

Atoms, Molecules and Formulae

परमाणु, अणु और रासायनिक सूत्र

English text · हिन्दी पाठ follows in the second part

Read a formula as a description

A formula is a compact description, not a bag of letters to rearrange. In this lesson you will identify atoms, molecules and ions; read grouped formulae; build simple neutral ionic formulae from supplied charges; and calculate the mass represented by a formula.

Recall the previous lesson: an element, compound and mixture are composition categories. Here we add a second level of language about their constituent particles. Only whole-number counting, multiplication and simple signed sums are needed. Charges and atomic masses needed in questions are supplied. We will explain where charges come from in the next lesson; you do not need an unexplained shell diagram to begin.

1. Atom, molecule and ion do different jobs

An **atom** is a basic unit associated with an element. An element's identity is determined by its atoms' proton number, which the next lesson explains. Some elemental gases, such as helium, occur as separate atoms. Many other substances contain atoms bonded to other atoms.

A **molecule** is a discrete, electrically neutral group of two or more bonded atoms. O_2 contains two oxygen atoms, so it is a molecule of an **element**. CO_2 contains carbon and oxygen atoms, so it is a molecule of a **compound**. The number of atoms does not decide element versus compound; the number of different elements does. O_2 and O_3 both contain only oxygen, although their molecules differ.

An **ion** has a net electrical charge. A positive ion is a **cation** and a negative ion an **anion**. At this stage, treat the written charge as supplied information. For a simple atom, losing negatively charged electrons makes a positive ion; gaining them makes a negative ion. The detailed proton/electron accounting follows in the next lesson.

An ion may be a single atom, as in Na^+ or Cl^- , or a bonded group, such as NH_4^+ , NO_3^- or SO_4^{2-} . A group carrying charge is a **polyatomic ion**, not a neutral molecule. NH_4^+ has one nitrogen and four hydrogen atoms and a total charge of +1 on the group; it is not four separate hydrogen ions. The name chloride refers to Cl^- , whereas chlorine names the element.

A compound need not contain separate molecules

In solid sodium chloride, sodium and chloride ions form an extended repeating crystal. $NaCl$ states the simplest 1:1 ratio of Na^+ to Cl^- . A **formula unit** expresses that ionic composition ratio; it is not a tiny isolated $NaCl$ molecule. A pure ionic compound can therefore contain more than one kind of ion while still being one chemical substance.

Figure CF2-V01. Four kinds of description

Label	Visible model or formula	Meaning
Helium	He · He · He, with no bonds between them	Separate atoms; dots here are separators
Oxygen	[O ₂] [O ₂]	Each bracketed group is a neutral molecule of an element
Nitrate	NO ₃ ⁻ : N = 1, O = 3, net charge = -1	One polyatomic ion
Solid sodium chloride	Repeating Na ⁺ / Cl ⁻ pattern below	Formula NaCl records a 1:1 ion ratio

A cropped ionic pattern, continuing beyond its edges:

... Na⁺ Cl⁻ Na⁺ Cl⁻ ...
 ... Cl⁻ Na⁺ Cl⁻ Na⁺ ...
 ... Na⁺ Cl⁻ Na⁺ Cl⁻ ...

The whole repeating pattern is the crystal model; do not isolate each adjacent Na⁺/Cl⁻ pair as a molecule. The two-dimensional sketch shows neither actual scale nor full three-dimensional coordination. The brackets around O₂ mark a discrete group; NaCl's formula unit is a composition ratio, not such a packet.

2. Learn what each position in the notation means

Symbols are case-sensitive. The first letter is uppercase and a second letter, if present, is lowercase. Co is cobalt; CO is a formula containing carbon and oxygen. Cl is chlorine's symbol; it must not be rendered as capital C followed by capital I.

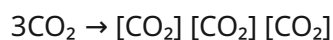
A **subscript** is the small number below the line after an element or a bracketed group. No written subscript means one. A charge is written above the line, such as the 2⁻ in SO₄²⁻; it is not an extra atom count. A **coefficient** is the ordinary-sized number before the entire formula, such as the 3 in 3CO₂.

Worked case CF02-A: amount versus identity

Compare 3CO₂, CO and C + O₂.

- One CO₂ molecule has one carbon and two oxygen atoms.
- 3CO₂ represents three such molecules: carbon count = 3×1 = 3; oxygen count = 3×2 = 6. The coefficient repeats the whole group.
- CO names a different compound, with a different carbon-to-oxygen atom ratio. Changing the subscript changes the described substance.
- C + O₂ lists separate substances. The plus sign does not by itself join atoms into CO₂.

Figure CF2-V02. The outside number repeats the whole group



What is counted?	Calculation	Total
Molecules	3 complete groups	3
C atoms	3×1	3
O atoms	3×2	6
All represented atoms	$3 + 6$	9

The coefficient is the outside 3; the subscript is the small 2 inside CO_2 . The molecule count and atom count are different quantities.

For an ionic compound, the same coefficient rule counts represented formula units. It still does not claim that each formula unit is a physically separate molecule.

3. Build ionic formulae by cancelling charge

A neutral ionic compound has total positive charge equal in magnitude to total negative charge. Write the cation first, then the anion. Choose the **smallest whole-number ratio** of those ions that makes the total zero.

A compact reference set for this lesson is: Na^+ and K^+ ; Mg^{2+} and Ca^{2+} ; Al^{3+} ; Cl^- , O^{2-} and N^{3-} ; OH^- , NO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} and NH_4^+ . These are identities and charges used here, not an unbounded memorisation list. New or variable charges must be supplied in a question.

Worked case CF02-B: neutral first, shortcut second

You are given Mg^{2+} and N^{3-} . A magnesium ion contributes +2; a nitride ion contributes -3.

Try before the answer: One of each gives $+2-3 = -1$. What small total could both charge magnitudes reach?

Resolved: Six. Three Mg^{2+} ions give +6 and two N^{3-} ions give -6. Thus the ratio is 3:2 and the formula is **Mg_3N_2** . Check: $3 \times (+2) + 2 \times (-3) = 0$.

Now change the supplied anion to O^{2-} . One Mg^{2+} and one O^{2-} already cancel, so the formula is **MgO** , not unreduced Mg_2O_2 . The 2:2 counts have zero charge but are not the smallest ratio.

Crossing charge magnitudes can be a convenient memory aid for the numbers, but it comes **after** understanding neutrality. Reduce a common factor and recheck the charge. Do not cross signs into a neutral formula. This method handles the stated ions; it is not a universal method for predicting every compound that could exist.

Worked case CF02-C: keep a polyatomic group intact

You are given Ca^{2+} and OH^- . One calcium ion needs two hydroxide ions: $+2 + 2 \times (-1) = 0$. Write **$\text{Ca}(\text{OH})_2$** . The parentheses show that the whole OH group occurs twice.

One formula unit represents Ca = 1, O = 2 and H = 2. For **2Ca(OH)₂**, the leading coefficient doubles the entire inventory: Ca = 2, O = 4 and H = 4. Writing CaOH₂ would fail to repeat the O with the H and would not preserve two hydroxide groups.

Figure CF2-V03. Charge ledger, then atom ledger

Supplied ion	Number of ions	Total charge
Mg ²⁺	3	+6
N ³⁻	2	-6
Combined Mg ₃ N ₂	3:2 ratio	0
Ca ²⁺	1	+2
OH ⁻	2	-2
Combined Ca(OH) ₂	1:2 ratio	0

Then count what the formula represents:

Expression	Ca atoms	O atoms	H atoms
Ca(OH) ₂	1	2	2
2Ca(OH) ₂	2	4	4

Ion count, charge total and atom count have their own labels. Do not add them as though they were the same quantity.

4. Valency is not the same as signed charge

Valency means combining capacity in the elementary model and is written as a nonnegative number. An ion's **charge** has a sign. The number of **valence electrons** is another quantity; it will be explained with atomic structure. Do not treat all three as interchangeable.

Using supplied simple valencies, oxygen's combining capacity 2 and hydrogen's 1 are consistent with H₂O: one oxygen combines with two hydrogen atoms. This is useful for introductory formula patterns. It does not make valency a unique predictor of every molecular formula, structure or bond arrangement.

The reduction to a smallest ionic ratio has a strict limit. A supplied molecular formula **H₂O₂** describes two hydrogen and two oxygen atoms in a molecule of hydrogen peroxide. Reducing its subscripts to HO would change the stated molecular formula. 'Always reduce every chemical formula' is therefore a false rule. You may recognise a simple ratio, but a molecular formula states the actual atom counts in the molecule.

No experiment or preparation is implied by these examples. We are interpreting chemical language.

5. Add the masses represented by the formula

The unit **u** is a very small mass unit useful for atoms and molecules. In the calculation exercises here, each atomic mass is supplied in u and school-rounded values are used. Follow those given values; do not substitute atomic number or mass number. The next lesson separates those quantities and explains noninteger tabulated atomic masses.

For a discrete molecule, the sum is its **molecular mass**. For an ionic compound, use **formula-unit mass** for the sum represented by its simplest formula unit. If the term relative atomic or molecular mass is used elsewhere, that is a ratio and has no unit; here we explicitly calculate masses in u.

Worked case CF02-D: same counting method, different particle language

Ethanol's molecular formula is supplied as **C₂H₆O**. Its structure is not being derived here. Given C = 12 u, H = 1 u and O = 16 u:

- carbon contributes $2 \times 12 = 24$ u
- hydrogen contributes $6 \times 1 = 6$ u
- oxygen contributes $1 \times 16 = 16$ u
- molecular mass = $24 + 6 + 16 = 46$ u

For ionic **CaCO₃**, given Ca = 40 u, C = 12 u and O = 16 u, formula-unit mass = $40 + 12 + 3 \times 16 = 100$ u. Calling it the mass of a separate 'CaCO₃ molecule' would give the wrong structural picture even if the addition were correct.

Figure CF2-V04. Mass comes from the atom inventory

Formula	Element	Count	Supplied mass	Contribution
C ₂ H ₆ O	C	2	12 u	24 u
C ₂ H ₆ O	H	6	1 u	6 u
C ₂ H ₆ O	O	1	16 u	16 u
CaCO ₃	Ca	1	40 u	40 u
CaCO ₃	C	1	12 u	12 u
CaCO ₃	O	3	16 u	48 u

C₂H₆O: **molecular mass = 46 u**. CaCO₃: **formula-unit mass = 100 u**.

A subscript is a multiplier, not a mass to add directly. Do not label 46 u as 46 g without conversion. An individual particle's mass can be expressed in grams after a correct conversion, but this lesson does not require that conversion or the mole concept.

A four-step self-check

1. What is being described: atom, molecule, ion or an ionic formula ratio?
2. Which numbers are charges, inside subscripts, bracket subscripts or outside coefficients?
3. For a proposed ionic formula, is charge zero and is the ratio reduced without changing an ion?
4. For a mass calculation, did you count every represented atom and name the quantity appropriately?

Check your reasoning

Try these five questions before the explanations. They are free, untimed learning checks with no negative marking, not an official paper. Charges and masses supplied in the question take precedence over guessed memory.

1. Use these descriptions: helium has separate He atoms; oxygen has O₂ groups; NO₃⁻ carries a net negative charge; solid NaCl is an extended ionic crystal. Which complete interpretation is correct?
 - A. He: atom; O₂: molecule of an element; NO₃⁻: polyatomic ion; NaCl: formula giving an ionic ratio
 - B. He: atom; O₂: molecule of a compound; NO₃⁻: polyatomic ion; NaCl: formula giving an ionic ratio
 - C. He: atom; O₂: molecule of an element; NO₃⁻: neutral molecule; NaCl: formula giving an ionic ratio
 - D. He: atom; O₂: molecule of an element; NO₃⁻: polyatomic ion; NaCl: an isolated molecule in this solid
2. In the formula expression 3Al(OH)₃, how many atoms of Al, O and H are represented in total?
 - A. Al = 3, O = 3, H = 3
 - B. Al = 1, O = 9, H = 9
 - C. Al = 3, O = 9, H = 9
 - D. Al = 3, O = 3, H = 9
3. Calcium ions are Ca²⁺ and oxide ions are O²⁻. Which neutral ionic formula expresses the smallest whole-number ratio of these ions?
 - A. Ca₂O₂
 - B. CaO
 - C. CaO₂
 - D. Ca₂O
4. Given Al³⁺ and the intact sulfate ion SO₄²⁻, which formula is neutral and preserves the sulfate group?
 - A. Al₃(SO₄)₂
 - B. Al₂SO₄
 - C. Al(SO₄)₃
 - D. Al₂(SO₄)₃

5. Li_2O is an ionic compound. Use the supplied rounded atomic masses $\text{Li} = 7 \text{ u}$ and $\text{O} = 16 \text{ u}$. Which result is correctly calculated and named?

- A. Molecular mass = 30 u
- B. Formula-unit mass = 23 u
- C. Formula-unit mass = 30 u
- D. Formula-unit mass = 30 g

Answers and option diagnoses

1. **A. He: atom; O_2 : molecule of an element; NO_3^- : polyatomic ion; NaCl: formula giving an ionic ratio**

A respects all four supplied descriptions. B incorrectly calls O_2 a compound: both atoms belong to oxygen, so only one element is present. C removes the written negative charge from nitrate; NO_3^- is a group of atoms with net charge, not a neutral molecule. D turns a ratio in an extended crystal into a separate NaCl molecule. He can occur as separate atoms; not every elemental sample consists of multi-atom molecules.

2. **C. Al = 3, O = 9, H = 9**

C is correct. One $\text{Al}(\text{OH})_3$ formula unit represents $\text{Al}_1\text{O}_3\text{H}_3$; the coefficient 3 multiplies all of it, giving $\text{Al}_3\text{O}_9\text{H}_9$ in the total inventory. A ignores the bracket subscript. B forgets that the leading coefficient also multiplies Al. D applies the bracket multiplier only to H instead of the whole OH group. These are atom counts represented by the formula, not a claim that an ionic crystal contains isolated molecular packets.

3. **B. CaO**

B is correct: one Ca^{2+} and one O^{2-} give $+2 + (-2) = 0$, so the minimum ratio is 1:1. A has zero total charge for the stated ion counts, but 2:2 is not the smallest ratio; reduce it to 1:1. C gives $+2-4 = -2$ using the supplied oxide ions. D gives $+4-2 = +2$. Do not apply this reduction rule to an independently supplied molecular formula such as H_2O_2 ; this question is specifically about the simplest ionic ratio.

4. **D. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$**

D is correct. Two Al^{3+} ions give +6 and three SO_4^{2-} ions give -6. The formula is $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$: the bracket repeats the whole sulfate ion three times. A has $+9-4 = +5$; B has $+6-2 = +4$; C has $+3-6 = -3$. None of A, B or C is neutral with the given ions. The 4 inside SO_4 stays fixed; changing it would no longer preserve sulfate.

5. **C. Formula-unit mass = 30 u**

C is correct: $2 \times 7 + 16 = 30 \text{ u}$, and an ionic compound calls for formula-unit mass here. A gets the sum but wrongly describes a discrete molecule. B counts Li only once. D copies the number calculated in u and relabels it g without conversion. A particle mass can legitimately be expressed in grams after proper conversion, but 30 u is not 30 g.

Sources and scope

The [RRB CEN 09/2025 official notice](#), §14.1, printed p.28, sets a Class 10 CBSE-level science boundary without naming this individual chapter. Formula language is a foundation for that level and for balancing equations later in this module; it is not a claim of separate RRB subtopic weightage.

Concept references: [NCERT Exploration, Grade 9, Chapter 9](#), first edition April 2026, §§9.4–9.5 and 9.7–9.8, printed pp.169–180; [Chapter 8](#), §8.4, pp.148–149, for symbols; and [NIOS Secondary Science and Technology 212, Chapter 3](#), §§3.3 and 3.5, pp.56–57 and 61–64, edition not established. Supplied numerical values are independently checked rather than copied from older source tables. All prose, explained cases, visual designs and questions are original; these are not previous-year questions.

Analogy and its limits

Labelled building pieces help you keep an atom inventory. Three copies of one complete labelled model are like three packets with an unchanged packing list: the coefficient counts copies, while the formula fixes what each copy represents. The analogy does not show actual particle colour, size, shape, energy or bonding. In particular, an ionic formula unit is a composition ratio in a crystal, not a physical packet or separate molecule.

Quick reference

- Element/compound classify composition; atom/molecule/ion describe particles
- O_2 : neutral molecule of an element; CO_2 : neutral molecule of a compound
- Ion: net charge; cation positive, anion negative; a polyatomic ion is one charged group
- Solid NaCl: extended crystal with 1:1 ion ratio; no isolated NaCl molecule implied
- Symbols are case-sensitive: Co $\neq$ CO; Cl $\neq$ CI
- Subscript belongs to its symbol/group; charge is a superscript
- Coefficient multiplies the entire formula: $3CO_2$ gives C = 3 and O = 6
- Neutral ionic formula: supplied charges $\rightarrow$ smallest cancelling ratio $\rightarrow$ preserve groups $\rightarrow$ recheck
- $Ca(OH)_2$ contains Ca = 1, O = 2, H = 2; $2Ca(OH)_2$ contains Ca = 2, O = 4, H = 4
- Valency is combining capacity; charge has a sign; outer-electron count is distinct
- Do not reduce a given molecular formula such as H_2O_2 to HO
- Mass in u = sum of represented atom counts $\times$ supplied atomic masses
- Use molecular mass for molecules and formula-unit mass for ionic formula units
- Copying a numerical value from u to g without conversion is wrong

परमाणु, अणु और रासायनिक सूत्र

Atoms, Molecules and Formulae

हिन्दी पाठ · English text पहले दिया गया है

सूत्र को एक विवरण की तरह पढ़ें

सूत्र एक संक्षिप्त विवरण है; उसके अक्षरों को मनमाने ढंग से फेरने की सूची नहीं। इस पाठ में आप परमाणु, अणु और आयन पहचानेंगे; समूह वाले सूत्र पढ़ेंगे; दिए आवेशों से सरल उदासीन आयनिक सूत्र बनाएँगे और सूत्र द्वारा दर्शाए द्रव्यमान की गणना करेंगे।

पिछले पाठ को याद करें: तत्व, यौगिक और मिश्रण संघटन के वर्ग हैं। अब उनके घटक कणों की भाषा जोड़ेंगे। पूर्णांक गिनती, गुणा और सरल धन-ऋण योग पर्याप्त हैं। प्रश्नों के लिए जरूरी आवेश और परमाणु द्रव्यमान दिए जाएँगे। आवेश कहाँ से आते हैं, यह अगले पाठ में समझेंगे; शुरुआत के लिए बिना समझाया इलेक्ट्रॉन-कोश चित्र जरूरी नहीं है।

1. परमाणु, अणु और आयन अलग बातें बताते हैं

परमाणु किसी तत्व से जुड़ी एक आधारभूत इकाई है। तत्व की पहचान उसके परमाणुओं की प्रोटॉन-संख्या से तय होती है, जिसे अगला पाठ समझाएगा। हीलियम जैसी कुछ तत्वीय गैसों अलग परमाणुओं के रूप में होती हैं। कई अन्य पदार्थों में परमाणु दूसरे परमाणुओं से बंधे होते हैं।

अणु दो या अधिक बंधे परमाणुओं का अलग, विद्युत रूप से उदासीन समूह है। O_2 में दो ऑक्सीजन परमाणु हैं, इसलिए वह **तत्व** का अणु है। CO_2 में कार्बन और ऑक्सीजन परमाणु हैं, इसलिए वह **यौगिक** का अणु है। केवल परमाणुओं की संख्या से तत्व या यौगिक तय नहीं होता; अलग तत्वों की संख्या देखें। O_2 और O_3 दोनों में केवल ऑक्सीजन है, भले उनके अणु अलग हों।

आयन पर कुल विद्युत आवेश होता है। धन आवेश वाला आयन **धनायन** और ऋण आवेश वाला **ऋणायन** है। अभी लिखे आवेश को दी हुई जानकारी मानें। सरल परमाणु से ऋण आवेश वाले इलेक्ट्रॉन निकलें, तो धनायन बनता है; इलेक्ट्रॉन जुड़ें, तो ऋणायन बनता है। प्रोटॉन और इलेक्ट्रॉन की विस्तृत गिनती अगले पाठ में होगी।

आयन एक परमाणु हो सकता है, जैसे Na^+ या Cl^- ; या बंधा समूह हो सकता है, जैसे NH_4^+ , NO_3^- या SO_4^{2-} । आवेश वाला समूह **बहुपरमाणुक आयन** है, उदासीन अणु नहीं। NH_4^+ में एक नाइट्रोजन और चार हाइड्रोजन परमाणु हैं तथा पूरे समूह पर कुल +1 आवेश है; यह चार अलग हाइड्रोजन आयन नहीं है। Cl^- का नाम क्लोराइड है, जबकि क्लोरीन तत्व का नाम है।

यौगिक में अलग-अलग अणु होना जरूरी नहीं

ठोस सोडियम क्लोराइड में सोडियम और क्लोराइड आयन विस्तृत आवर्ती क्रिस्टल बनाते हैं। $NaCl$, Na^+ और Cl^- का सबसे छोटा 1:1 अनुपात बताता है। **सूत्र इकाई** यह आयनिक संघटन-अनुपात व्यक्त करती है; यह कोई छोटा अलग $NaCl$ अणु नहीं है। इसलिए शुद्ध आयनिक यौगिक में एक से अधिक प्रकार के आयन हो सकते हैं, फिर भी वह एक रासायनिक पदार्थ रहता है।

चित्र CF2-V01. विवरण के चार प्रकार

नाम	दिखता मॉडल या सूत्र	अर्थ
हीलियम	He · He · He, इनके बीच बंध नहीं	अलग परमाणु; यहाँ बिंदु केवल अलगाव के चिह्न हैं
ऑक्सीजन	[O ₂] [O ₂]	हर कोष्ठक-समूह तत्व का उदासीन अणु है
नाइट्रेट	NO ₃ ⁻ : N = 1, O = 3, कुल आवेश = -1	एक बहुपरमाणुक आयन
ठोस सोडियम क्लोराइड	नीचे दोहराता Na ⁺ / Cl ⁻ पैटर्न	NaCl सूत्र 1:1 आयनिक अनुपात बताता है

आयनिक पैटर्न का दिखाया अंश, जो किनारों के आगे भी जारी है:

... Na⁺ Cl⁻ Na⁺ Cl⁻ ...
 ... Cl⁻ Na⁺ Cl⁻ Na⁺ ...
 ... Na⁺ Cl⁻ Na⁺ Cl⁻ ...

पूरा आवर्ती पैटर्न क्रिस्टल का मॉडल है; हर पास-पास Na⁺/Cl⁻ जोड़ी को अलग अणु न मानें। द्विविमीय रेखाचित्र न वास्तविक माप बताता है, न पूरी त्रिविमीय व्यवस्था। O₂ के कोष्ठक अलग समूह दिखाते हैं; NaCl की सूत्र इकाई ऐसा पैकेट नहीं, संघटन-अनुपात है।

2. संकेत में हर स्थान का अर्थ समझें

प्रतीक में बड़े और छोटे अक्षर महत्वपूर्ण हैं। पहला अक्षर बड़ा और दूसरा, यदि हो, छोटा होता है। Co कोबाल्ट है; CO में कार्बन और ऑक्सीजन का सूत्र है। Cl क्लोरीन का प्रतीक है; इसे बड़े C के बाद बड़ा I बनाकर न दिखाएँ।

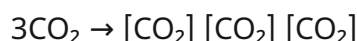
अधोलिखित अंक किसी तत्व या कोष्ठक-समूह के बाद नीचे लिखा छोटा अंक है। अंक न लिखा हो, तो एक समझें। आवेश ऊपर लिखा होता है, जैसे SO₄²⁻ में 2-; यह अतिरिक्त परमाणुओं की संख्या नहीं है। **गुणांक** पूरे सूत्र से पहले सामान्य आकार का अंक है, जैसे 3CO₂ में 3।

हल सहित उदाहरण CF02-A: मात्रा और पहचान

3CO₂, CO और C + O₂ की तुलना करें।

- एक CO₂ अणु में एक कार्बन और दो ऑक्सीजन परमाणु हैं।
- 3CO₂ ऐसे तीन अणु दर्शाता है: कार्बन = 3×1 = 3; ऑक्सीजन = 3×2 = 6। गुणांक पूरे समूह को दोहराता है।
- CO अलग यौगिक है, जिसमें कार्बन-ऑक्सीजन परमाणुओं का अनुपात अलग है। अधोलिखित अंक बदलने से बताया पदार्थ बदलता है।
- C + O₂ अलग पदार्थों की सूची है। जोड़ का चिह्न अपने-आप परमाणुओं को CO₂ में नहीं जोड़ देता।

चित्र CF2-V02. बाहर का अंक पूरे समूह को दोहराता है



क्या गिनते हैं?	गणना	कुल
अणु	3 पूरे समूह	3
C परमाणु	3×1	3
O परमाणु	3×2	6
सभी दर्शाए परमाणु	$3 + 6$	9

बाहर का 3 गुणांक है; CO_2 के अंदर छोटा 2 अधोलिखित अंक है। अणुओं और परमाणुओं की गिनती अलग राशियाँ हैं।

आयनिक यौगिक में गुणांक का यही नियम दर्शाई गई सूत्र इकाइयाँ गिनता है। इससे फिर भी यह दावा नहीं होता कि हर सूत्र इकाई भौतिक रूप से अलग अणु है।

3. आवेश बराबर करके आयनिक सूत्र बनाएँ

उदासीन आयनिक यौगिक में कुल धन आवेश और कुल ऋण आवेश का परिमाण बराबर होता है। पहले धनायन, फिर ऋणायन लिखें। इन आयनों का **सबसे छोटा पूर्णांक अनुपात** चुनें, जिससे कुल आवेश शून्य हो।

इस पाठ की छोटी संदर्भ-सूची है: Na^+ और K^+ ; Mg^{2+} और Ca^{2+} ; Al^{3+} ; Cl^- , O^{2-} और N^{3-} ; OH^- , NO_3^- , CO_3^{2-} , SO_4^{2-} और NH_4^+ । ये यहाँ प्रयुक्त पहचान और आवेश हैं, अंतहीन रटने की सूची नहीं। नया या बदल सकने वाला आवेश प्रश्न में दिया जाना चाहिए।

हल सहित उदाहरण CF02-B: पहले उदासीनता, फिर संक्षिप्त तरीका

Mg^{2+} और N^{3-} दिए हैं। एक मैग्नीशियम आयन +2 और एक नाइट्राइड आयन -3 देता है।

उत्तर से पहले प्रयास करें: एक-एक आयन का योग $+2-3 = -1$ है। कौन-सा छोटा कुल मान दोनों आवेश-परिमाणों से बनाया जा सकता है?

हल: छह। तीन Mg^{2+} आयनों से +6 और दो N^{3-} आयनों से -6 मिलते हैं। अनुपात 3:2 और सूत्र **Mg_3N_2** है। जाँच: $3 \times (+2) + 2 \times (-3) = 0$ ।

अब दिया ऋणायन O^{2-} कर दें। एक Mg^{2+} और एक O^{2-} ही आवेश बराबर करते हैं, इसलिए सूत्र **MgO** है, असंक्षिप्त Mg_2O_2 नहीं। 2:2 संख्या का आवेश शून्य है, पर वह सबसे छोटा अनुपात नहीं है।

आवेश-परिमाणों को एक-दूसरे के नीचे ले जाना संख्याएँ याद रखने की सुविधा हो सकती है, पर यह उदासीनता समझने के बाद आए। समान गुणनखंड हटाएँ और आवेश फिर जाँचें। उदासीन सूत्र में आवेश के चिह्न नीचे न उतारें। यह तरीका दिए आयनों के लिए है; हर संभव यौगिक का अनुमान लगाने का सार्वभौमिक नियम नहीं।

हल सहित उदाहरण CF02-C: बहुपरमाणुक समूह अखंड रखें

Ca^{2+} और OH^- दिए हैं। एक कैल्सियम आयन के लिए दो हाइड्रॉक्साइड आयन चाहिए: $+2 + 2 \times (-1) = 0$ । **Ca(OH)_2** लिखें। कोष्ठक बताता है कि पूरा OH समूह दो बार है।

एक सूत्र इकाई $\text{Ca} = 1$, $\text{O} = 2$ और $\text{H} = 2$ दर्शाती है। $2\text{Ca}(\text{OH})_2$ में आगे का गुणांक पूरी सूची दुगुनी करता है: $\text{Ca} = 2$, $\text{O} = 4$ और $\text{H} = 4$ । CaOH_2 लिखने से O को H के साथ दो बार नहीं लिया जाएगा और दो हाइड्रॉक्साइड समूह नहीं बचेंगे।

चित्र CF2-V03. पहले आवेश-सूची, फिर परमाणु-सूची

दिया आयन	आयनों की संख्या	कुल आवेश
Mg^{2+}	3	+6
N^{3-}	2	-6
संयुक्त Mg_3N_2	3:2 अनुपात	0
Ca^{2+}	1	+2
OH^-	2	-2
संयुक्त $\text{Ca}(\text{OH})_2$	1:2 अनुपात	0

फिर सूत्र द्वारा दर्शाए परमाणु गिनें:

व्यंजक	Ca परमाणु	O परमाणु	H परमाणु
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	1	2	2
$2\text{Ca}(\text{OH})_2$	2	4	4

आयनों की संख्या, कुल आवेश और परमाणुओं की संख्या के अलग नाम हैं। इन्हें एक ही राशि मानकर न जोड़ें।

4. संयोजकता, चिह्न सहित आवेश नहीं है

संयोजकता सरल मॉडल में संयोजन-क्षमता है और गैर-ऋणात्मक संख्या से लिखी जाती है। आयन के **आवेश** में धन या ऋण चिह्न होता है। **संयोजी इलेक्ट्रॉनों** की संख्या एक और राशि है, जिसे परमाणु संरचना के साथ समझेंगे। तीनों को एक-दूसरे के स्थान पर न रखें।

सरल दी हुई संयोजकताएँ लें: ऑक्सीजन की क्षमता 2 और हाइड्रोजन की 1, H_2O से मेल खाती हैं; एक ऑक्सीजन दो हाइड्रोजन परमाणुओं से जुड़ता है। शुरुआती सूत्र-पैटर्न में यह उपयोगी है। इससे हर आण्विक सूत्र, संरचना या बंध-व्यवस्था का एकमात्र अनुमान नहीं मिल जाता।

सबसे छोटे आयनिक अनुपात में संक्षेपण की स्पष्ट सीमा है। दिया आण्विक सूत्र H_2O_2 हाइड्रोजन परॉक्साइड के एक अणु में दो हाइड्रोजन और दो ऑक्सीजन परमाणु बताता है। उसके नीचे के अंक घटाकर HO लिखना दिए आण्विक सूत्र को बदल देगा। इसलिए 'हर रासायनिक सूत्र को हमेशा छोटा करें' गलत नियम है। सरल अनुपात पहचाना जा सकता है, पर आण्विक सूत्र अणु में परमाणुओं की वास्तविक संख्याएँ बताता है।

इन उदाहरणों में किसी पदार्थ को बनाने या प्रयोग करने का निर्देश नहीं है। हम रासायनिक भाषा समझ रहे हैं।

5. सूत्र द्वारा दर्शाए द्रव्यमान जोड़ें

u बहुत छोटी द्रव्यमान इकाई है, जो परमाणुओं और अणुओं के लिए उपयोगी है। यहाँ की गणनाओं में हर परमाणु द्रव्यमान **u** में दिया जाएगा और स्कूल-स्तर के गोलित मान लिए जाएँगे। उन्हीं मानों का उपयोग करें; उनकी जगह परमाणु संख्या या द्रव्यमान संख्या न रखें। अगला पाठ इन राशियों को अलग करेगा और सारणी में गैर-पूर्णांक परमाणु द्रव्यमान का अर्थ समझाएगा।

अलग अणु के लिए योग उसका **आण्विक द्रव्यमान** है। आयनिक यौगिक की सबसे सरल सूत्र इकाई से दर्शाए योग के लिए **सूत्र इकाई द्रव्यमान** कहें। कहीं आपेक्षिक परमाणु या आण्विक द्रव्यमान लिखा हो, तो वह अनुपात है और उसकी इकाई नहीं होती; यहाँ हम स्पष्ट रूप से **u** में द्रव्यमान निकाल रहे हैं।

हल सहित उदाहरण CF02-D: गिनती एक विधि से, कणों की भाषा अलग

एथेनॉल का आण्विक सूत्र **C₂H₆O** दिया है। यहाँ उसकी संरचना नहीं निकाली जा रही। C = 12 u, H = 1 u और O = 16 u लेने पर:

- कार्बन का योगदान $2 \times 12 = 24 \text{ u}$
- हाइड्रोजन का योगदान $6 \times 1 = 6 \text{ u}$
- ऑक्सीजन का योगदान $1 \times 16 = 16 \text{ u}$
- आण्विक द्रव्यमान = $24 + 6 + 16 = 46 \text{ u}$

आयनिक **CaCO₃** के लिए Ca = 40 u, C = 12 u और O = 16 u दिए हों, तो सूत्र इकाई द्रव्यमान = $40 + 12 + 3 \times 16 = 100 \text{ u}$ । इसे अलग 'CaCO₃ अणु' का द्रव्यमान कहना गलत संरचनात्मक चित्र देगा, भले जोड़ सही हो।

चित्र CF2-V04. द्रव्यमान परमाणुओं की सूची से आता है

सूत्र	तत्व	गिनती	दिया द्रव्यमान	योगदान
C ₂ H ₆ O	C	2	12 u	24 u
C ₂ H ₆ O	H	6	1 u	6 u
C ₂ H ₆ O	O	1	16 u	16 u
CaCO ₃	Ca	1	40 u	40 u
CaCO ₃	C	1	12 u	12 u
CaCO ₃	O	3	16 u	48 u

C₂H₆O: **आण्विक द्रव्यमान = 46 u**। CaCO₃: **सूत्र इकाई द्रव्यमान = 100 u**।

अधोलिखित अंक गुणक है, सीधे जोड़ने का द्रव्यमान नहीं। 46 u को बिना रूपांतरण 46 g न लिखें। सही रूपांतरण के बाद एक कण का द्रव्यमान ग्राम में लिखा जा सकता है, पर इस पाठ में वह रूपांतरण या मोल की अवधारणा जरूरी नहीं है।

चार चरणों में अपनी जाँच

1. किसका विवरण है: परमाणु, अणु, आयन या आयनिक सूत्र-अनुपात?
2. कौन-सी संख्याएँ आवेश, अंदर के अधोलिखित अंक, कोष्ठक के अधोलिखित अंक या बाहर के गुणांक हैं?
3. प्रस्तावित आयनिक सूत्र का कुल आवेश शून्य है? आयन बदले बिना अनुपात छोटा किया गया है?
4. द्रव्यमान निकालते समय हर दर्शाए परमाणु को गिना और राशि को उपयुक्त नाम दिया?

अपना तर्क जाँचें

व्याख्याएँ देखने से पहले पाँच प्रश्न हल करें। ये निःशुल्क, बिना समय-सीमा और बिना ऋणात्मक अंकन के सीखने वाले प्रश्न हैं, आधिकारिक प्रश्नपत्र नहीं। प्रश्न में दिए आवेश और द्रव्यमान अनुमानित याददाश्त से अधिक महत्वपूर्ण हैं।

1. ये विवरण लें: हीलियम में अलग He परमाणु हैं; ऑक्सीजन में O_2 समूह हैं; NO_3^- पर कुल ऋण आवेश है; ठोस NaCl एक विस्तृत आयनिक क्रिस्टल है। कौन-सी पूरी व्याख्या सही है?

- A. He: परमाणु; O_2 : तत्व का अणु; NO_3^- : बहुपरमाणुक आयन; NaCl: आयनिक अनुपात बताने वाला सूत्र
- B. He: परमाणु; O_2 : यौगिक का अणु; NO_3^- : बहुपरमाणुक आयन; NaCl: आयनिक अनुपात बताने वाला सूत्र
- C. He: परमाणु; O_2 : तत्व का अणु; NO_3^- : उदासीन अणु; NaCl: आयनिक अनुपात बताने वाला सूत्र
- D. He: परमाणु; O_2 : तत्व का अणु; NO_3^- : बहुपरमाणुक आयन; NaCl: इस ठोस में एक अलग अणु

2. सूत्र-व्यंजक $3Al(OH)_3$ में कुल कितने Al, O और H परमाणु दर्शाए गए हैं?

- A. Al = 3, O = 3, H = 3
- B. Al = 1, O = 9, H = 9
- C. Al = 3, O = 9, H = 9
- D. Al = 3, O = 3, H = 9

3. कैल्सियम आयन Ca^{2+} और ऑक्साइड आयन O^{2-} हैं। कौन-सा उदासीन आयनिक सूत्र इनका सबसे छोटा पूर्णांक अनुपात बताता है?

- A. Ca_2O_2
- B. CaO
- C. CaO_2
- D. Ca_2O

4. Al^{3+} और अखंड सल्फेट आयन SO_4^{2-} दिए हैं। कौन-सा सूत्र उदासीन है और सल्फेट समूह को सही बनाए रखता है?

- A. $Al_3(SO_4)_2$
- B. Al_2SO_4
- C. $Al(SO_4)_3$
- D. $Al_2(SO_4)_3$

5. Li_2O एक आयनिक यौगिक है। दिए गोलित परमाणु द्रव्यमान $\text{Li} = 7 \text{ u}$ और $\text{O} = 16 \text{ u}$ लें। कौन-सा परिणाम सही गणना और सही नाम दोनों देता है?

- A. आण्विक द्रव्यमान = 30 u
- B. सूत्र इकाई द्रव्यमान = 23 u
- C. सूत्र इकाई द्रव्यमान = 30 u
- D. सूत्र इकाई द्रव्यमान = 30 g

उत्तर और विकल्पों की जाँच

1. **A. He: परमाणु; O_2 : तत्व का अणु; NO_3^- : बहुपरमाणुक आयन; NaCl : आयनिक अनुपात बताने वाला सूत्र**

A चारों दिए विवरणों का पालन करता है। B O_2 को गलत तरीके से यौगिक कहता है: दोनों परमाणु ऑक्सीजन के हैं, इसलिए केवल एक तत्व है। C नाइट्रेट का लिखा ऋण आवेश हटा देता है; NO_3^- कुल आवेश वाला परमाणु-समूह है, उदासीन अणु नहीं। D विस्तृत क्रिस्टल के अनुपात को अलग NaCl अणु बना देता है। He अलग परमाणुओं के रूप में हो सकता है; हर तत्व के नमूने में बहुपरमाणुक अणु होना जरूरी नहीं।

2. **C. $\text{Al} = 3$, $\text{O} = 9$, $\text{H} = 9$**

C सही है। एक $\text{Al}(\text{OH})_3$ सूत्र इकाई $\text{Al}_1\text{O}_3\text{H}_3$ दर्शाती है। गुणांक 3 पूरे सूत्र को गुणा करता है, जिससे कुल सूची में $\text{Al}_3\text{O}_9\text{H}_9$ मिलते हैं। A कोष्ठक के अधोलिखित अंक को छोड़ता है। B भूलता है कि आगे का गुणांक Al को भी गुणा करता है। D कोष्ठक का गुणक पूरे OH समूह के बजाय केवल H पर लगाता है। ये सूत्र द्वारा दर्शाई गई परमाणुओं की संख्याएँ हैं; इससे यह दावा नहीं होता कि आयनिक क्रिस्टल में अलग आण्विक पैकेट हैं।

3. **B. CaO**

B सही है: एक Ca^{2+} और एक O^{2-} से $+2 + (-2) = 0$, इसलिए न्यूनतम अनुपात 1:1 है। A में दी आयन-संख्याओं का कुल आवेश शून्य है, पर 2:2 सबसे छोटा अनुपात नहीं है; इसे 1:1 करें। C में दिए ऑक्साइड आयनों से $+2 - 4 = -2$ मिलता है। D में $+4 - 2 = +2$ मिलता है। इस संक्षेपण नियम को स्वतंत्र रूप से दिए आण्विक सूत्र, जैसे H_2O_2 , पर न लगाएँ; प्रश्न विशेष रूप से सबसे छोटे आयनिक अनुपात का है।

4. **D. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$**

D सही है। दो Al^{3+} आयनों से +6 और तीन SO_4^{2-} आयनों से -6 मिलते हैं। सूत्र $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ है: कोष्ठक पूरे सल्फेट आयन को तीन बार दर्शाता है। A में $+9 - 4 = +5$; B में $+6 - 2 = +4$; C में $+3 - 6 = -3$ है। दिए आयनों के साथ A, B या C में से कोई उदासीन नहीं है। SO_4 का अंदर वाला 4 स्थिर रहता है; उसे बदलने पर सल्फेट समूह नहीं बचेगा।

5. **C. सूत्र इकाई द्रव्यमान = 30 u**

C सही है: $2 \times 7 + 16 = 30 \text{ u}$ । यहाँ आयनिक यौगिक के लिए सूत्र इकाई द्रव्यमान नाम सही है। A में योग सही है, पर अलग अणु का गलत अर्थ निकलता है। B Li को केवल एक बार गिनता है। D, u में मिली संख्या को बिना रूपांतरण g का नाम देता है। सही रूपांतरण के बाद कण का द्रव्यमान ग्राम में लिखा जा सकता है, पर 30 u , 30 g नहीं है।

स्रोत और सीमा

[RRB CEN 09/2025 की आधिकारिक सूचना](#) के खंड 14.1, मुद्रित पृष्ठ 28 में विज्ञान का स्तर कक्षा 10 CBSE है; यह विशेष अध्याय अलग नामित नहीं है। सूत्रों की भाषा उस स्तर और इस मॉड्यूल में आगे समीकरण संतुलन का आधार है; इससे अलग RRB उपविषय का प्रश्न-भार सिद्ध नहीं होता।

अवधारणाओं के संदर्भ: [NCERT Exploration, कक्षा 9, अध्याय 9](#), प्रथम संस्करण अप्रैल 2026, खंड 9.4-9.5 और 9.7-9.8, मुद्रित पृष्ठ 169-180; प्रतीकों के लिए [अध्याय 8](#), खंड 8.4, पृष्ठ 148-149; तथा [NIOS माध्यमिक विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी 212, अध्याय 3](#), खंड 3.3 और 3.5, पृष्ठ 56-57 तथा 61-64, संस्करण स्थापित नहीं। दिए संख्यात्मक मान पुरानी स्रोत-सारणियों से नकल करने के बजाय स्वतंत्र रूप से जाँचे गए हैं। भाषा, हल सहित उदाहरण, चित्र-योजनाएँ और प्रश्न मौलिक हैं; ये पिछले वर्षों के प्रश्न नहीं हैं। हिंदी मूल शिक्षण-अनुवाद है, आधिकारिक अनुवाद नहीं।

उपमा और उसकी सीमाएँ

नाम लगे निर्माण-टुकड़े परमाणुओं की सूची रखने में मदद करते हैं। एक पूरे नामयुक्त मॉडल की तीन प्रतियाँ, एक ही सूची वाले तीन पैकेटों जैसी हैं: गुणांक प्रतियाँ गिनता है और सूत्र तय करता है कि हर प्रति क्या दर्शाती है। यह उपमा कणों के वास्तविक रंग, आकार, आकृति, ऊर्जा या बंध नहीं दिखाती। विशेष रूप से, आयनिक सूत्र इकाई क्रिस्टल का संघटन-अनुपात है, कोई भौतिक पैकेट या अलग अणु नहीं।

त्वरित संदर्भ

- तत्व/यौगिक संघटन के वर्ग हैं; परमाणु/अणु/आयन कण बताते हैं
- O_2 : तत्व का उदासीन अणु; CO_2 : यौगिक का उदासीन अणु
- आयन: कुल आवेश; धनायन धन, ऋणायन ऋण; बहुपरमाणुक आयन एक आवेशित समूह
- ठोस NaCl: 1:1 आयनिक अनुपात वाला विस्तृत क्रिस्टल; अलग NaCl अणु का दावा नहीं
- बड़े/छोटे अक्षर महत्वपूर्ण: Co $\neq$ CO; Cl $\neq$ Cl
- अधोलिखित अंक अपने प्रतीक/समूह का है; आवेश ऊपर लिखा जाता है
- गुणांक पूरे सूत्र को गुणा करता है: $3CO_2$ से C = 3 और O = 6 मिलते हैं
- उदासीन आयनिक सूत्र: दिए आवेश $\rightarrow$ न्यूनतम संतुलित अनुपात $\rightarrow$ समूह सुरक्षित $\rightarrow$ पुनः जाँच
- $Ca(OH)_2$ में Ca = 1, O = 2, H = 2; $2Ca(OH)_2$ में Ca = 2, O = 4, H = 4 हैं
- संयोजकता संयोजन-क्षमता है; आवेश में चिह्न है; बाहरी इलेक्ट्रॉनों की संख्या अलग है
- दिए आण्विक सूत्र H_2O_2 को छोटा करके HO न करें
- u में द्रव्यमान = दर्शाए परमाणुओं की संख्या $\times$ दिए परमाणु द्रव्यमान के योगदानों का योग
- अणु के लिए आण्विक द्रव्यमान, आयनिक सूत्र इकाई के लिए सूत्र इकाई द्रव्यमान
- बिना रूपांतरण u की संख्यात्मक मात्रा को g लिखना गलत है