अध्याय 3

परमाणु एवं अणु

अध्याय– एक नजर में

रासायनिक संयोजन के नियम

द्रव्यमान संरक्षण का नियम

- द्रव्यमान का सृजन या विनाश संभव नहीं
- $C + O_2 \longrightarrow CO_2$
  12 ग्राम + 32 ग्राम   44ग्राम

स्थिर अनुपात का नियम

- यौगिक उन्हीं तत्वों से निर्मित होगा, जिनसे वह मिलकर बना है। इन तत्वों के द्रव्यमान का अनुपात सदैव समान होगा।
- H_2O=2 : 16 [1 : 8]

डॉल्टन का परमाण्विक सिद्धांत

- परमाणु
  सबसे छोटा कण
  अविभज्य (न तो सृजन और न ही विनाश संभव)
- समान तत्व के द्रव्यमान और रासायनिक गुण समान होते हैं।
- भिन्न तत्वों के द्रव्यमान और रासायनिक गुण भिन्न होते हैं।
- समान अनुपात में संयोग

परमाणु

- तत्व का सबसे छोटा कण
- तत्व के सभी गुण उपस्थित
- आयनों का निर्माण

परमाणु द्रव्यमान

- परमाणु का द्रव्यमान
- C-12 के द्रव्यमान का 1/2वाँ भाग

परमाणु का अस्तित्व

- क्रियाशील
- मुक्त
- ऑयन

संयोजन के पश्चात

- एक परमाणुक
- बहुपरमाणुक

अणु

- तत्व या यौगिक का सबसे छोटा कण
- अणुओं के गुण ही पदार्थ के गुण होते हैं।

अणुओं के प्रकार
- समपरमाण्विक
- विषमपरमाण्विक

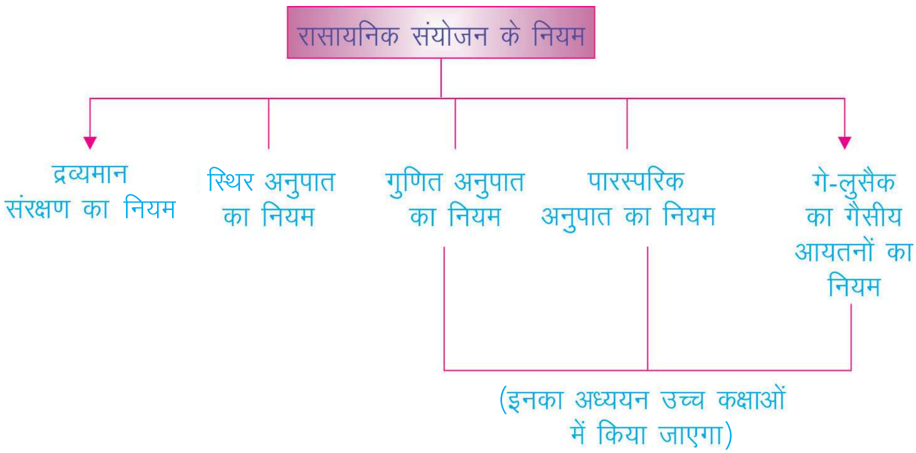
आण्विक द्रव्यमान – परमाणुओं के द्रव्यमानों का योग

सूत्र इकाई द्रव्यमान – परमाणु एवं ऑयन के द्रव्यमानों का योग

आण्विकता – एक अणु में उपस्थित परमाणुओं की संख्या

रासायनिक संयोजन के नियम

किन्हीं दो या उससे अधिक पदार्थों के बीच रासायनिक अभिक्रिया कुछ सिद्धान्तों पर आधारित होती है। इन सिद्धान्तों को रासायनिक संयोजन के नियम कहते हैं।



द्रव्यमान संरक्षण का नियम

- इस नियम के अनुसार, ''द्रव्यमान का सृजन या विनाश संभव नहीं है।''
- किसी रासायनिक अभिक्रिया के लिए इस नियम का उपयोग निम्नलिखित तरीके से किया जा सकता है।:-
- ''किसी भी रासायनिक अभिक्रिया के दौरान पदार्थों के द्रव्यमान का जोड़ उस अभिक्रिया के उत्पादों के द्रव्यमानों के जोड़ के बराबर होगा।''

उदाहरण–

m_A + m_B = m_{AB}

↓ 'A' का द्रव्यमान ↓ 'B' का द्रव्यमान ↓ 'AB' का द्रव्यमान

$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l)$

↓ 2 X 2 = 4 ग्राम ↓ 2 X 16 = 32 ग्राम ↓ 2 X (2 + 16) = 36 ग्राम

4 ग्राम + 32 ग्राम = 36 ग्राम

प्रश्न – एक अभिक्रिया में 5.3g सोडियम कार्बोनेट एवं 6.0g एथेनाइक अम्ल अभिक्रित होते हैं। 2.2g कार्बन डाई–ऑक्साइड, 8.2g सोडियम एथेनोएट एवं 0.9g जल उत्पाद के रूप में प्राप्त होते हैं। इस अभिक्रिया द्वारा दिखाइए कि यह परीक्षण द्रव्यमान संरक्षण के नियम को सिद्ध करता है।

उत्तर : सोडियम कार्बोनेट + एथेनॉइक अम्ल → सोडियम एथेनॉइट + कार्बन डाइऑक्साइड + जल

(अभिकारक) (उत्पाद)

द्रव्यमान, संरक्षण के नियमानुसार–

सोडियम कार्बोनेट का द्रव्यमान + ऐथेनाइक अम्ल का द्रव्यमान = सोडियम ऐथेनोएट का द्रव्यमान + कार्बेन डाईऑक्साइड का द्रव्यमान + जल का द्रव्यमान

द्रव्यमानों को समीकरण में प्रस्तुत करने के उपरान्त –

$$5.3g + 6.0g = 8.2g + 2.2g + 0.9\ g$$

$$11.3g = 11.3g$$

क्योंकि, LHS = RHS

∴ यह उत्तर द्रव्यमान संरक्षण के नियम को स्पष्ट करता है।

स्थिर अनुपात का नियम

इस नियमानुसार कोई शुद्ध रासायनिक यौगिक सदैव उन्हीं तत्वों से निर्मित होगा जिनसे वह मिलकर निर्मित हुआ है, तथा इन तत्वों के द्रव्यमान का अनुपात सदैव समान होगा, फिर चाहे यह यौगिक किसी भी स्थान से प्राप्त किया गया हो अथवा निर्माण किसी भी पद्धति द्वारा किया गया हो।

उदाहरण–

18g $H_2O \Rightarrow$ 16g ऑक्सीजन + 2g हाइड्रोजन, या $m_H/m_0 = 2/16 = 1/8$

36g $H_2O \Rightarrow$ 32g ऑक्सीजन + 4g हाइड्रोजन, या $m_H/m_0 = 4/32 = 1/8$

09g $H_2O \Rightarrow$ 08g ऑक्सीजन + 01g हाइड्रोजन, या $m_H/m_0 = 1/8$

ऊपर प्रस्तुत तीनों उदाहरणों में H_2O के अलग–अलग द्रव्यमानों वाले नमूनों को लिया गया, पर उन सबमें हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन के द्रव्यमानों का अनुपात सदा 1 : 8 ही निकला।

यदि H_2O कहीं से भी – कुआँ, तालाब, या किसी भी स्रोत से लिया जाए, तब भी H और O के द्रव्यमानों का अनुपात 1/8 ही आएगा।

प्रश्न– हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन 1 : 8 के द्रव्यमान अनुपात में संयोग करके जल का संचयन करते हैं। यदि जहाँ 3g हाइड्रोजन गैस ली गई हो तब ऑक्सीजन का कितना द्रव्यमान इस हाइड्रोजन गैस से अभिक्रिया करके जल का संचयन करेगा ?

उत्तर– $\frac{m_H}{m_o} = \frac{1}{8}$ (प्रश्नानुसार जल के लिए)

अपितु, $m_H = 3.0g$ (प्रश्नानुसार)

या, $\frac{3}{m_o} = \frac{1}{8}$

या, $24 = m_o$

या, $\mathbf{m_o = 24g}$

ऑक्सीजन गैस का द्रव्यमान

या 24g ऑक्सीजन गैस, 3g हाइड्रोजन गैस से अभिकृत हो 27g जल का संचयन करेगी।

डाल्टन का परमाणु सिद्धान्त

रासायनिक संयोजन के नियम पर आधारित डॉल्टन के परमाणु सिद्धान्त, 'द्रव्यमान संरक्षण का नियम' तथा 'स्थिर अनुपात के नियम' को सिद्ध करता है।

डॉल्टन के परमाणु सिद्धान्त के महत्वपूर्ण अंश

(i) सभी द्रव्य परमाणुओं से निर्मित होते हैं।

(ii) परमाणु अविभाज्य सूक्ष्मतम कण होते हैं जो रासायनिक अभिक्रिया में न तो उत्पन्न होते हैं न ही उनका इसमें विनाश होता है। (यह अंश द्रव्यमान संरक्षण के नियम को सिद्ध करता है)

(iii) दिए गए तत्व के सभी परमाणुओं के द्रव्यमान एवं रासायनिक गुणधर्म समान होते हैं।

(iv) भिन्न–भिन्न तत्वों के परमाणुओं के द्रव्यमान एवं रासायनिक गुणधर्म भिन्न–भिन्न होते हैं।

(v) भिन्न–भिन्न तत्वों के परमाणु परस्पर छोटी पूर्ण संख्या के अनुपात में संयोग कर यौगिक का निर्माण करते हैं। (यह अंश स्थिर अनुपात के नियम को सिद्ध करता है)

(vi) किसी भी यौगिक में परमाणुओं की सापेक्ष संख्या एक प्रकार से निश्चित होती हैं।

परमाणु

आधुनिक परमाणु सिद्धान्त के अनुसार ''परमाणु किसी भी तत्व का वह सूक्ष्मतम कण है जो किसी रासायनिक अभिक्रिया में बिना अपने रासायनिक एवं भौतिक गुणधर्मों को बदले, उस अभिक्रिया में प्रयुक्त होता है।''

परमाणु तत्व के सूक्ष्मतम कण है जिन्हें किसी भी शक्तिशाली सूक्ष्मदर्शी से भी देखा नहीं जा सकता है।

सबसे सूक्ष्म हाइड्रोजन परमाणु की परमाणु त्रिज्या 0.37×10^{-10} m या 0.037 nm होती है।

जहाँ, $1\text{nm} = 10^{-9}$ m.

IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) द्वारा स्वीकृत तत्वों के चिन्ह–

तत्व	चिह्न	तत्व	चिह्न	तत्व	चिह्न
Aluminium	Al	Copper	Cu	Nitrogen	N
Argon	Ar	Fluorine	F	Oxygen	O
Barium	Ba	Gold	Au	Potassium	K
Calcium	Ca	Hydrogen	H	Silicon	Si
Chlorine	C1	lodine	I	Silver	Ag
Cobalt	Co	Iron	Fe	Sodium	Na
Lead	Pb	Sulphur	S	Zinc	Zn

परमाणु द्रव्यमान

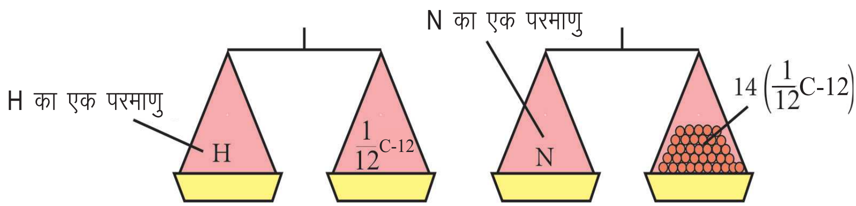
- किसी भी तत्व के एक परमाणु का द्रव्यमान, उसका ''परमाणु द्रव्यमान'' कहलाता है।
- वर्ष 1961 में IUPAC ने ''परमाणु द्रव्यमान की इकाई'' या ''u'' को परमाणुओं एवं अणुओं के द्रव्यमान का मापक माना।

परमाणु द्रव्यमान की इकाई

एक परमाणु द्रव्यमान की इकाई का द्रव्यमान एक C-12 समस्थानिक के 1/12 वें हिस्से के द्रव्यमान के बराबर होता है।

$$1u = \frac{1}{12} \times \text{C-12 के एक परमाणु का द्रव्यमान}$$

$1u = 1.66 \times 10^{-27} Kg$



'H' का परमाणु द्रव्यमान = 1u, 'N' का परमाणु द्रव्यमान = 14u

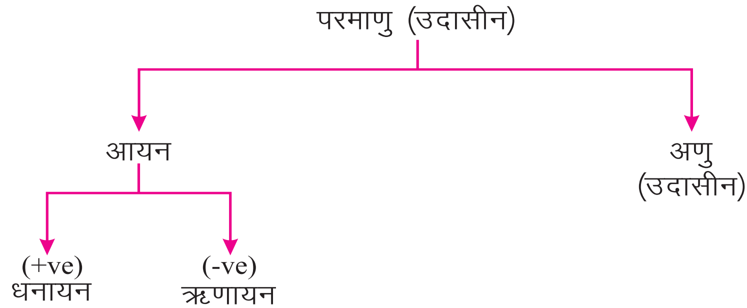
कुछ तत्वों के परमाणु द्रव्यमान					
तत्व	चिन्ह	द्रव्यमान संख्या	तत्व	चिन्ह	द्रव्यमान संख्या
हाइड्रोजन	H	1u	सोडियम	Na	23u
हीलियम	He	4u	मेग्नीशियम	Mg	24u
लिथियम	Li	7u	एल्युमिनियम	Al	27u
बैरिलियम	Be	9u	सिलिकॉन	Si	28u
बोरोन	B	11u	फास्फोरस	P	31u
कार्बन	C	12u	सल्फर	S	32u
नाइट्रोजन	N	14u	क्लोरीन	Cl	35.5u
ऑक्सीजन	O	16u	पोटैशियम	K	39u
फलोरीन	F	19u	कैल्शियम	Ca	40u
नियोन	Ne	20u	आयरन	Fe	56u

परमाणु किस प्रकार अस्तित्व में रहते हैं?

- ज्यादातर तत्वों के परमाणु अत्यधिक अभिक्रियाशील होने के कारण कभी भी मुक्त अवस्था में नहीं पाए जाते हैं।
- केवल निष्क्रिय गैसों के परमाणु ही मुक्त अवस्था में पाए जाते हैं।

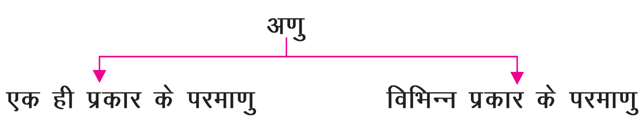
उदाहरण– He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn

- निष्क्रिय गैसों के परमाणुओं को छोड़ अन्य ज्यादातर तत्वों के परमाणु या तो अणुओं का निर्माण करते हैं या फिर आयन के रूप में पाए जाते हैं।



अणु :

- किसी अणु का निर्माण दो या उससे अधिक परमाणुओं के बीच रासायनिक आबंध उत्पन्न होने के कारण होता है।
- अणु, (तत्वों को छोड़) किसी भी पदार्थ की वह सूक्ष्मतम इकाई है जो स्वतंत्र रूप से रह सकता है और यह उस पदार्थ के सारे गुणधर्मों को प्रदर्शित कर सकता है। जैसे कि, H_2O अणु,जल के सम्पूर्ण गुणधर्मों को प्रदर्शित करता है।
- किसी भी अणु का निर्माण एक ही प्रकार के परमाणु या भिन्न–भिन्न प्रकार के परमाणुओं के बीच रासायनिक आबंध होने के कारण हो सकता है।
- इसी आधार पर अणुओं को दो भागों में बाँटा जा सकता है।



उदाहरण– O_2, N_2, O_3, S_8, P_4 आदि $H_2O, CO_2, NaCl, CaCO_3$ आदि

कुछ यौगिको के अणु	
यौगिक	**संयुक्त तत्व**
जल (H_2O)	हाइड्रोजन, ऑक्सीजन
अमोनिया (NH_3)	नाइट्रोजन, हाइड्रोजन
कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2)	कार्बन, ऑक्सीजन
हाइड्रोजन क्लोराइड (HCl)	हाइड्रोजन, क्लोरीन
मेथेन (CH_4)	कार्बन, हाइड्रोजन
एथेन (C_2H_6)	कार्बन, हाइड्रोजन
सोडियम क्लोराइड (NaCl)	सोडियम, क्लोरीन
कॉपर ऑक्साइड (CuO)	कॉपर, ऑक्सीजन

- **परमाणुकता** – किसी एक अणु में उपस्थित परमाणुओं की संख्या को परमाणुकता कहते हैं।

क्र.सं.	तत्व		परमाणुकता
1.	आर्गन	Ar	एक परमाणुक (1)
2.	हीलियम	He	एक परमाणुक (1)
3.	ऑक्सीजन	O_2	द्विपरमाणुक (2)
4.	हाइड्रोजन	H_2	द्विपरमाणुक (2)
5.	फास्फोरस	P_4	चतुर्परमाणुक (4)
6.	सल्फर	S_8	बहुपरमाणुक (8)
7.	ओजोन	O_3	त्रिपरमाणुक (3)

निष्क्रीय गैसें एक परमाणुक अणुओं का निर्माण करती है।

रासायनिक सूत्र

किसी यौगिक का रासायनिक सूत्र उसके संघटक का प्रतीकात्मक निरूपण होता है।

रासायनिक सूत्र की विशेषताएँ

- रासायनिक सूत्र के संघटकों की संयोजकताएँ या आवेश बराबर होने चाहिए।
- धातु एवं अधातु के यौगिक की रासायनिक सूत्र की संरचना में धातु को पहले लिखा जाता है तथा अधातु को उसके बाद। **उदाहरण** CaO, NaCl, CuO.
- बहुपरमाण्विक आयन के रासायनिक सूत्र में आने की स्थिति में, इसे कोष्ठक (bracket) में रखा जाता है। फिर संयोजकता अथवा आवेश को कोष्ठक के नीचे लगाते हैं।

उदाहरण–$Ca(OH)_2$, $(NH_4)_2SO_4$.

आण्विक द्रव्यमान

- किसी भी एक अणु में उपस्थित परमाणुओं के द्रव्यमानों के जोड़ को आण्विक द्रव्यमान कहा जाता है। परमाणु द्रव्यमान की भांति इसका मात्रक भी परमाणु की द्रव्यमान इकाई होता है।

उदाहरण-H_2O का द्रव्यमान $= 2 \times H$ का द्रव्यमान $+ 1 \times O$ का द्रव्यमान

H_2O का द्रव्यमान $= (2 \times 1) + (1 \times 16) = 18u$

सूत्र इकाई द्रव्यमान

- किसी पदार्थ का सूत्र इकाई द्रव्यमान उसके सभी संघटक परमाणुओं के परमाणु द्रव्यमानों का योग होता है।

उदाहरण– NaCl में Na का द्रव्यमान =23u और Cl का द्रव्यमान = 35.5u

सूत्र इकाई द्रव्यमान = (1x23) + (1x35.5) = 58.5u

रासायनिक सूत्र लिखने के नियम

नियम – 1

- सबसे पहले तत्वों के परमाणुओं के चिह्नों को लिखा जाता है।
- अब इन चिन्हों के नीचे इनकी संयोजकताओं या आवेशों को लिखा जाता है।
- अब संयोजित परमाणुओं की संयोजकताओं को क्रास करते हैं।
- परिणामस्वरूप पहला परमाणु दूसरे परमाणु की संयोजकता ग्रहण करता है तथा दूसरा परमाणु पहले वाले परमाणु की संयोजकता को ग्रहण करता है।
- संयोजकताओं को क्रास करके रासायनिक सूत्र तैयार हो जाता है।

नियम–2

- जब संयोजकता 1 होती है तो अधोलिखित नही होता।

नियम–3

- जब बहुपरमाणुक आयन दो या अधिक संख्या में होते हैं तो उस बहुपरमाणुक आयन को कोष्ठक में लिखकर प्रदर्शित करते हैं ताकि बहुपरमाणुक आयन अधोलिखित अंक के साथ न मिल जाए।

उदाहरण–

(i) प्रतीक : H S
संयोजकता : 1 2
H_2S_1 या H_2S Hydrogen Sulphide (हाइड्रोजन सल्फाइड)

(ii) प्रतीक : C O
संयोजकता : 4 2
C_2O_4 or CO_2 Carbon Dioxide (कार्बन डाईऑक्साइड)
(यहाँ '2' को दोनों की संख्याओं से भाग दिया जाता है।)

(iii) प्रतीक : H Cl
संयोजकता : 1 1
H_1Cl_1 or HCl Hydrochloric Acid (हाइड्रोक्लोरिक अम्ल)

(iv) प्रतीक : C Cl
संयोजकता : 4 1
C_1Cl_4 or CCl_4 Carbon Tetrachloride (कार्बन टेट्राक्लोराइड)

(v) प्रतीक : Mg ↖↗ C1
आवेश : 2+ ✕ 1- } $Mg_1\ C1_2$ or $MgC1_2$ Magnesium Chloride (मैग्नीशियम क्लोराइड)

(vi) प्रतीक : A1 ↖↗ O
आवेश : 3+ ✕ 2- } $A1_2\ O_3$ Aluminium Oxide (एल्युमिनियम ऑक्साइड)

(vii) प्रतीक : Ca ↖↗ O
आवेश : 2+ ✕ 2- } $Ca_2\ O_2$ या CaO Calcium Oxide (कैल्शियम ऑक्साइड)

(viii) प्रतीक : Na ↖↗ NO_3
आवेश : 1+ ✕ 1- } $NaNO_3$ Sodium Nitrate (सोडियम नाईट्रेट)

आयनः

आयन, एक परमाणु या परमाणुओं का समूह होता है जिस पर कुछ आवेश (धनात्मक या ऋणात्मक) अवश्य उपस्थित रहता है।

धनावेशित आयन – $Na^+, K^+, Ca^{2+}, Al^{3+}$

ऋणावेशित आयन– $Cl^-, S^{2-}, OH^-, SO_4^{2-}, NO_3^-$

आयन

- एक परमाणुक आयन
  - आवेशित परमाणु कण
    - Mg^{2+} (Magnesium Ion)
    - Na^+ (Sodium Ion)
    - Cl^- (Chloride Ion)
    - Al^{3+} (Aluminium Ion)
- बहुपरमाणुक आयन
  - आवेशित परमाणुओं का समूह
    - NH_4^+ (Ammonium Ion)
    - CO_3^{2-} (Carbonate Ion)
    - SO_4^{2-} (Sulphate Ion)
    - OH^- (Hydroxide Ion)

आयनिक यौगिकों के रासायनिक सूत्र (बहुपरमाणुक आयन)

(a) Sodium Carbonate :

Na ↖ ↗ CO_3
+1 ✕ –2 } Na_2CO_3 **(सोडियम कार्बोनेट)**

(b) Aluminium Sulphate :

Al ⟷ SO_4
+3 ⟷ –2
} $Al_2(SO_4)_3$ **(एल्युमिनियम सल्फेट)**

(c) Calcium Hydroxide

Ca ⟷ OH
+2 ⟷ –1
} $Ca(OH)_2$ **(कैल्शियम हाइड्राक्साइड)**

(d) Ammonium Sulphate

NH_4 ⟷ SO_4
+1 ⟷ –2
} $(NH_4)_2SO_4$ **(अमोनियम सल्फेट)**

(e) **Magnesium Hydroxide**

Mg ⟷ OH
+2 ⟷ - 1
} Mg $(OH)_2$ **(मैग्निशियम हाइड्राक्साइड)**

अति लघुउत्तरीय प्रश्न

1. संयोजन इलेक्ट्रॉन के प्रति अपनी समझ लिखें।
2. कैल्सियम ऑक्साइड अणु में उपस्थित धनायन व ऋणायन का नाम लिखें।
3. एक तत्त्व जिसका परमाणु संख्या 13 है। इस तत्व के ऑक्साइड का सूत्र लिखें।
4. साधारण नमक मे उपस्थित तत्वों के नाम लिखें।
5. यदि एक परमाणु के 'K' तथा 'L' कोष्ठक पूर्ण रूप से भरे हो, तो इस परमाणु मे उपस्थित कुल इलैक्ट्रॉन की संख्या लिखें।
6. ऐसे दो तत्वों के नाम लिंखे, जो स्वतंत्र परमाणु अवस्था में उपस्थित होते हैं।
7. $MgCO_3$ में उपस्थित बहुपरमाणुक आयन लिखिए।
8. 'निश्चित अनुपात' का निमय लिखें।

लघु उत्तरीय प्रश्न

1. रासायनिक सूत्रों को लिखिए?

(a) कैल्शियम क्लोराइड (b) मैग्नीशियम बाइकार्बोनेट
(c) ऐलुमिनियम सल्फेट (d) सोडियम कार्बोनेट
(e) लेड नाइट्रेट (f) कैल्शियम फॉस्फेट
(g) आयरन (II) सल्फाइड (h) मरकरी (I) क्लोराइड