vajalik info on ülesande tekstis olemas.
- Sul on ülesannete lahendamiseks **5 tundi**.
- Mustandipaberina kasuta selle vihiku lehtede tagakülgi.
- Kasuta aega efektiivselt!
Tee kõigepealt ära see, mida oskad.
Kui ühe ülesandega kuidagi toime ei tule, pöördu selle juurde tagasi hiljem.
- Loe alati ülesanne ja küsimused lõpuni.
Ülesande alapunktid pole alati omavahel seotud. Püüa ülesandest ära teha nii palju, kui oskad, sõltumata sellest, kas oled lõppvastuseni jõudnud või mitte.
- Kirjuta vastused ja arvutused ainult **pastapliiatsiga** selleks ettenähtud **kastidesse**.
Kui kogu vastus ei mahu kasti, siis kirjuta vastus sama lehekülje tagaküljele ning tõmba sellele ise kast ümber. Märki ka ülesande juurde, et vastus paikneb lehe tagaküljel.
- Kirjuta **selge käekirjaga**.
Kui parandaja ei saa käekirjast aru, ei saa ta ka punkte anda!
Paranduste tegemisel tõmba vigasele sõnale/numbrile kriips peale ning kirjuta uuesti.
- Arvulise vastuse esitamisel näita **lahenduskäik**, mille kaudu vastuseni jõudis.

Ülesanded ja vastused (avaldatakse, kui olümpiaad on lõppenud):

www.eko.ut.ee/eko/pv

Palun anna olümpiaadile tagasisidet:

tinyurl.com/EK02022-tagasiside

Toetajad ja koostööpartnerid:



TARTU ÜLIKOOL
keemia instituut



Põnevat
olümpiaadi
kogemust!



KEEMIAOLÜMPIAADI PIIRKONNAVOOR

10. klass

jaanuar 2022

Kirjuta trükitähtedega:

PEREKONNANIMI

.....

EESNIMI

.....

E-POSTI AADDRESS

.....

KOOLI NIMI

.....

ÕPETAJA NIMI

.....

Täidavad hindajad:

| Ülesanne | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | Kokku |
|----------------------|------|-----|------|-----|------|------|-------------|
| Maksimaalsed punktid | 12 p | 8 p | 12 p | 8 p | 10 p | 20 p | 50 p + 20 p |
| Punktid (EKO žürii) | | | | | | | |

2021/22. õa keemiaolümpiaadi piirkonnavooru ülesanded
10. klass

Ülesanne 1. Marsi asustamine (12 p)

Marsi asustamine on inimkonnale laialdast huvi pakkunud. Marsi püsivaks asustamiseks tuleb kasutada selle pinnases sisalduvaid oksiide (nt CaO, CrO₃, K₂O, MgO, Na₂O, P₄O₁₀, SiO₂, TiO₂) ning atmosfääris leiduvaid gaase (ruumala järgi 95% CO₂, 3% N₂, 2% Ar).

- a) Millised Marsi pinnasest leitud oksiididest muudavad/jätavad vesilahuse keskkonna **i)** happeliseks, **ii)** aluseliseks ja **iii)** neutraalseks? (4)

i) muudavad happeliseks:

ii) muudavad aluseliseks:

iii) jätavad neutraalseks:

- b) Arvuta Marsi „õhu“ keskmine molaarmass. (2)

$M = \dots\dots\dots \text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

Veeringlus ja voolav vesi on vajalik, et muuta Marsi looduslikud tingimused sarnaseks Maaga. Selleks, et Marsi pinnal oleks võimalik veel olla vedelas olekus, peab planeedile looma oluliselt tihedama ning kõrgema keskmise temperatuuriga atmosfääri. Atmosfääri temperatuuri tõstmiseks kõige efektiivsem meetod on kasutada kasvuhooneefekti. Kasvuhooneefekti tekitavad atmosfääri kogunevad kasvuhoonegaasid. Kõik järgnevatest reaktsioonidest sisaldavad vähemalt ühte kasvuhoonegaasi.

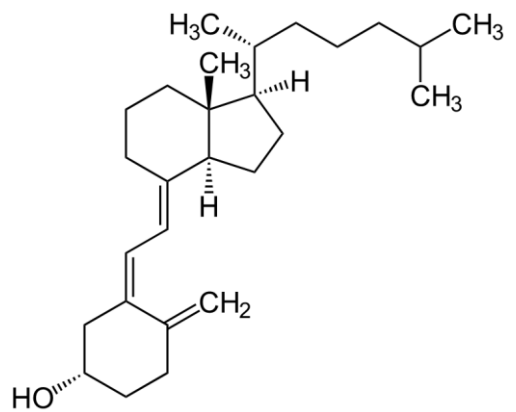
- c) Tasakaalusta järgnevad reaktsioonivõrrandid: **i)** $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$;
ii) $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$; **iii)** $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$; **iv)** $\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$. (4)

- d) Kas reaktsioonides **i)–iv)** kasvuhoonegaaside hulk väheneb, suureneb või jääb samaks? (2)

| c) Reaktsioonid: | d) Kasvuhoonegaaside hulk ... |
|------------------|-------------------------------|
| i) | |
| ii) | |
| iii) | |
| iv) | |

Ülesanne 2. D-vitamiin (8 p)

Eesti asub laiuskraadil, kus päikesevalguse hulk on tihti piiratud. Kuna päikesekiirguses leiduv UV kiirgus on hädavajalik D-vitamiini sünteesimiseks, esineb 75% eestlastest D-vitamiini puudus. Kuna täiskasvanud on väga erinevad, ei ole ka täpset õiget D-vitamiini taset, vaid esineb nn optimaalne vahemik ($75\text{--}125\text{ nmol}\cdot\text{dm}^3$). D-vitamiin on organismi normaalseks talitluseks äärmiselt vajalik, sest see vähendab mitmete haiguste, sh suhkruhaiguse, kõrge vererõhu ja väidetavalt isegi kasvajate avaldumise riski. D-vitamiini liigne kogus võib aga põhjustada mürgistust. Tihtipeale kasutatakse erinevaid D-vitamiini preparaate, et leevendada D-vitamiini puudust, üks levinumaid neist on D₃ ehk kolekalsiferool (joonisel).



Ema Ene andis oma väikelapsele D-vitamiini, mille purgi peal oli soovituslik annus 5 tilka päevas (üks tilk = $0,030\text{ cm}^3$). Kuna ta tahtis olla eriti kindel oma lapse tervises, siis andis ta hoopis 2,0 mL. Paari nädala pärast halvenes lapse tervis ja ta hakkas kaalu kaotama – lapsel tekkis D-vitamiini mürgistus.

a) Kirjuta D₃ brutovalem. (1)

D₃ brutovalem

b) Arvuta väikelaste (0–12 kuud) soovituslik D₃-vitamiini hulk (pmol) ja mass (μg), kui ühes tilgas sisaldub 80 IU. 1 IU vitamiin D₃ = 0,30 pmol. (4)

Soovituslik D₃-vitamiini hulk pmol ja mass μg

c) Arvuta soovitusliku doosi kontsentratsioon ($\mu\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$). (2)

Soovitusliku doosi kontsentratsioon $\mu\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$

d) Leia mitu korda ületas ema Ene soovituslikku doosi. (1)

Doos oli ületatud korda

Vormelipiloodid Max ja Lewis võistlevad meistritiitli pärast. Kasuta alltoodud andmeid, et ennustada võitjat. Eelda, et vormelid mahutavad 110 kg kütust.

c) Hinda **i)** Maxi ja **ii)** Lewise vormeli energia massitihedus võidusõidu alguses, kus vormelid on kütust täis tangitud. (4)

| Sõitja | Max | Lewis |
|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Kütus | 85% oktaan, 15% etanool | 88% oktaan, 12% etanool |
| Mootori kasutegur | 44% | 47% |
| Energiakadu õhutakistuse tõttu | 14% | 17% |
| Vormeli kere mass | 740 kg | 750 kg |
| Mootori mass | 150 kg | 160 kg |

i)

EM = kJ·kg⁻¹

ii)

EM = kJ·kg⁻¹

Ülesanne 4. Vääriskivide maa (8 p)

Jaapani manga „Vääriskivide maa“ (Land of the Lustrous) maailmas elutseb surematute olendid – inimkujulised vääriskivid, kelle nimed vastavad mineraalidele. Peategelase nimi on Fosfofüliit (mineraal **I**). Ta on haruldane rohekas mineraal, mis kujutab endast metallide **A** ($w_A = 29,15\%$) ja **B** ($w_B = 12,45\%$) fosfaadi tetrahüdraati $A_2B(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$. Öövalves seisab punaste juustega Kinaver (mineraal **II**), kelle keha levitab ohtlikku mürki. Kinaver on metalli **C** sulfiid ($w_C = 86,22\%$) ning metall **C** tööpoolest võib põhjustada mürgistust. Kivi-meedik, kelle töö on teisi kive parandada, on Rutiil (mineraal **III**). Rutiil on metalli **D** oksiid ($w_O = 40,07\%$), mida kasutatakse tihti valge pigmendina ja toidulisandina. Salapärane kivi Antarktitsiit (mineraal **IV**) ilmub ainult talvel, kui kõik teised kivid lähevad talveuinakusse. Selle tegelase omapära on, et kõikidel teistel aastaegadel on ta vedel. Antarktitsiit on tahke leelismuldmetalli **E** kloriidi hüdraat ($w_{H_2O} = 49,34\%$). Soola ECl_2 kasutatakse laboris ainete kuivatamiseks. Antarktitsiit avastati Antarktika kõige soolasemas järves. Kusjuures, selle kristallid lebasid nii järve põhjas kui ka vabalt vees ujuvalt.

a) Tuvasta elemendid **A–E** arvutuste abil. (5)

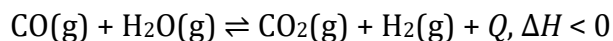
| | | | | | |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | | | | | |
| | A | B | C | D | E |
| Sümbol | | | | | |

b) Kirjuta mineraalide **I–IV** nomenklatuursed nimetused. (3)

| |
|------------|
| I |
| II |
| III |
| IV |

Ülesanne 5. Vesigaasi nihkereaktsioon (10 p)

Vesigaasi nihkereaktsioon on tasakaaluline reaktsioon vesiniku tootmiseks:



Selle reaktsiooni tasakaalukonstant on avaldatav kujul:

$$K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]}$$

- a) Milliste toodud tasakaalukonstandi väärtuste korral on tasakaaluolekus saaduste hulk suurem lähteainete hulgast, kui omavahel reageerisid 1 mol CO ja 1 mol H₂O? (2)
Variandid: **i)** $K = 2$; **ii)** $K = 1$; **iii)** $K = \frac{1}{2}$.

Vastus:

- b) Kuidas muudavad allolevad tegurid reaktsiooni tasakaalu? Variandid: **1)** nihkub CO ja H₂O suunas; **2)** nihkub CO₂ ja H₂ suunas; **3)** ei muuda. (4)

| | | | |
|----------------------------|--|-------------------------------------|--|
| i) Rõhu tõstmine | | ii) Temperatuuri tõstmine | |
| iii) CO eemaldamine | | iv) CO ₂ lisamine | |

Võeti kaks võrdset anumat. Esimesse lisati 1 mol CO ja 1 mol H₂O, teise 1 mol CO₂ ja 1 mol H₂.

- c) Milline järgmistest väidetest on tõene pärast keemilise tasakaalu püstitumist? (2)
Selgita oma vastust.

- i)** Esimeses anumast on CO ja H₂O kogus suurem kui teises anumast.
ii) Esimeses anumast on CO ja H₂O kogus väiksem kui teises anumast.
iii) CO ja H₂O kogus mõlemas anumast on võrdne.

Vastus:

Kolmandasse anumasse lisati tasakaaluline segu lähteaineid ja saaduseid. CO märgistati ¹⁴C isotoobiga.

- d) Milline järgmistest väidetest on tõene pärast pika aja möödumist? (2)
Selgita oma vastust.

- i)** ¹⁴C isotoop on CO ja CO₂ vahel jaotunud.
ii) Kõik CO molekulid on ¹⁴C isotoobiga märgistatud.
iii) Kõik CO₂ molekulid on ¹⁴C isotoobiga märgistatud.

Vastus:

Ülesanne 6. Elu keemilised alused (20 p)

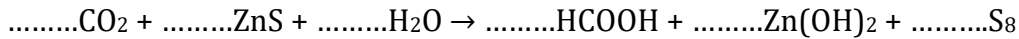
Antud ülesanne käsitleb “elu ehitus-plokkide” (lämmastikaluste **A**, **C**, **G**, **T** ja **U**) päritolu. Need sisalduvad deso-ksüribo- ja ribonukleiinhappes (vastavalt DNA ja RNA), mis on Maa eluvormide jaoks keskse tähtsusega. Lämmastik-aluste alltoodud täppstruktuurides on igal C, N ja O aatomil väliskihis kaheksa elektroni, mis on kas sidemetesse jaotunud või esinevad vabade elektronipaaride kujul. Ühe hüpoteesi kohaselt võisid lämmastikalused moodustuda anorgaanilistest ühenditest: vesinik-tsüaniidist (HCN), ammoniaagist (NH₃) ja veest (H₂O)

- a) Määra iga lämmastikaluse molekulite saamiseks vajalik minimaalne arv HCN ja H₂O molekule. (2)

| | A | G | C | T | U |
|---------------------|---|---|---|---|---|
| N(HCN) | | | | | |
| N(H ₂ O) | | | | | |

Elueelsetes tingimustes (enne 540 mln a m.a.j) moodustusid HCN ja NH₃ molekulid atmosfääri CO₂ ja N₂ molekulidest. Süsinikdioksiidi kontsentratsioon oli elueelisel Maal kümnetes kordades suurem kui tänapäeval. Selleks, et Maale saaks tekkida elu, pidi süsinikdioksiid redutseeruma ning moodustama lihtsamaid orgaanilisi ühendeid, nagu näiteks sipelghape (HCOOH). Tõenäoliselt omasid süsinikdioksiidi redutseerimises tähtsat rolli mineraalid, nt tsinksulfiid.

- b) Tasakaalusta reaktsioonivõrrand: ...CO₂ + ...ZnS + ...H₂O → ...HCOOH + ...Zn(OH)₂ + ...S₈ (2)

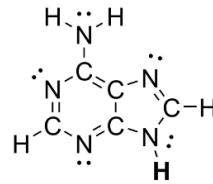


- c) Kirjuta ja tasakaalusta NH₃ tekke reaktsioonivõrrand, mis toimub ZnS pinnal sarnaselt reaktsioonile alapunktis b). (2)

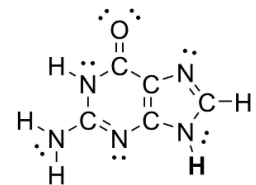
Tekkinud ammoniaak ja sipelghape võisid teineteisega reageerida ning moodustada ammooniumformiaadi (HCOONH₄). Puhas ammooniumformiaat ei ole stabiilne ning laguneb iseeneslikult formamiidiks (HCONH₂) ja veeks. Kõrgel temperatuuril laguneb formamiid omakorda vesiniktsüaniidhappes (HCN) ja veeks.

- d) Joonista ammooniumformiaadi ja formamiidi täppstruktuurid. (2)

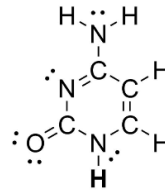
| | |
|-------------------|-----------|
| ammooniumformiaat | formamiid |
|-------------------|-----------|



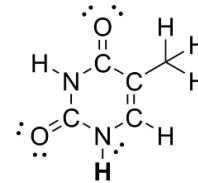
Adeniin (A)



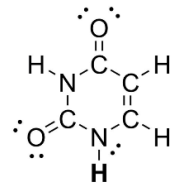
Guaniin (G)



Tsütosiin (C)



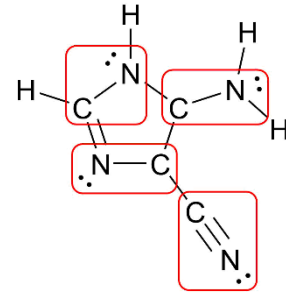
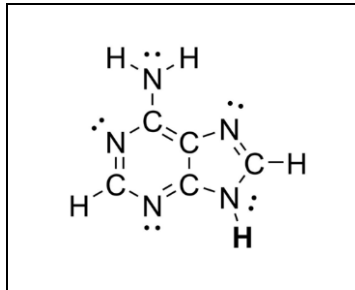
Tümiin (T)



Uratsiil (U)

Elueelsetes tingimustes võiks lämmastikaluste **A** ja **G** süntees alata, kui neli HCN molekuli ühineks vaheproduktiks (vt joonis). Selle reaktsiooni käigus muunduvad HCN molekulide C≡N kolmiksidemed joontega piiratud sidemeteks ning vesinikuaatomid paigutuvad ümber. Kui vaheprodukt reageeriks edasi veel ühe HCN molekuliga, tekiks lämmastikalus **A**, kuid reaktsioonil (NH₂)₂CO ehk ureaga tekiks lämmastikalus **G**.

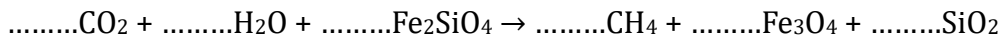
- e) Tõmba **A** struktuuris ring ümber C–N ja C=N sidemetele, mis pärinevad HCN molekulidest. (2)



Vaheprodukt

Uurea ja tsüanoatsetüleen (H–C≡C–C≡N) tekkisid tõenäoliselt valguse toimel metaanist (CH₄), mis omakorda võis tekkida CO₂ reageerimisel kuuma raudsilikaadiga.

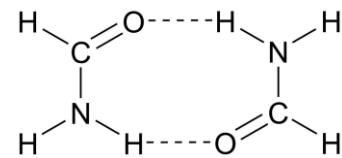
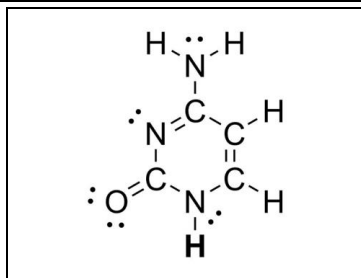
- f) Tasakaalusta reaktsioonivõrrand: ...CO₂ + ...H₂O + ...Fe₂SiO₄ → ...CH₄ + ...Fe₃O₄ + ...SiO₂ (2)



- g) Kirjuta ja tasakaalusta tsütosiini (**C**) ureast ja tsüanoatsetüleenist tekkimise reaktsioonivõrrand. (1)



- h) Tõmba **C** struktuuris ring ümber aatomite ahelale, mis pärineb tsüanoatsetüleenist. (2)



Bioloogilise informatsiooni DNA-s ja RNA-s talletamise aluseks on vesiniksidemete moodustumine sobivate lämmastikaluste vahel. Niimoodi üksteisega seondunud lämmastikaluseid nimetatakse aluspaarideks, kusjuures DNA-s sisalduvad ainult **T–A** ning **G–C** aluspaarid, kuid RNA-s ainult **U–A** ja **G–C** aluspaarid. Ülaltoodud joonisel on näitena illustreeritud molekulidevaheliste vesiniksidemete moodustumine kahe formamiidi molekuli vahel.

- i) Joonista **T–A** ja **G–C** aluspaarid näidates punktiirjoonega alustevahelisi vesiniksidemed. *Vihje: vesinikside moodustub, kui N või O vaba elektronipaar seostub N–H sideme vesinikuaatomiga. Paksu kirjaga tähistatud vesinikuaatomite asemel on DNA struktuuris desoksüriboosi jäägi süsinikuaatom ehk need vesinikuaatomid ei osale vesiniksideme tekkes.* (5)

| T–A | G–C |
|-----|-----|
| | |

Li K Ba Ca Na Mg Al Mn Zn Cr Fe Co Ni Sn Pb H₂ Cu Hg Ag Pt Au

| | K ⁺ | Na ⁺ | Li ⁺ | Ag ⁺ | NH ₄ ⁺ | Ba ²⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | Fe ²⁺ | Cu ²⁺ | Zn ²⁺ | Hg ²⁺ | Pb ²⁺ | Fe ³⁺ | Al ³⁺ | Cr ³⁺ |
|----------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| OH ⁻ | L | L | L | - | L | L | V | E | E | E | E | - | E | E | E | E |
| Cl ⁻ | L | L | L | E | L | L | L | L | L | L | L | L | V | L | L | L |
| Br ⁻ | L | L | L | E | L | L | L | L | L | L | L | V | V | L | L | L |
| I ⁻ | L | L | L | E | L | L | L | L | L | - | L | E | E | - | L | L |
| S ²⁻ | L | L | L | E | H | H | H | H | E | E | E | E | E | - | H | H |
| SO ₃ ²⁻ | L | L | L | E | L | E | E | E | E | E | E | - | E | - | - | H |
| SO ₄ ²⁻ | L | L | L | V | L | E | V | L | L | L | L | H | E | L | L | L |
| PO ₄ ³⁻ | L | L | E | E | H | E | E | E | E | E | E | E | E | E | E | E |
| CO ₃ ²⁻ | L | L | V | E | H | E | E | E | E | E | E | E | E | H | H | H |
| NO ₃ ⁻ | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L | L |
| CH ₃ COO ⁻ | L | L | L | V | L | L | L | L | L | L | L | L | L | H | H | H |

L – lahustub vees; V – vähelahustuv; E – ei lahustu vees; H – hüdroolüüs kulgeb peaaegu lõpuni; - ebapüsiv

| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---------------------|-------------------|----------------------|--------------------|------------------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|--------------------|----------------------|---------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|------------------|--------------------|-----------------|----------------|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|--|--|--|--|--|--|
| IA | | | | | | | | | | | | | | | | | | VIIIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| H | | | | | | | | | | | | | | | | | He | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vesinik 1,008 | | | | | | | | | | | | | | | | | Helium 4,00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | | | | | |
| IIA | | | | | | | | | | | | | | | | | IIIA | IVA | VA | VIA | VIIA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Li | Be | | | | | | | | | | | | | | | | | B | C | N | O | F | Ne | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Liitium 6,94 | Berüllium 9,01 | | | | | | | | | | | | | | | | | Boor 10,81 | Süsinik 12,01 | Lämmastik 14,01 | Hapnik 16,00 | Fluor 19,00 | Neon 20,18 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 12 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Na | Mg | IIIB | IVB | VB | VIB | VIIB | VIIIB | VIIIB | VIIIB | IB | IIB | Al | Si | P | S | Cl | Ar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Naatrium 22,99 | Magneesium 24,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | Alumiinium 26,98 | Räni 28,09 | Fosfor 30,97 | Väävel 32,06 | Kloor 35,45 | Argoon 39,95 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| K | Ca | Sc | Ti | V | Cr | Mn | Fe | Co | Ni | Cu | Zn | Ga | Ge | As | Se | Br | Kr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Kaalium 39,10 | Kaltsium 40,08 | Skandium 44,96 | Titaan 47,87 | Vanaadium 50,94 | Kroom 52,00 | Mangaan 54,94 | Raud 55,85 | Koobalt 58,93 | Nikkel 58,69 | Vask 63,55 | Tsink 65,38 | Gallium 69,72 | Germaanium 72,63 | Arseen 74,92 | Seleen 78,97 | Broom 79,90 | Krüptoon 83,80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rb | Sr | Y | Zr | Nb | Mo | Tc | Ru | Rh | Pd | Ag | Cd | In | Sn | Sb | Te | I | Xe | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Rubiidium 85,47 | Strontsium 87,62 | Ütrium 88,91 | Tsirkoonium 91,22 | Nioobium 92,91 | Molibdeen 95,95 | Tehneesium - | Ruteenium 101,1 | Roodium 102,9 | Pallaadium 106,4 | Höbe 107,9 | Kaadmium 112,4 | Indium 114,8 | Tina 118,7 | Antimon 121,8 | Telluur 127,6 | Jood 126,9 | Ksenoon 131,3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 55 | 56 | La | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cs | Ba | Lu | Hf | Ta | W | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tseesium 132,9 | Baarium 137,3 | | Hafnium 178,5 | Tantaal 180,9 | Volfram 183,8 | Reenium 186,2 | Osmium 190,2 | Iriidium 192,2 | Plaatina 195,1 | Kuld 197,0 | Elavhõbe 200,6 | Tallium 204,4 | Plii 207,2 | Vismut 209,0 | Poloonium - | Astaat - | Radoon - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 87 | 88 | Ac | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fr | Ra | Lr | Rf | Db | Sg | Bh | Hs | Mt | Ds | Rg | Cn | Nh | Fl | Mc | Lv | Ts | Og | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Frantsium - | Raadium - | | Rutherfordium - | Dubnium - | Seaborgium - | Bohrium - | Hassium - | Meitneerium - | Darmstadtium - | Röntgeenium - | Koperniitsium - | Nihonium - | Flerovium - | Moskooivium - | Livermoorium - | Tenessium - | Oganessoon - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lantanoidid | | | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lantanoidid | | | La | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lantanoidid | | | Lantaan 138,9 | Tseerium 140,1 | Praseodüüm 140,9 | Neodüüm 144,2 | Promeetium - | Samaarium 150,4 | Euroopium 152,0 | Gadoliinium 157,3 | Terbium 158,9 | Düsproosium 162,5 | Holmium 164,9 | Erbium 167,3 | Tuulium 168,9 | Üterbium 173,0 | Luteetsium 175,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aktinoidid | | | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aktinoidid | | | Ac | Th | Pa | U | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aktinoidid | | | Aktiinium - | Toorium 232,0 | Protaktiinium 231,0 | Uraan 238,0 | Neptuunium - | Plutoonium - | Ameriitsium - | Kuurium - | Berkeelium - | Kalifornium - | Einsteinium - | Fermium - | Mendelevium - | Nobeelium - | Lavrentsium - | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |