

Забери этот лист с собой, чтобы не забыть свой код и ссылки к ответам и обратной связи!

Инструкция и памятка по решению олимпиады

- В твоей тетради должно быть **9 страниц**.
- Комплект состоит из **6 задач**.
Н.В. Результаты решения 6-й задачи не влияют на результаты регионального тура олимпиады (кроме Таллинна), но учитываются при приглашении на республиканский тур. 6-я задача объёмнее предыдущих, но вся необходимая для решения информация есть в тексте.
- На решение у тебя есть **5 часов**.
- В качестве черновика используй обратную сторону листа.
- Используй время эффективно!
В первую очередь решай то, что умеешь.
Если у тебя не получается решить какую-либо задачу, отложи её.
- Всегда читай задачу и вопросы до конца.
Под вопросы задач не всегда связаны между собой.
Отвечай на как можно большее число подвопросов, независимо от того, можешь ли ты дойти до конечного ответа или нет.
- Пиши ответы и расчеты **ручкой** только в отведенные для этого **ячейки**.
Если ответ не помещается в ячейку, то напиши его с обратной стороны той же страницы и очерти вокруг него ячейку. Отметь около задачи, что ответ находится с обратной стороны.
- **Пиши аккуратно.**
Если проверяющий не поймет твой почерк, он не сможет оценить работу и поставить баллы.
При исправлении зачеркни неверное слово/ число целиком и напиши заново.
- Для каждого численного ответа приведи **ход решения**.

Задачи и ответы (будут опубликованы, когда олимпиада закончится):

www.eko.ut.ee/eko/pv

Поделись с нами своим мнением:

tinyurl.com/EK02022-tagasiside

Наши спонсоры и партнёры:

*Захватывающей
олимпиады!*



TARTU ÜLIKOOL
keemia instituut



РЕГИОНАЛЬНЫЙ ТУР ОЛИМПИАДЫ ПО ХИМИИ

9 класс

январь 2022 г

Впиши печатными буквами:

ФАМИЛИЯ

.....

ИМЯ

.....

АДРЕС ЭЛ.-ПОЧТЫ

.....

НАЗВАНИЕ ШКОЛЫ

.....

ИМЯ И ФАМИЛИЯ УЧИТЕЛЯ

.....

Заполняют проверяющие:

| Задача | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | Сумма |
|--------------------|------|--------|-------|--------|-------|------|-------------|
| Максимальные баллы | 10 б | 10,5 б | 7,5 б | 12,5 б | 9,5 б | 20 б | 50 б + 20 б |
| Баллы (ЕКО жюри) | | | | | | | |

Задачи регионального тура олимпиады по химии 2021/22 уч.г.

9 класс

Задача 1. Тест (10 б)

В 1817 году, исследуя минерал петалит, молодой лабораторный ассистент Юхан Август Арфведсон открыл новый элемент – литий. Однако ему так и не удалось выделить металлический литий в виде простого вещества.

- a) i) Почему литий трудно выделить в виде простого вещества? (0,5)**

| |
|--|
| |
|--|

- ii) Как следует хранить металлический литий в лаборатории? (0,5)**

| |
|--|
| |
|--|

Соединения лития широко используются в аккумуляторах и в медицине.

- b) Определи степени окисления каждого элемента в следующих веществах:**

i) Li₃N; ii) Li₂CO₃; iii) LiAlH₄. (3)

| | | |
|-----------|------------|-------------|
| i) | ii) | iii) |
| | | |

- c) Закончи следующие уравнения реакций и расставь недостающие коэффициенты:**

i) Li + N₂ → ...; ii) Li₂O + H₂O → ...; iii) Li₂O + SO₂ → (3)

| |
|--|
| i) ...Li + ...N₂ → |
| ii) ...Li₂O + ...H₂O → |
| iii) ...Li₂O + ...SO₂ → |

Соли лития используют в лекарствах, влияющих на настроение. Даже прохладительный напиток 7Up содержал вплоть до 1948 года стабилизатор настроения цитрат лития. Впоследствии вместо цитрата лития стали использовать цитрат натрия или цитрат калия (K₃C₆H₅O₇).

- d) Рассчитай количество ионов калия в ровно 500 см³ прохладительного напитка 7Up, если в напитке содержится 444 мг/дм³ цитрата калия. (3)**

| |
|----------------------------------|
| $N(K^+) = \dots\dots\dots$ ИОНОВ |
|----------------------------------|

Задача 2. Интересные оксиды (10,5 б)

Элемент **X** образует три газообразных оксида, известных человечеству уже столетиями: **A** (массовый процент $w_x = 46,68\%$), **B** ($w_x = 63,65\%$) и **C** ($w_x = 30,45\%$). Бесцветный оксид **A** был долгое время известен лишь как вещество, загрязняющее окружающую среду, однако в 1991 году в Лундском университете в Швеции обнаружили важную роль этого оксида в человеческом организме в качестве сигнальной молекулы. После образования **A** быстро используется, что помогает расслаблять мышцы, уничтожать чужеродные клетки и обновлять воспоминания. У оксида **B** тоже есть интересное биодействие: при вдыхании оксид **B** имеет обезболивающий эффект и вызывает эйфорию. Английский химик Хэмфри Дэви устраивал популярные вечеринки, на которых вдыхали оксид **B**, однако вдыхание оксида **A** чуть не убило его в 1800 году. При реакции красноватого металла **D** и разбавленной сильной кислоты **E** образуются соль **F** ($w_x = 14,94\%$) и оксид **A**, который быстро вступает в реакцию с содержащимся в воздухе простым веществом **G**, образуя красноватое ядовитое вещество **C**. В промышленности же **A** получают путём окисления **H** (состоит из водорода и элемента **X**, $w_x = 82,25\%$) веществом **G** в присутствии платины.

a) Напиши формулы веществ **A-H** и названия веществ **A-G**. (7,5)

| В-во | Формула | Название |
|----------|---------|----------|
| A | | |
| B | | |
| C | | |
| D | | |
| E | | |
| F | | |
| G | | |
| H | | |

b) Напиши следующие уравнения реакций и расставь коэффициенты:

i) $3D + \dots E \rightarrow 2A + \dots F + \dots \text{вода}$; ii) $\dots A + \dots G \rightarrow \dots C$; iii) $\dots H + \dots G \rightarrow \dots A + \dots \text{вода}$. (2,5)

| |
|------|
| i) |
| ii) |
| iii) |

c) Назови главную проблему окружающей среды, вызываемую оксидами **A** и **C**. (0,5)

| |
|--|
| |
|--|

Задача 3. Фолиевая кислота (7,5 б)

Витамин В-группы фолиевая кислота (B_9) – это водорастворимый витамин, не синтезируемый в человеческом организме. Фолиевая кислота необходима для нормальной работы нервной системы, образования красных кровяных телец, понижения уровня холестерина в крови, стимулирования работы печени, а также для обмена белков, жиров и углеводов в организме. Советуется употреблять как минимум 400 мкг фолиевой кислоты в день. Фолиевая кислота очень чувствительна к нагреванию и свету, поэтому следует отдавать предпочтение необработанной пище. Недостаток фолиевой кислоты часто возникает у людей, питающихся в основном обработанной или готовой едой и мало употребляющих свежие фрукты и овощи.

Студентке Май хотелось узнать, получает ли она достаточно фолиевой кислоты из еды. К счастью, сестра Май изучала химию в университете. Она измерила содержание фолиевой кислоты в любимых пищевых продуктах Май, которое приведено в следующей таблице.

| | Не обработано (мкг/100 г) | Термически обработано (мкг/100 г) |
|----------|------------------------------|---|
| шпинат | 192 | 94 |
| брокколи | 177 | 77 |
| картошка | 125 | 103 |
| говядина | 54 | 52 |

a) Преобразуй единицы измерения: **i)** 10 мкг = ... г, **ii)** 0,1 г = ... мг. (1)

i) 10 мкг = г

ii) 0,1 г = мг

b) Какой из любимых пищевых продуктов Май содержит в термически обработанном виде больше всего фолиевой кислоты? (0,5)

| |
|--|
| |
|--|

c) Май задумала съесть столько шпината, сколько нужно для удовлетворения её суточной потребности в фолиевой кислоте.

i) Какова масса необработанного шпината, который Май собралась съесть? (0,5)

| |
|--|
| |
|--|

ii) К сожалению, Май прочитала только раздел с результатами необработанных пищевых продуктов, а страничку, где было написано содержание фолиевой кислоты в термически обработанных продуктах, она пропустила. Поэтому она обжарила шпинат на сковороде вместе с остальными продуктами. Сколько фолиевой кислоты (мкг) Май не получила из-за термической обработки шпината? (1)

| |
|--|
| |
|--|

iii) На следующий день Май приготовила рагу из шпината, брокколи и картошки. Это рагу давало 96 мкг фолиевой кислоты на 100 г блюда и содержало равную массовую долю шпината и брокколи. Сколько граммов шпината, брокколи и картошки содержалось в 100 г рагу? (3,5)

| |
|--|
| |
|--|

d) В теле человека может содержаться до $6,7 \cdot 10^{-5}$ моль фолиевой кислоты, половина которой находится в печени. Молярная масса фолиевой кислоты – 441 г/моль.

i) Сколько граммов фолиевой кислоты может содержаться в теле человека? (0,5)

| |
|--|
| |
|--|

ii) Каков максимальный массовый процент фолиевой кислоты в печени, если масса печени равна 1677 г? (0,5)

| |
|--|
| |
|--|

Задача 4. Уборка дома (12,5 б)

У ученицы Мирьям дома засорилась труба. Чтобы устранить засор, она использовала средство для прочистки труб содержащее сильное основание **A** (массовый процент кислорода $w_O = 40,00\%$). Некоторые средства для прочистки труб содержат напротив сильную двухпротонную кислоту **B** ($w_O = 65,26\%$). При использовании обоих типов средств для прочистки труб необходимо следовать правилам безопасности. При этом никогда нельзя одновременно заливать в один и тот же слив средства для прочистки труб, содержащие основание **A** и кислоту **B**, иначе опасная смесь может выплеснуться из слива (**реакция I**). Так как ликвидация засора прошла у Мирьям великолепно, она решила продолжить помогать маме с работой по дому. Она нашла уксус (раствор этановой кислоты, CH_3COOH) и с его помощью очистила чайник от накипи (**реакция II**). Накипь состоит в основном из соли **C** ($w_O = 47,96\%$), которая также является основным компонентом яичной скорлупы и известняка. Мирьям понравилось наблюдать за реакцией накипи с уксусом и ей захотелось провести ещё несколько домашних химических опытов. Для этого она нагрела кусочек накипи газовой горелкой, при этом соль **C** разложилась из-за высокой температуры на твёрдый оксид **D** и газообразный оксид **E** (**реакция III**). При добавлении воды к оксиду **D** образовалось малорастворимое сильное основание **F**. При пропускании оксида **E** через водный раствор основания **F** раствор помутнел, так как вновь образовалась соль **C** (**реакция IV**).

- a) Назови средства индивидуальной защиты, необходимые при использовании как кислотного, так и основного средств для прочистки труб. (1)

| |
|--|
| |
|--|

- b) При помощи вычислений, исходя из массового процента кислорода, определи формулу вещества **A**. Запиши также свои расчёты и название вещества **A**. (3)

| |
|--|
| |
|--|

- c) Определи формулы веществ **B–F** и их систематические названия. (5)

| В-во | Формула | Название |
|----------|---------|----------|
| B | | |
| C | | |
| D | | |
| F | | |
| F | | |

- d) Запиши **реакции I–IV** и расставь в них коэффициенты. (3)

Reaktsioon I:

Reaktsioon II:

Reaktsioon III:

Reaktsioon IV:

- e) Почему при **реакции I** смесь может выплеснуться наружу? (0,5)

| |
|--|
| |
|--|

5. XPRIZE Carbon Removal (9,5 б)

В 2021 году объявили конкурс XPRIZE Carbon Removal на 100 миллионов долларов, цели которого – это борьба с главной угрозой человечества, изменением климата и уравнивание круговорота углерода на Земле. По оценке межправительственной группы экспертов по изменению климата (IPCC) для того, чтобы удержать глобальное повышение температуры ниже 2°C , необходимо ежегодно (вплоть до 2050 года) связывать из атмосферы $1,0 \cdot 10^{16}$ г диоксида углерода. Рассмотрим некоторые из возможных решений: **a)** посадка деревьев **b)** абсорбция CO_2 гашеной известью ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), **c)** изготовление полиэтилена $(\text{CH}_2)_n$ из CO_2 и **d)** захоронение CO_2 под землёй.

- a)** Чему равна площадь, которая потребуется для посадки такого количества деревьев, которое необходимо для связывания $1,0 \cdot 10^{16}$ г CO_2 ежегодно? Во сколько раз эта площадь отличается от площади Европейского Союза ($4,23 \cdot 10^6$ км²)? Предположи, что одно дерево связывает 22 кг CO_2 в год и нуждается в 22 м² поверхности земли. (2)

Эта площадь площади Европейского Союза в раз

- b)** Рассчитай массу CaCO_3 , образующегося при реакции $1,0 \cdot 10^{16}$ г CO_2 с $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Во сколько раз она отличается от массы Великой пирамиды в Гизе ($5,75 \cdot 10^9$ кг)? (1,5)

Это масса массы Великой пирамиды в Гизе в раз

- c)** Рассчитай массу полиэтилена $(\text{CH}_2)_n$, получаемого из $1,0 \cdot 10^{16}$ г CO_2 , исходя из следующего суммарного уравнения реакции: $n\text{CO}_2 + n\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_2)_n + 1,5n\text{O}_2$, где n – целое число. Во сколько раз она отличается от массы мирового ежегодного производства пластмасс ($3,7 \cdot 10^{11}$ кг)? (1,5)

Эта масса массы мирового ежегодного производства пластмасс в раз

- d)** Рассчитай объём подземных полостей, необходимых для захоронения $1,0 \cdot 10^{16}$ г CO_2 в жидком виде ($\rho = 1100$ кг/м³). Во сколько раз он отличается от объёма Чудского озера (25 км³)? (1,5)

Этот объём объёма Чудского озера в раз

Содержание диоксида углерода в воздухе измеряется в ppm (миллионная доля) по объёму (ppm_v). Так, например, содержание CO₂ в воздухе равняется приблизительно 416 ppm_v, то есть один 1 м³ воздуха содержит 416 см³ CO₂. Так как при постоянном давлении и температуре действует закон Авогадро, то содержание газа, выраженное в объёмной доле, равняется содержанию газа, выраженному в мольной доле. Основным источником выбросов углекислого газа является каменный уголь. В 2019 году при сжигании каменного угля во всём мире было получено 158 ЭДж (1 ЭДж = 10¹⁸ Дж) энергии.

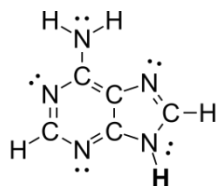
- е) Насколько повысилось содержание CO₂ в воздухе (в ppm_v) в 2019 году из-за сжигания каменного угля? Предположи, что каменный уголь состоит из чистого углерода и что сжигание 1 кг каменного угля даёт 30 МДж (1 МДж = 10⁶ J) энергии. Масса атмосферы Земли – 5·10¹⁸ кг, а средняя молярная масса воздуха – 29 г/моль. Также предположи, что только 50% выделившегося при сжигании CO₂ задерживается в атмосфере (оставшийся CO₂ поглощается в природных процессах, например, растворяясь в океане). (3)

Содержание повысилось на ppm_v

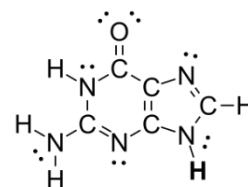
Задача 6. Химические основы жизни (20 б)

В данной задаче мы рассмотрим происхождение “кирпичиков жизни” – азотистых оснований **A**, **C**, **G**, **T** и **U**. Они содержатся в дезоксирибонуклеиновой и рибонуклеиновой кислотах (соответственно ДНК и РНК), которые имеют ключевое значение для жизненных форм на Земле. В приведённых ниже точечных структурах азотистых оснований у каждого атома C, N и O по восемь электронов на внешней оболочке, которые представлены либо в виде ковалентных связей, либо в виде свободных электронных пар.

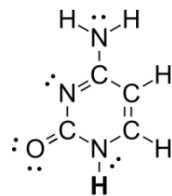
Согласно одной из гипотез, азотистые основания могли возникнуть из неорганических соединений: цианистого водорода (HCN), аммиака (NH₃) и воды (H₂O).



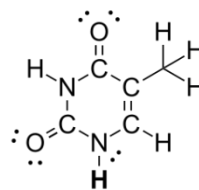
Аденин (A)



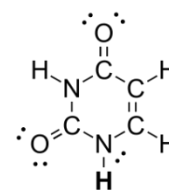
Гуанин (G)



Цитозин (C)



Тимин (T)



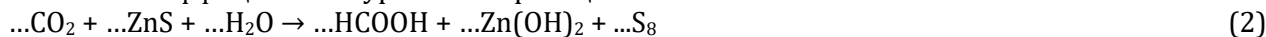
Урацил (U)

- a)** Определи минимальное количество молекул HCN и H₂O необходимое для получения каждого из азотистых оснований. (2)

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

В безжизненных условиях (до 540 млн лет н. э.), молекулы HCN и NH₃ образовывались в атмосфере из молекул CO₂ и N₂. Концентрация диоксида углерода в атмосфере безжизненной Земли была в десятки раз выше современной. Для возникновения жизни на Земле, диоксид углерода должен был быть восстановлен до простейших органических соединений, таких как муравьиная кислота (HCOOH). Весьма вероятно, что большую роль в восстановлении диоксида углерода играли минералы, например сульфид цинка.

- b)** Расставь коэффициенты в уравнении реакции:



- c)** Напиши уравнение реакции образования NH₃, протекающей на поверхности ZnS схожим образом с реакцией из подпункта **b**). (2)

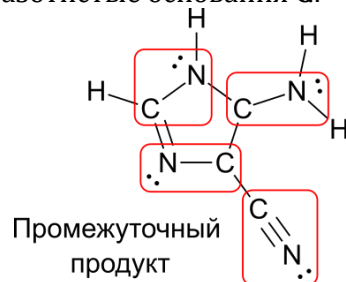
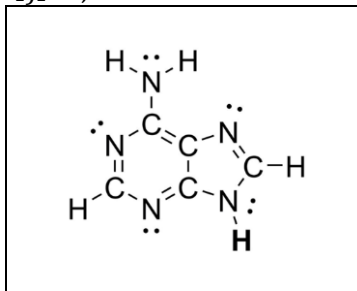
Аммиак и муравьиная кислота вступали между собой в реакцию, образуя формиат аммония (HCOONH₄). Чистый формиат аммония нестабилен и разлагается на формамид (HCONH₂) и воду. Формамид же разлагается при повышенной температуре, образуя цианистый водород (HCN) и воду (H₂O).

- d)** Нарисуй точечные структуры формиата аммония и формамида. (2)

| формиат аммония | формамид |
|-----------------|----------|
| | |

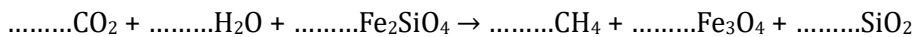
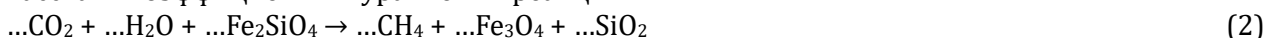
В безжизненных условиях синтез азотистых оснований **A** и **G** мог начаться, когда четыре молекулы HCN соединялись в промежуточный продукт (см рисунок). В ходе этой реакции тройные связи (C≡N) молекулы HCN превращаются в обведённые связи, а атомы водорода меняют свое положение. При реакции этого промежуточного продукта с молекулой HCN образуется азотистое основание **A**, а с молекулой (NH₂)₂CO, то есть мочевиной образуется азотистые основания **G**.

- е) Обведи в структуре **G** связи C–N, C=N и C=O, происходящие из молекул HCN. (2)



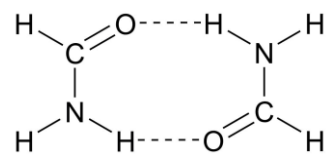
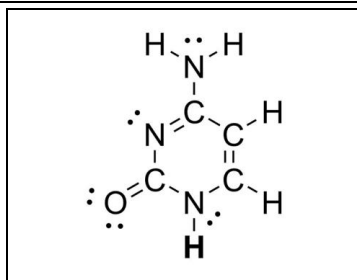
Мочевина и цианоацетилен (H–C≡C–C≡N) вероятно образовались фотокаталитически из метана. В безжизненных условиях метан мог получаться при реакции диоксида углерода с раскалённым силикатом железа.

- ф) Расставь коэффициенты в уравнении реакции:



- г) Напиши уравнение реакции мочевины и цианоацетилена, в ходе которой образуется соединение **C**. (1)

- h) Обведи в структуре **C** цепочку атомов, происходящих из молекулы цианоацетилена. (2)



Основной принцип сохранения биологической информации в ДНК и РНК заключается в образовании водородных связей между азотистыми основаниями. Пары азотистых оснований, связанных между собой, называют спаренными. В ДНК содержатся только **T–A** и **G–C** спаренные основания, а в РНК – **U–A** и **G–C**. На рисунке ниже проиллюстрированные межмолекулярные водородные связи между двух молекул формамида.

- и) Нарисуй спаренные основания **T–A** и **G–C**, обозначив пунктирными линиями водородные связи. Подсказка: водородная связь образуется, если свободная электронная пара N или O связывается с атомом водорода из связи N–H. Вместо атомов водорода, обозначенных жирным шрифтом, в структуре ДНК находится атом углерода дезоксирибозы, то есть этот атом водорода **не участвует** в образовании водородной связи. (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 – hüdrolyüs kulgeb peaaegu lõpuni; - ebapüsiv

| 1 IA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 18 VIIIA | |
|--------------------|---------------------|-------------------|----------------------|--------------------|------------------------|------------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------------------|--------------------|----------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|---------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------|--|
| 1 | 2 | | | | | | | | | | | | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 2 | | | | | | | | | | | |
| H | IIA | | | | | | | | | | | | III A | IV A | V A | VIA | VII A | He | | | | | | | | | | | |
| Vesinik 1,008 | | | | | | | | | | | | | Boor 10,81 | Süsinik 12,01 | Lämmastik 14,01 | Hapnik 16,00 | Fluor 19,00 | Neon 20,18 | | | | | | | | | | | |
| 3 | 4 | | | | | | | | | | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | | | | | Aluminium 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 | | Hf | Ta | W | Re | Os | Ir | Pt | Au | Hg | Tl | Pb | Bi | Po | At | Rn | | | | | | | | | | | | |
| Tseesium 132,9 | Baarium 137,3 | Lu | 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 | | Rf | Db | Sg | Bh | Hs | Mt | Ds | Rg | Cn | Nh | Fl | Mc | Lv | Ts | Og | | | | | | | | | | | | |
| Frantsium - | Raadium - | Lr | Rutherfordium - | Dubnium - | Seaborgium - | Bohrium - | Hassium - | Meitneerium - | Darmstadtium - | Röntgeenium - | Koperniitsium - | Nihonium - | Flerovium - | Moskooivium - | Livermoorium - | Tennesseeium - | Oganessoon - | | | | | | | | | | | | |
| Lantanoidid | | | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | | | | | | | | | | | | |
| | | | La | Ce | Pr | Nd | Pm | Sm | Eu | Gd | Tb | Dy | Ho | Er | Tm | Yb | Lu | | | | | | | | | | | | |
| | | | Lantaan 138,9 | Tseerium 140,1 | Praseodüüm 140,9 | Neodüüm 144,2 | Promeetium - | Samaarium 150,4 | Euroopium 152,0 | Gadollinium 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 | | | | | | | | | | | | |
| | | | Ac | Th | Pa | U | Np | Pu | Am | Cm | Bk | Cf | Es | Fm | Md | No | Lr | | | | | | | | | | | | |
| | | | Aktiinium - | Toorium 232,0 | Protaktiinium 231,0 | Uraan 238,0 | Neptuunium - | Plutoonium - | Ameriitsium - | Kuurium - | Berkeelium - | Kalifornium - | Einsteinium - | Fermium - | Mendeleevium - | Nobeelium - | Lavrentsium - | | | | | | | | | | | | |