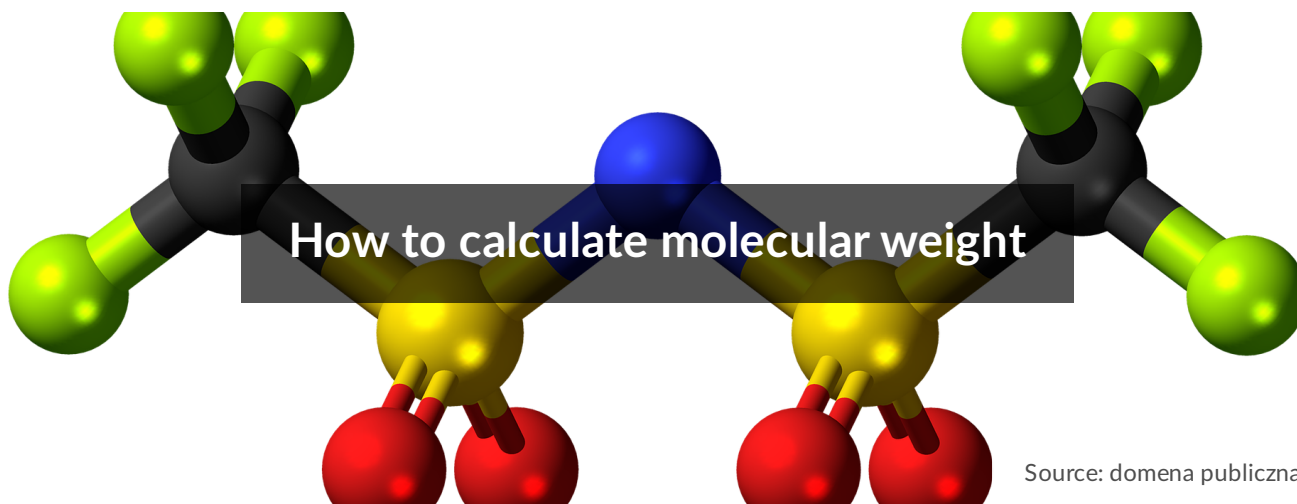


# How to calculate molecular weight

- [How to calculate molecular weight](#)
- [Lesson plan \(Polish\)](#)
- [Lesson plan \(English\)](#)



[Link to the lesson](#)

### Before you start you should know

- that atomic mass unit is used to determine the atomic weight, i.e.  
 $1 \text{ unit} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$ ;
- that atomic weight is a weight of an atom expressed using atomic mass units;
- that atomic weight of a chemical element is an averaged value which depends on the percentage of individual isotopes.

### You will learn

- to calculate molecular weight of simple chemical compounds;
- to determine mass ratios of elements in chemical compounds;
- to determine percentage composition of a chemical compound.

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Nagranie dźwiękowe abstraktu.

## What is atomic weight of a chemical element?

The atomic weight is very small and constitutes only a small part of gram (approx.  $10^{-24} \text{ g}$ ). That is why it is expressed using atomic mass units, called the units. One unit is equal to  $0.000000000000000000000000166 \text{ g}$  ( $1.66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$ ).

Atoms of the same element may differ in their weight as there are certain varieties with different number of neutrons in nucleus. That is why atomic weight of an element is the weighted average of its isotopic masses. In order to calculate it, the percentage of isotopes of a given element is taken into account. The average atomic weights of elements are listed in the periodic table.

The atomic weight is a unique feature of given element and there are no two different elements with the same atomic weight. That is why if you know atomic weight, you can identify the element.

### Task 1

Use the periodic table to find chemical elements with the following atomic weights: 32 u, 23 u, 4 u and 40 u. Then state their names and chemical symbols.

## How to calculate molecular weight of a chemical compound?

Chemical compounds are made of molecules or form crystal structure with ions in a specific quantitative ratio. Molecular formula of a compound shows molecular structure of a molecule or – if it is an ionic compound – it corresponds to the simplest stoichiometric ratio of ions present in this compound. The mass of these smallest structures of chemical compounds, expressed using atomic mass units, is called **molecular weight**. Although the term consists of a “molecular” part, its scope is not limited only to molecular compounds but also covers ionic compounds.

The molecular weight of a chemical compound is equal to the sum of atomic weights of elements forming the smallest structure of a chemical compound that is described using the chemical formula.

### Important!

Atomic weights of particular elements can be found in the periodic table. It is usually expressed with a non-integer with several decimal digits. In typical chemical calculations, atomic weights are rounded up to integers\*. Atomic weights of chlorine and copper are the only exceptions:

atomic weight of chlorine = 35.5 u

atomic weight of copper = 63.5 u

When making approximations, you have to follow certain rules:

If the first decimal digit is less than 5, all decimal digits are rejected, for example:

atomic weight of magnesium = 24.31 u  $\approx$  24 u

If the first decimal digit is greater than 5, the number corresponding to a unit is increased by 1, for example:

atomic weight of lithium = 6.94u  $\approx$  7u

In case of chlorine and copper the first decimal digit is equal to 5 (their atomic weights are not rounded up to integers).

## When do we use the concept of molecular weight of a chemical element?

Some chemical elements, such as: hydrogen, nitrogen, oxygen, fluorine, chlorine, bromine or iodine, occur in the form of diatomic molecules. In order to determine their weight, we use **molecular weight of an element**. The molecular weight of a chemical element is a product of its atomic weight and a number of atoms that make up a molecule.

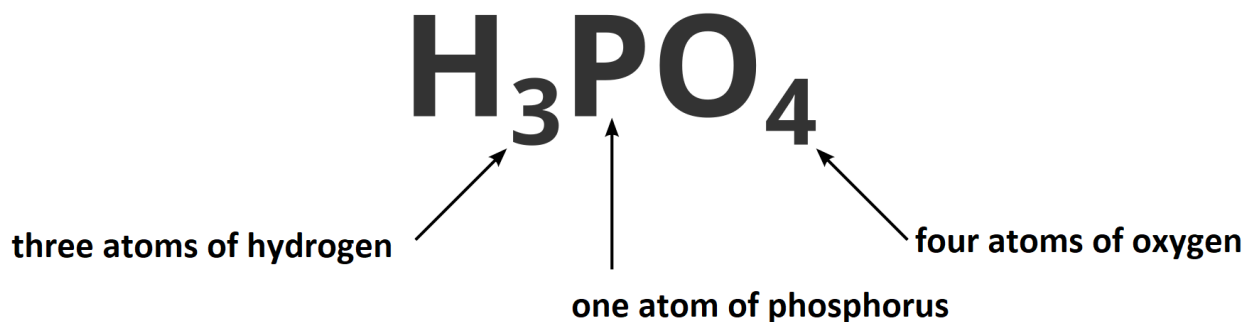
For example, the molecular weight of nitrogen is made up of diatomic molecules with the formula  $N_2$  is as follows:

$$2 \cdot \text{atomic weight of nitrogen} = 2 \cdot 14 \text{ u} = 28 \text{ u}$$

Name of the elements	Structure of a molecule	Calculations of molecular weight	Molecular weight [u]
nitrogen	$N_2$	$2 \cdot \text{atomic weight of nitrogen} = 2 \cdot 14 \text{ u}$	28
oxygen	$O_2$	$2 \cdot \text{atomic weight of oxygen} = 2 \cdot 16 \text{ u}$	32
fluorine	$F_2$	$2 \cdot \text{atomic weight of fluorine} = 2 \cdot 19 \text{ u}$	38
chlorine	$Cl_2$	$2 \cdot \text{atomic weight of chlorine} = 2 \cdot 35.5 \text{ u}$	71
bromine	$Br_2$	$2 \cdot \text{atomic weight of bromine} = 2 \cdot 80 \text{ u}$	160
iodine	$I_2$	$2 \cdot \text{atomic weight of iodine} = 2 \cdot 127 \text{ u}$	254
phosphorus	$P_4$	$4 \cdot \text{atomic weight of sulphur} = 4 \cdot 31 \text{ u}$	124
sulphur	$S_8$	$8 \cdot \text{atomic weight of sulphur} = 8 \cdot 32 \text{ u}$	256

## How to calculate the ratio of the number of atoms in individual elements in a chemical compound?

The ratio of the number of atoms (or ions) of individual elements in given compound is determined based on molecular formula of a chemical compound. For example, in hydrogen chloride with the following molecular formula:  $HCl$  there is one atom of hydrogen per one atom of chlorine. The ratio of hydrogen atoms to chlorine atoms is 1 : 1. In case of water with molecular formula  $H_2O$ , the ratio of hydrogen atoms to oxygen atoms is 2 : 1.



the number of hydrogen atoms : the number of phosphorus atoms : the number of oxygen atoms  
**3** : **1** : **4**

Source: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Chemical formula of a compound	Name of the compound	Type of numerical ratio
NaCl	sodium chloride	number of Na cations : number of Cl anions
AlCl <sub>3</sub>	aluminium chloride	number of Al cations : number of Cl anions
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	sulphuric acid	number of H atoms : number of S atoms : number of O atoms
C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	sucrose	number of C atoms : number of S atoms : number of H atoms

Using the term “atom” to describe the numerical ratio would not be a big mistake, regardless of the compound type (covalent or ionic one).

## How to calculate the mass ratio of individual elements in a chemical compound?

A molecular formula of a chemical compound contains information about elements that form this compound and quantitative ratio in which they bond with each other. If you know these information, it is easy to calculate [mass ratio](#) of individual elements. This value is defined as the ratio of atomic weights of individual elements that form given chemical compound. In a hydrogen chloride with a formula HCl there is one atom of hydrogen with atomic weight

of 1 u and one atom of chlorine with atomic weight of 35.5 u. The mass ratio of hydrogen to chlorine in a hydrogen chloride molecule amounts to 1 : 35.5.

In a compound with general formula:



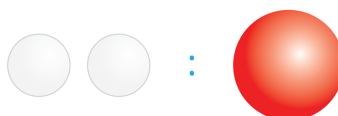
the mass ratio is as follows:

$x \cdot \text{atomic weight of element A} : y \cdot \text{atomic weight of element B}$

#### The mass ratio of elements in water



mass of hydrogen : mass of oxygen



$$2 \cdot 1u : 16u$$

$$2 : 16$$

$$1 : 8$$

Source: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Chemical formula of a compound	Name of the compound	Expression of mass ratio ( $A_r$ - atomic weight)	Mass ratio
NaCl	sodium chloride	$A_r(\text{Na}) : A_r(\text{Cl})$	23 : 35.5
AlCl <sub>3</sub>	aluminium chloride	$A_r(\text{Al}) : 3 \cdot A_r(\text{Cl})$	27 : 106.5
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	sulphuric acid	$2 \cdot A_r(\text{H}) : A_r(\text{S}) : 4 \cdot A_r(\text{O})$	$2 : 32 : 64 = 1 : 16 : 32$
C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub>	sucrose	$12 \cdot A_r(\text{C}) : 22 \cdot A_r(\text{H}) : 11 \cdot A_r(\text{O})$	$144 : 22 : 176 = 72 : 11 : 88$

## Task 2

Watch the presentation “Molecular weights of selected chemical compounds”. Write down your conclusions and summary when you analyse the animation with your teacher.

# Molecular weights of selected chemical compounds



Molecular weights of selected chemical compounds

Source: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

### Observations

---

---

### Conclusions

---

---

### Exercise 1

Select the correct answer. The molecular weight of chlorine ( $\text{Cl}_2$ ) is:

- 35,5u
- 36u
- 71u
- 72u

### Exercise 2

Select the correct answer. The molecular weight of aluminum hydroxide ( $\text{Al(OH)}_3$ ) is:

- 78u
- 75u
- 44u
- 46u

### Exercise 3

Select the correct answer. The molecular weight of iron(III) sulphide ( $\text{Fe}_2\text{S}_3$ ) is:

- 88u
- 208u
- 144u
- 152u

### Exercise 4

Find out which chemical element is denoted by letter X, if you know that molecular weight of its oxide with a formula  $\text{X}_2\text{O}_5$  amounts to 108 u.

## Summary

- Molecular weight, mass ratio of individual chemical elements and percentage content of these elements can be calculated based on formula of given chemical compound.
- Molecular weight of chemical compound is equal to the total weight of atoms of elements making up the molecule (if it is a covalent compound) or the smallest set of repetitive ions (if it is an ionic compound). It is expressed using atomic mass units.
- The mass ratio of individual elements making up a chemical compound is called mass ratio.

## Homework

### Task 3.1

Arrange chemical compounds listed below by growing molecular weights:  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ .

## Keywords

molecular weight of an element, molecular mass of a chemical compound, mass ratio of elements

## Glossary

**molecular weight of an element**

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Nagranie dźwiękowe słówka

---

**masa cząsteczkowa pierwiastka** – masa cząsteczki pierwiastka chemicznego wyrażona w atomowych jednostkach masy

**molecular mass of a chemical compound**

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Nagranie dźwiękowe słówka

---

**masa cząsteczkowa związku chemicznego** – masa cząsteczki (związek kowalencyjny) bądź najmniejszego zbioru powtarzających się jonów o przeciwnych znakach (związek jonowy) wyrażona w atomowych jednostkach masy

**mass ratio of elements**

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

nagranie dźwiękowe słówka

---

**stosunek masowy pierwiastków** – stosunek mas poszczególnych pierwiastków wchodzących w skład związku chemicznego

**percentage of an element in a compound**

Nagranie dostępne na portalu [epodreczniki.pl](http://epodreczniki.pl)

Nagranie dźwiękowe słówka.

---

**zawartość procentowa pierwiastka w związku** – udział masowy danego pierwiastka w związku chemicznym; stosunek masy atomów pierwiastka w najmniejszej strukturze związku chemicznego do masy cząsteczkowej związku pomnożony przez 100%; za najmniejszą część związku chemicznego uważa się cząsteczkę (w przypadku związków kowalencyjnych) bądź najmniejszy zbiór powtarzających się jonów (w związku o budowie jonowej)

# Lesson plan (Polish)

---

## Temat: Obliczanie mas cząsteczkowych

### Adresat

Uczeń szkoły podstawowej (klasy 7. i 8.)

### Podstawa programowa

Szkoła podstawowa. Chemia.

III. Reakcje chemiczne. Uczeń:

6) oblicza masy cząsteczkowe pierwiastków występujących w formie cząsteczek i związków chemicznych.

### Ogólny cel kształcenia

Uczeń oblicza masy cząsteczkowe

### Kompetencje kluczowe

- porozumiewanie się w języku ojczystym;
- porozumiewanie się w językach obcych;
- kompetencje matematyczne i podstawowe kompetencje naukowo-techniczne;
- kompetencje informatyczne;
- umiejętność uczenia się.

### Kryteria sukcesu

#### Uczeń nauczy się:

- obliczać masę cząsteczkową prostych związków chemicznych;
- określać stosunki masowe pierwiastków w związkach chemicznych;
- ustalać skład procentowy związku chemicznego.

### Metody/techniki kształcenia

- **podające**
  - pogadanka.
- **aktywizujące**
  - dyskusja.
- **programowane**
  - z użyciem komputera;
  - z użyciem e-podręcznika.

- **praktyczne**
  - ćwiczeń przedmiotowych.

### **Formy pracy**

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

### **Środki dydaktyczne**

- e-podręcznik;
- zeszyt i kredki lub pisaki;
- tablica interaktywna, tablety/komputery;
- metodnik lub kartki zielone, żółte i czerwone;
- układ okresowy pierwiastków.

### **Przebieg lekcji**

#### **Faza wstępna**

1. Nauczyciel rozdaje uczniom metodniki lub kartki w trzech kolorach: zielonym, żółtym i czerwonym do zastosowania w pracy techniką świateł drogowych. Przedstawia cele lekcji sformułowane w języku ucznia na prezentacji multimedialnej oraz omawia kryteria sukcesu (może przesłać uczniom cele lekcji i kryteria sukcesu pocztą elektroniczną lub zamieścić je np. na Facebooku, dzięki czemu uczniowie będą mogli prowadzić ich portfolio).
2. Prowadzący wspólnie z uczniami ustala – na podstawie wcześniej zaprezentowanych celów lekcji – co będzie jej tematem, po czym zapisuje go na tablicy interaktywnej/tablicy kredowej. Uczniowie przepisują temat do zeszytu.

#### **Faza realizacyjna**

1. Nauczyciel, wprowadzając uczniów w temat zajęć, omawia pojęcie masy atomu. Podaje jej przybliżoną wartość i jednostkę, w jakiej się ją wyraża. Informuje, że masy atomowe zaokrągla się do liczb całkowitych – z wyjątkiem chloru (35,5 u) i miedzi (63,5 u). Tłumaczy, dlaczego atomy tego samego pierwiastka mogą różnić się od siebie masą. Podkreśla, że masa atomowa pierwiastka w układzie okresowym jest średnią masą atomową oraz jest dla konkretnego pierwiastka jego cechą charakterystyczną, po której można go zidentyfikować. Pracując z aktywnym układem pierwiastków, uczniowie ćwiczą odczytywanie mas atomowych.
2. Nauczyciel omawia zasady obliczania mas cząsteczkowych pierwiastków i związków chemicznych. Wyjaśnia, czym jest masa cząsteczkowa.

3. Prowadzący zajęcia tłumaczy, kiedy należy posługiwać się pojęciem masy cząsteczkowej pierwiastków chemicznych – prezentuje na tablicy sposób obliczania mas cząsteczkowych niektórych pierwiastków, np. wodoru –  $H_2$ , tlenu –  $O_2$ , azotu –  $N_2$ , ozonu –  $O_3$ , fosforu –  $P_4$ , siarki –  $S_8$ , chloru –  $Cl_2$ , bromu –  $Br_2$ , fluoru –  $F_2$ , jodu –  $I_2$ . Po omówieniu np. 2-3 przykładów prosi chętnych do tablicy, by rozwiązywali kolejne zadania związane z obliczaniem mas cząsteczkowych pierwiastków chemicznych. Pozostali uczniowie wykonują obliczenia w zeszytach.
4. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej prezentację „Masy cząsteczkowe wybranych związków chemicznych” z abstraktu i wspólnie z uczniami analizuje kilka przykładów. Następnie uczniowie zapisują w formularzu swoje obserwacje i wnioski.
5. Nauczyciel podaje wzory przykładowych związków chemicznych – chętni podchodzą do tablicy i obliczają masy cząsteczkowe. Jako przykłady nauczyciel może zaproponować:  $H_2SO_3$ ,  $H_2S$ ,  $H_2CO_3$ ,  $HNO_3$ ,  $Fe(OH)_3$ ,  $Cu(OH)_2$ ,  $NH_3$
6. Pod koniec lekcji nauczyciel prosi uczniów o wykonanie ćwiczenia interaktywnego – praca indywidualna.

### Faza podsumowująca

1. Nauczyciel prosi uczniów o rozwinięcie zdań:
  - o Dziś nauczyłem się...
  - o Zrozumiałem, że...
  - o Zaskoczyło mnie...
  - o Dowiedziałem się...

W celu przeprowadzenia podsumowania może posłużyć się tablicą interaktywną w abstrakcie lub polecić uczniom pracę z nią

### Praca domowa

1. Odsłuchaj w domu nagrania abstraktu. Zwróć uwagę na wymowę, akcent i intonację. Naucz się prawidłowo wymawiać poznane na lekcji słówka.
2. Wykonaj w domu notatkę z lekcji metodą sketchnotingu.

## W tej lekcji zostaną użyte m.in. następujące pojęcia oraz nagrania

### Pojęcia

molecular weight of an element

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Nagranie dźwiękowe słówka

---

**masa cząsteczkowa pierwiastka** – masa cząsteczki pierwiastka chemicznego wyrażona w atomowych jednostkach masy

**molecular mass of a chemical compound**

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Nagranie dźwiękowe słówka

---

**masa cząsteczkowa związku chemicznego** – masa cząsteczki (związek kowalencyjny) bądź najmniejszego zbioru powtarzających się jonów o przeciwnych znakach (związek jonowy) wyrażona w atomowych jednostkach masy

**mass ratio of elements**

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

nagranie dźwiękowe słówka

---

**stosunek masowy pierwiastków** – stosunek mas poszczególnych pierwiastków wchodzących w skład związku chemicznego

**percentage of an element in a compound**

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Nagranie dźwiękowe słówka.

---

**zawartość procentowa pierwiastka w związku** – udział masowy danego pierwiastka w związku chemicznym; stosunek masy atomów pierwiastka w najmniejszej strukturze związku chemicznego do masy cząsteczkowej związku pomnożony przez 100%; za najmniejszą część związku chemicznego uważa się cząsteczkę (w przypadku związków kowalencyjnych) bądź najmniejszy zbiór powtarzających się jonów (w związku o budowie jonowej)

## Teksty i nagrania

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Nagranie dźwiękowe abstraktu.

---

## How to calculate molecular weight

The atomic weight is very small and constitutes only a small part of gram (approx.  $10^{-24}$  g). That is why it is expressed using atomic mass units, called the units. One unit is equal to 0.000000000000000000000000166 g ( $1.66 \cdot 10^{-24}$  g).

Atoms of the same element may differ in their weight as there are certain varieties with different number of neutrons in nucleus. That is why atomic weight of an element is the weighted average of its isotopic masses. In order to calculate it, the percentage of isotopes of a given element is taken into account. The average atomic weights of elements are listed in the periodic table.

The atomic weight is a unique feature of given element and there are no two different elements with the same atomic weight. That is why if you know atomic weight, you can identify the element.

Chemical compounds are made of molecules or form crystal structure with ions in a specific quantitative ratio. Molecular formula of a compound shows molecular structure of a molecule or – if it is an ionic compound – it corresponds to the simplest stoichiometric ratio of ions present in this compound. The mass of these smallest structures of chemical compounds, expressed using atomic mass units, is called molecular weight. Although the term consists of a “molecular” part, its scope is not limited only to molecular compounds but also covers ionic compounds.

The molecular weight of a chemical compound is equal to the sum of atomic weights of elements forming the smallest structure of a chemical compound that is described using the chemical formula.

atomic weight of chlorine = 35.5 u

atomic weight of copper = 63.5 u

When making approximations, you have to follow certain rules:

If the first decimal digit is less than 5, all decimal digits are rejected, for example:

atomic weight of magnesium = 24.31 u  $\approx$  24 u

If the first decimal digit is greater than 5, the number corresponding to a unit is increased by 1, for example:

atomic weight of lithium = 6.94u  $\approx$  7u

In case of chlorine and copper the first decimal digit is equal to 5 (their atomic weights are not rounded up to integers).

Some chemical elements, such as: hydrogen, nitrogen, oxygen, fluorine, chlorine, bromine or iodine, occur in the form of diatomic molecules. In order to determine their weight, we use molecular weight of an element. The molecular weight of a chemical element is a product of its atomic weight and a number of atoms that make up a molecule.

For example, the molecular weight of nitrogen is made up of diatomic molecules with the formula  $N_2$  is as follows:

$$2 \cdot \text{atomic weight of nitrogen} = 2 \cdot 14 \text{ u} = 28 \text{ u}$$

The ratio of the number of atoms (or ions) of individual elements in given compound is determined based on molecular formula of a chemical compound. For example, in hydrogen chloride with the following molecular formula:  $HCl$  there is one atom of hydrogen per one atom of chlorine. The ratio of hydrogen atoms to chlorine atoms is 1 : 1. In case of water with molecular formula  $H_2O$ , the ratio of hydrogen atoms to oxygen atoms is 2 : 1.

Using the term “atom” to describe the numerical ratio would not be a big mistake, regardless of the compound type (covalent or ionic one).

A molecular formula of a chemical compound contains information about elements that form this compound and quantitative ratio in which they bond with each other. If you know these information, it is easy to calculate mass ratio of individual elements. This value is defined as the ratio of atomic weights of individual elements that form given chemical compound. In a hydrogen chloride with a formula  $HCl$  there is one atom of hydrogen with atomic weight of 1 u and one atom of chlorine with atomic weight of 35.5 u. The mass ratio of hydrogen to chlorine in a hydrogen chloride molecule amounts to 1 : 35.5.

In a compound with general formula:



the mass ratio is as follows:

$$x \cdot \text{atomic weight of element A} : y \cdot \text{atomic weight of element B}$$

- Molecular weight, mass ratio of individual chemical elements and percentage content of these elements can be calculated based on formula of given chemical compound.
- Molecular weight of chemical compound is equal to the total weight of atoms of elements making up the molecule (if it is a covalent compound) or the smallest set of repetitive ions (if it is an ionic compound). It is expressed using atomic mass units.
- The mass ratio of individual elements making up a chemical compound is called mass ratio.

# Lesson plan (English)

---

**Topic: How to calculate molecular weight**

**Target group**

Elementary school student (grades 7. and 8.)

**Core curriculum**

Elementary school. Chemistry.

III. Chemical reactions. Pupil:

6) calculates molecular masses of elements occurring in the form of molecules and chemical compounds.

**General aim of education**

The student calculates molecular masses

**Key competences**

- communication in the mother tongue;
- communication in foreign languages;
- mathematical competence and basic competences in science and technology;
- digital competence;
- learning to learn.

**Criteria for success**

**The student will learn:**

- calculate the molecular mass of simple chemical compounds;
- determine the mass ratios of elements in chemical compounds;
- determine the percentage composition of the chemical compound.

**Methods/techniques**

- **expository**
  - talk.
- **activating**
  - discussion.
- **programmed**
  - with computer;
  - with e-textbook.

- **practical**
  - exercises concerned.

### **Forms of work**

- individual activity;
- activity in pairs;
- activity in groups;
- collective activity.

### **Teaching aids**

- e-textbook;
- notebook and crayons/felt-tip pens;
- interactive whiteboard, tablets/computers;
- methodician or green, yellow and red cards;
- periodic table of elements.

### **Lesson plan overview**

#### **Introduction**

1. The teacher hands out Methodology Guide or green, yellow and red sheets of paper to the students to be used during the work based on a traffic light technique. He presents the aims of the lesson in the student's language on a multimedia presentation and discusses the criteria of success (aims of the lesson and success criteria can be send to students via e-mail or posted on Facebook, so that students will be able to manage their portfolio).
2. The teacher together with the students determines the topic – based on the previously presented lesson aims – and then writes it on the interactive whiteboard/blackboard. Students write the topic in the notebook.

#### **Realization**

1. The teacher, introducing students to the subject of classes, discusses the concept of mass of an atom. He gives her the approximate value and the unit in which it is expressed. Informs that atomic masses are rounded to whole numbers - except for chlorine (35.5 u) and copper (63.5 u). He explains why atoms of the same element can differ from each other by mass. He emphasizes that the atomic mass of the element in the periodic table is the average atomic mass and is a characteristic feature of a given element, after which it can be identified. Working with the active element system, students practice the reading of atomic masses.
2. The teacher discusses the rules for calculating molecular masses of elements and chemical compounds. He explains what molecular weight is.

3. The lecturer explains when the concept of molecular weight of chemical elements should be used - it presents the method of calculating the molecular weights of some elements, eg hydrogen -  $H_2$ , oxygen -  $O_2$ , nitrogen -  $N_2$ , ozone -  $O_3$ , phosphorus -  $P_4$ , sulfur -  $S_8$ , chlorine -  $Cl_2$ , bromine -  $Br_2$ , fluorine -  $F_2$ , iodine -  $I_2$ . After discussing, for example, 2-3 examples, he asks those willing to the table to solve further tasks related to the calculation of molecular masses of chemical elements. Other students perform calculations in notebooks.
4. The teacher displays on the multimedia board the presentation „Molecular weights of selected chemical compounds” from abstract and together with students they analyze several examples. Then the students write their observations and conclusions on the form.
5. The teacher gives examples of chemical compounds - those who are willing to approach the table and calculate molecular masses. As examples, the teacher may suggest:  $H_2SO_3$ ,  $H_2S$ ,  $H_2CO_3$ ,  $HNO_3$ ,  $Fe(OH)_3$ ,  $Cu(OH)_2$ ,  $NH_3$
6. At the end of the lesson, the teacher asks students to do an interactive exercise - individual work.

## Summary

1. The teacher asks the students to finish the following sentences:
  - o Today I learned ...
  - o I understood that ...
  - o It surprised me ...
  - o I found out ...

The teacher can use the interactive whiteboard in the abstract or instruct students to work with it

## Homework

1. Listen to the abstract recording at home. Pay attention to pronunciation, accent and intonation. Learn to pronounce the words learned during the lesson.
2. Make at home a note from the lesson using the sketchnoting method.

## The following terms and recordings will be used during this lesson

### Terms

molecular weight of an element

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](https://epodreczniki.pl)

Nagranie dźwiękowe słówka

---

**masa cząsteczkowa pierwiastka** – masa cząsteczki pierwiastka chemicznego wyrażona w atomowych jednostkach masy

**molecular mass of a chemical compound**

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Nagranie dźwiękowe słówka

---

**masa cząsteczkowa związku chemicznego** – masa cząsteczki (związek kowalencyjny) bądź najmniejszego zbioru powtarzających się jonów o przeciwnych znakach (związek jonowy) wyrażona w atomowych jednostkach masy

**mass ratio of elements**

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

nagranie dźwiękowe słówka

---

**stosunek masowy pierwiastków** – stosunek mas poszczególnych pierwiastków wchodzących w skład związku chemicznego

**percentage of an element in a compound**

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Nagranie dźwiękowe słówka.

---

**zawartość procentowa pierwiastka w związku** – udział masowy danego pierwiastka w związku chemicznym; stosunek masy atomów pierwiastka w najmniejszej strukturze związku chemicznego do masy cząsteczkowej związku pomnożony przez 100%; za najmniejszą część związku chemicznego uważa się cząsteczkę (w przypadku związków kowalencyjnych) bądź najmniejszy zbiór powtarzających się jonów (w związku o budowie jonowej)

## Texts and recordings

[Nagranie dostępne na portalu epodreczniki.pl](#)

Nagranie dźwiękowe abstraktu.

---

## How to calculate molecular weight

The atomic weight is very small and constitutes only a small part of gram (approx.  $10^{-24}$  g). That is why it is expressed using atomic mass units, called the units. One unit is equal to 0.000000000000000000000000166 g ( $1.66 \cdot 10^{-24}$  g).

Atoms of the same element may differ in their weight as there are certain varieties with different number of neutrons in nucleus. That is why atomic weight of an element is the weighted average of its isotopic masses. In order to calculate it, the percentage of isotopes of a given element is taken into account. The average atomic weights of elements are listed in the periodic table.

The atomic weight is a unique feature of given element and there are no two different elements with the same atomic weight. That is why if you know atomic weight, you can identify the element.

Chemical compounds are made of molecules or form crystal structure with ions in a specific quantitative ratio. Molecular formula of a compound shows molecular structure of a molecule or – if it is an ionic compound – it corresponds to the simplest stoichiometric ratio of ions present in this compound. The mass of these smallest structures of chemical compounds, expressed using atomic mass units, is called molecular weight. Although the term consists of a “molecular” part, its scope is not limited only to molecular compounds but also covers ionic compounds.

The molecular weight of a chemical compound is equal to the sum of atomic weights of elements forming the smallest structure of a chemical compound that is described using the chemical formula.

atomic weight of chlorine = 35.5 u

atomic weight of copper = 63.5 u

When making approximations, you have to follow certain rules:

If the first decimal digit is less than 5, all decimal digits are rejected, for example:

atomic weight of magnesium = 24.31 u  $\approx$  24 u

If the first decimal digit is greater than 5, the number corresponding to a unit is increased by 1, for example:

atomic weight of lithium = 6.94u  $\approx$  7u

In case of chlorine and copper the first decimal digit is equal to 5 (their atomic weights are not rounded up to integers).

Some chemical elements, such as: hydrogen, nitrogen, oxygen, fluorine, chlorine, bromine or iodine, occur in the form of diatomic molecules. In order to determine their weight, we use molecular weight of an element. The molecular weight of a chemical element is a product of its atomic weight and a number of atoms that make up a molecule.

For example, the molecular weight of nitrogen is made up of diatomic molecules with the formula  $N_2$  is as follows:

$$2 \cdot \text{atomic weight of nitrogen} = 2 \cdot 14 \text{ u} = 28 \text{ u}$$

The ratio of the number of atoms (or ions) of individual elements in given compound is determined based on molecular formula of a chemical compound. For example, in hydrogen chloride with the following molecular formula:  $HCl$  there is one atom of hydrogen per one atom of chlorine. The ratio of hydrogen atoms to chlorine atoms is 1 : 1. In case of water with molecular formula  $H_2O$ , the ratio of hydrogen atoms to oxygen atoms is 2 : 1.

Using the term “atom” to describe the numerical ratio would not be a big mistake, regardless of the compound type (covalent or ionic one).

A molecular formula of a chemical compound contains information about elements that form this compound and quantitative ratio in which they bond with each other. If you know these information, it is easy to calculate mass ratio of individual elements. This value is defined as the ratio of atomic weights of individual elements that form given chemical compound. In a hydrogen chloride with a formula  $HCl$  there is one atom of hydrogen with atomic weight of 1 u and one atom of chlorine with atomic weight of 35.5 u. The mass ratio of hydrogen to chlorine in a hydrogen chloride molecule amounts to 1 : 35.5.

In a compound with general formula:



the mass ratio is as follows:

$$x \cdot \text{atomic weight of element A} : y \cdot \text{atomic weight of element B}$$

- Molecular weight, mass ratio of individual chemical elements and percentage content of these elements can be calculated based on formula of given chemical compound.
- Molecular weight of chemical compound is equal to the total weight of atoms of elements making up the molecule (if it is a covalent compound) or the smallest set of repetitive ions (if it is an ionic compound). It is expressed using atomic mass units.
- The mass ratio of individual elements making up a chemical compound is called mass ratio.