टिप्पणी

4

रासायनिक अभिक्रियाएं और समीकरण

हम अपने दैनिक जीवन में परिवर्तन के विभिन्न प्रकारों का अनुभव करते हैं। इनमें से कुछ परिवर्तन बहुत ही साधारण हैं और अस्थायी प्रकृति के हैं, उनमें से कुछ वास्तव में जटिल और स्थाई प्रकृति के हैं। उदाहरण के लिये जब तुम एक लोहे की छड़ गर्म करते हो, तो वह गर्म लाल हो जाती है और ठंढ़ा करने पर यह अपने मूल रूप में आ जाती है। इसी प्रकार जब वर्फ एक गिलास में रखी होने पर हवा के संपर्क में आती है तब पिघल कर पानी में परिवर्तित हो जाती है और फ्रीजर में रखने पर फिर वर्फ में बदल जाती है। इस प्रकार यह एक अस्थाई परिवर्तन है और पदार्थ अपने मूल रूप में वापस आ जाता है। यह एक प्रकार का Hkkfrd ifjorZu है। हालांकि जब चावल को पकाते हैं तब वह एक भिन्न प्रकार के रूप में बदल जाता है जिसे हम भात के नाम से जानते हैं। भात से हम चावल प्राप्त नहीं कर सकते हैं। इसी प्रकार एक बार दही में परिवर्तित दूध को वापस दूध में नहीं बदल सकते हैं। इस तरह के परिवर्तन को jklk;fud ifjorZu कहते हैं। ये परिवर्तन स्थाई प्रकृति के होते हैं और हमारे दैनिक जीवन के अभिन्न अंग हैं। इस तरह के परिवर्तन की बड़ी संख्या है और हम उन्हें उनकी विशेषताओं के आधार पर विभिन्न श्रेणियों में रख सकते हैं। इनको रासायनिक समीकरणों के में भी व्यक्त किया जा सकता है। जिसके द्वारा हम उनकी सारी जानकारी को संक्षेप में बता सकते हैं। इसके अलावा रासायनिक समीकरण को संतुलित रासायनिक समीकरण के रूप रख कर, रासायनिक परिवर्तनों की गुणात्मक व मात्रात्मक जानकारी मिल जाती है।

इस पाठ में हम रासायनिक समीकरण लिखने व उनके संतुलन के विषय में जानकारी प्राप्त करेगे। इसके साथ ही हम विभिन्न प्रकार के रासायनिक अभिक्रियाओं का वर्णन करेगें।

mís';

इस पाठ को पढ़ने के पश्चात् आप –

- सरल रासायनिक समीकरण लिखना व उसका संतुलन करना जान सकेंगे;
- एक संतुलित रासायनिक समीकरण का महत्व समझ सकेंगे;
- प्रयुक्त विभिन्न अभिकारकों और उत्पादों की मात्रा का तथा उनके मोल, द्रव्यमान और उनके आयतन का आपस में संबंध बता सकेंगे;

- रासायनिक अभिक्रियाओं को संयोजन, अपघटन, विस्थापन, द्विविस्थापन के रूप में वगीकृत कर सकेंगे; और
- ऑक्सीकरण (उपचयन) और अपचयन अभिक्रियाओं (रीडोक्स अभिक्रियाओं) को परिभाषित कर सकेगें तथा इनका जंग लगने, विकृत गंधिता होने और दैनिक जीवन के अन्य पहलुओं के साथ संबंध दिखा सकेंगे।

4.1 jklk;fud lehdj.k

आपने अपने परिवेश और दैनिक जीवन में बहुत से रासायनिक परिवर्तनों को देखा है। आप इन रासायनिक परिवर्तनों को कुछ गतिविधियों से प्रदर्शित कर सकते हैं।

fØ;kdyki 4.1

A. एक 2 cm लम्बा मैग्नीशियम रिबन लें। इसे रेगमाल के एक टुकड़े से साफ करें। इसे टांग से मजबूती से पकड़े। इसे स्प्रिट लैम्प या बर्नर के ऊपर तब तक रखे रहें जब तक वह जलता नहीं। रिबन को अपनी आँखों से जितना दूर रख सकते हैं, रखे। आपने क्या प्रेक्षण किया? मैग्नीशियम रिबन चमकीले प्रकाश के साथ जलता है और अत्यधिक ऊष्मा निकालती है। यह बहुत जल्दी सफेद रंग के पदार्थ में बदला जाता है।

fp= **4.1:** मैग्नीशियम रिबन का जलना

B. एक शंक्वाकार फ्लास्क में या एक टेस्ट ट्यूब में कुछ जस्ता के बारीक टुकड़े ले लो। इसमें सल्फ्यूरिक या हाइड्रोक्लोरिक अम्ल डालिए। आप पायेगे कि टेस्ट ट्यूब से गैस बाहर निकल रही है और यदि फ्लास्क के पेंदी को छुएं तो पायेंगे कि यह काफी गर्म हो गया है। इसी तरह की कई और गतिविधियां प्रयोगशाला में या गतिविधि भवन में प्रदर्शित की जा सकती है।

4.1.1 jklk;fud ifjorZuksa dk o.kZu dSls gksrk\

ऊपर बताये गये दो अभिक्रियाओं का शब्दों में वर्णन निम्नानुसार किया जा सकता है।

$$\underset{\text{मैगीनीशियम}}{Mg} + \underset{\text{ऑक्सीजन}}{O_2} \longrightarrow \underset{\text{मैगनीशियम ऑक्साइड}}{MgO} \quad ...(1)$$

(अभिकारक) (उत्पाद)

$$\underset{\text{जिंक}}{Zn} + \underset{\text{तनु सल्फ्यूरिक अम्ल}}{dil\ H_2SO_4} \longrightarrow \underset{\text{जिंक सल्फेट}}{ZnSO_4} + \underset{\text{हाइड्रोजन}}{H_2} \quad ...(2)$$

एक पदार्थ जिसमें रासायनिक परिवर्तन होता है vfHkdkjd कहलाता है और इस रासायनिक परिवर्तन के परिणाम को mRikn कहा जाता है। प्रथम अभिक्रिया में मैगनीशियम व ऑक्सीजन में रासायनिक परिवर्तन होता है अतः वे अभिकारक हैं। द्वितीय अभिक्रिया में जिंक व तनु सल्फ्यूरिक अम्ल अभिकारक पदार्थ हैं। इसी प्रकार प्रथम अभिक्रिया में एक नये पदार्थ मैगनीशियम ऑक्साइड का निर्माण होता है। इसलिये वह mRikn है। दूसरी अभिक्रिया में जिंक सल्फेट व हाइड्रोजन नये पदार्थ बनते है इसलिये उत्पाद हैं। रासायनिक अभिक्रिया में अभिकारकों को बायें हाथ की ओर तथा उत्पादों) को दायें हाथ की ओर लिखा जाता है। अभिकारक के उत्पाद में परिवर्तन को तीर के माध्यम से दिखाया जाता है। जब एक से अधिक अभिकारक अथवा एक से अधिक उत्पाद हों तो उनके मध्य जोड़ (+) के चिन्ह का प्रयोग किया जाता है।

4.1.2 ,d jklk;fud lehdj.k dk fy[kuk

क्या रासायनिक परिवर्तन को प्रदर्शित करने का कोई छोटा तरीका है? हाँ यह रासायनिक समीकरण के द्वारा किया जा सकता है। एक रासायनिक समीकरण को शब्दों के स्थान पर रासायनिक सूत्रों का प्रयोग करके अधिक संक्षिप्त उपयोगी बनाया जा सकता है। एक यौगिक को रासायनिक सूत्र की मदद से प्रदर्शित करने का तरीका आप पहले ही सीख चुके हैं। अब यदि आप मैगनीशियम ऑक्सीजन व मैगनीशियम ऑक्साइड को सूत्रों के द्वारा प्रतिस्थापित करें तो, हम पाते हैं

$$Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO \quad ...(3)$$

इसी प्रकार समीकरण (2) में सूत्रों के द्वारा शब्दों का प्रतिस्थापन करने पर हम प्राप्त करते हैं

$$Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2 \quad ...(4)$$

द्रव्यमान संरक्षण नियम के अनुसार, जैसा कि आपने पिछले अध्याय में पढ़ा है, अभिकारक में मौजूद परमाणुओं की संख्या, उत्पाद में मौजूद परमाणुओं की संख्या के बराबर होनी चाहिए। आइये हम रासायनिक समीकरण (3) व (4) के दोनों ओर (बायें हाथ और दायें हाथ) के परमाणुओं की संख्या की गिनती करें। हमें लगता है कि समीकरण (3) में दाहिने हाथ की परमाणुओं की संख्या बायें हाथ में परमाणुओं की संख्या के बराबर नहीं है। हालांकि समीरण (4) में परमाणुओं की संख्या दायें हाथ और बायें हाथ की ओर बराबर है। ऐसे रासायनिक समीकरण जिसमें परमाणुओं की संख्या तीर के चिन्ह के दोनों ओर बराबर नहीं है परन्तु वह रासायनिक प्रतिक्रिया को दर्शाते है, कंकाल रासायनिक समीकरण कहलाते हैं। कंकाल रासायनिक समीकरण को संतुलित करने के लिये उपयुक्त गुणांक का प्रयोग किया जाता है। हम निम्न अनुभाग में रासायनिक समीकरण का संतुलन करेगें।

4.2 lrqfyr jklk;fud lehdj.k

द्रव्यमान संरक्षण नियम के अनुसार, द्रव्य न तो बनाया जा सकता है और न ही नष्ट किया जा सकता है। अतः किसी भी रासायनिक क्रिया में बनने वाले उत्पाद में मौजूद तत्वों का द्रव्यमान उसमें प्रयोग होने वाले कुल अभिकारकों के तत्वों के द्रव्यमान के बराबर होना चाहिये। दूसरे शब्दों में किसी भी तत्व के परमाणु की संख्या क्रिया के पहले व क्रिया के अंत में समान रहती है। यदि किसी समीकरण में किसी विशेष तत्व के परमाणुओं की संख्या अभिकारक की ओर, उत्पाद के तत्व के परमाणु की संख्या के बराबर नहीं होती है तो समीकरण को 'संतुलित नहीं' होना कहा जाता है। हम उपरोक्त दो समीकरण (3) व (4) पर पुनर्विचार करेगें।

अर्थात $Mg + O_2 \longrightarrow MgO$ ...(3)

और $Zn + H_2SO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + H_2$ ...(4)

ऊपर दिये गये उल्लेख के अनुसार इनमें से कौन सा समीकरण संतुलित है? यह काफी स्पष्ट है समीकरण (4) संतुलित है क्योंकि जिंक, हाइड्रोजन व सल्फर के परमाणु की संख्या समीकरण के दोनों ओर बराबर है। इसलिये समीकरण (4) को संतुलित रासायनिक समीकरण कहा गया है। अब समीकरण (3) के बारे में क्या? हम सरल निरीक्षण से पता लगा सकते हैं कि मैगनीशियम के परमाणुओं की संख्या तीर के बायें व अभिकारक की ओर, तीर के दायें व उत्पाद की ओर मैगनीशियम के परमाणु संख्या के बराबर है। हालांकि तीर के बायें हाथ की ओर ऑक्सीजन के परमाणुओं की संख्या दो है (O_2) परन्तु दायें हाथ की ओर ऑक्सीजन का एक ही परमाणु है (MgO)। उत्पाद की ओर ऑक्सीजन के परमाणुओं की संख्या बराबर करने के लिये हम 2MgO लिखेगे। जैसाकि हम जानते हैं कि दो तत्व हमेशा द्रव्यमान के एक निश्चित अनुपात में ही संयोग करते हैं (स्थिर अनुपात का नियम) अतः यौगिक का सूत्र नहीं बदला जा सकता इसलिये उपयुक्त गुणांक बदलकर हम रासायनिक समीकरण का संतुलन करते हैं। दाहिने हाथ की ओर ऑक्सीजन के दो परमाणु लिखने के बाद समीकरण बन जाता है।

$$Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$$

उपरोक्त समीकरण में बायें हाथ की ओर मैगनीशियम के एक परमाणु की कमी है। संख्या का संतुलन करने के लिये हम मैगनीशियम से पहले 2 लिखते हैं तो समीकरण बन जाता है।

$$2Mg + O_2 \longrightarrow 2MgO$$

अब तीर के दोनों ओर मैगनीशियम का ऑक्सीजन के परमाणुओं की संख्या के बराबर है और रासायनिक समीकरण को संतुलित होना कहा जाता है। एक रासायनिक समीकरण को संतुलित करने की इस विधि को ''अनुमान से'' कहा जाता हैं

रासायनिक अभिक्रिया के लेखन व संतुलन के लिये एक और क्रिया पर विचार करें। जब लाल गर्म लोहा भाप के संपर्क में आता है तो हाइड्रोजन गैस व लोहे का चुम्बकीय (Fe_3O_4) ऑक्साइड प्राप्त होते हैं। इसे इस प्रकार व्यक्त किया जा सकता है।

$$Fe + H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + H_2$$

उपरोक्त समीकरण की जांच से पता चलता है कि यह समीकरण संतुलित नहीं है। हम उपरोक्त समीकरण को चरणों में संतुलित करने की कोशिश करेंगे।

i|Fke pj.k% हम प्रत्येक चिन्ह अथवा सूत्र के चारों ओर रेखा बनाकर उसे ढ़क दें। लेकिन हमें तत्व अथवा यौगिक के सूत्र को नहीं बदलना है क्योंकि यौगिक का गठन निश्चित अनुपात के नियम के अनुसार होता है।

$$Fe + H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + H_2$$

f}rh; pj.k% असंतुलित समीकरण में विभिन्न तत्वों के परमाणुओं की संख्या लिखना

rRo	ijek.kq dh la[;k vfHkdkjd dh vksj ¼ck;sa gkFk dh vksj½	ijek.kq dh la[;k mRikn dh vksj ¼nk;sa gkFk dh vksj½
Fe	1	3
H	2	2
O	1	4

r`rh; pj.k% हमें परमाणुओं की अधिकतम संख्या वाले यौगिक से संतुलन शुरू करना चाहिये वह यौगिक अभिकारक या उत्पाद में से कोई भी एक हो सकता है। यौगिक में ऐसे तत्व का चयन करना चाहिये जिसमें परमाणुओं की अधिकतम संख्या हो। इस आधार पर हम उपरोक्त समीकरण में Fe_3O_4 का चयन करते हैं। Fe_3O_4 में ऑक्सीजन तत्व में सबसे अधिक परमाणु हैं। यहाँ तीर के दाहिने हाथ की ओर ऑक्सीजन के चार परमाणु हैं और बायें हाथ की ओर ऑक्सीजन का केवल एक परमाणु है। ऑक्सीजन परमाणु का संतुलन करने के लिये हम गुणांक 4 को $4H_2O$ के रूप में लिख सकते हैं। अब समीकरण बनता है:

$$Fe + 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + H_2 \text{ (आंशिक रूप से संतुलित)}$$

prqFkZ pj.k% यहाँ लौह व हाइड्रोजन के परमाणु अभी भी संतुलित नहीं हैं। हाइड्रोजन परमाणु को संतुलित करने के लिये तीर के दाये हाथ पर हाइड्रोजन के 4 अणु बना देने पर समीकरण संतुलित हो जाता है। समीकरण अब बन जाता है।

$$Fe + 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4H_2 \text{ (आंशिक रूप से संतुलित)}$$

ikpok pj.k% अब तीनों तत्वों में केवल आयरन असंतुलित रहता है। लोहे को संतुलित करने के लिये हम बायें हाथ की ओर लोहे के तीन परमाणु लिखते हैं और समीकरण बन जाता है।

$$3Fe + 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$$

NBk pj.k% अंत में तीर के दोनों ओर सभी तीन तत्वों के परमाणुओं की संख्या गिनने से पता चलता है कि ऑक्सीजन हाइड्रोजन और आयरन की संख्या तीर के दोनों ओर बराबर है और संतुलित समीकरण के रूप में प्राप्त होती है:

$$3Fe + 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4H_2 \quad \text{(संतुलित समीकरण)}$$

4.2.1 jklk;fud lehdj.k dk vf/kd lpukRed dl cuk;

संतुलित समीकरण में:

$$3Fe + 4H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4H_2$$

हमें अभिकारकों व उत्पादों की भौतिक (यानि कि वे ठोस, तरल या गैस) अवस्था की जानकारी नहीं है। ठोस के लिये (s) तरल पदार्थ के लिये (l) व गैस के लिये (g) का प्रयोग अभिकारकों व उत्पाद के साथ करके हम रासायनिक समीकरण को अधिक सूचनात्मक कर सकते हैं। अतः उपरोक्त समीकरण को इस प्रकार लिख सकते हैं:

$$3Fe\ (s) + 4H_2O\ (g) \longrightarrow Fe_3O_4\ (s) + 4H_2\ (g) \qquad ...(5)$$

यहाँ H_2O के साथ (g) से स्पष्ट रूप से पता चलता है इस क्रिया में प्रयुक्त पानी गैस अथवा भाप के रूप में है। इसके अलावा अगर अभिकारक या उत्पाद को पानी के मिश्रण या विलयन के रूप में प्रयोग करते है तो उसे (aq) के द्वारा निरूपित करते हैं। उदाहरण के लिये:

$$CaO(s) + H_2O\ (l) \longrightarrow Ca(OH)_2\ (aq) \qquad ...(6)$$

कभी-कभी तापमान, दाब, अभिक्रिया के लिये उत्प्रेरक आदि जैसे स्थितियों को तीर के ऊपर या नीचे लिखकर संकेत करते हैं। उदाहरण के लिये

$$CO\ (g) + 2H_2\ (g) \xrightarrow{340\ atm} CH_3OH\ (l) \qquad ...(7)$$

$$6CO_2\ (aq) + 6H_2O\ (l) \xrightarrow[\text{क्लोरोफिल}]{\text{सूर्य का प्रकाश}} C_6H_{12}O_{16}\ (aq) + 6O_2\ (g) \qquad ...(8)$$

,d jklk;fud lehdj.k e larqyu d fy; egRoi.k l>ko

- एक रासायनिक समीकरण के संतुलन के लिये पूरी संख्या का गुणांक प्रयोग करें, आंशिक नहीं। आमतौर पर हम आंशिक गुणांक का प्रयोग इसलिये नहीं करते हैं क्योंकि इससे अणुओं के भी भाग की व्याख्या हो सकती है। हम समीकरण का एक उचित संख्या से गुणा करके एक पूरी संख्या व संतुलित समीकरण अंत में प्राप्त करते हैं।

- किसी भी अभिकारक व उत्पाद के सूत्र का पादांक नहीं बदलना चाहिये इससे पदार्थ की पहचान बदल सकती है। उदाहरण के लिये $2NO_2$ का अर्थ है नाइट्रोजन ऑक्साइड के 2 अणु, यदि हम पादांक को दोगुणा कर दे तो यह N_2O_4 में बदल जाता है जो कि नाइट्रोजन टेट्राऑक्साइड का सूत्र है जो एक पूरी तरह से अलग यौगिक है।

- मनमाने ढंग से अभिकारक व उत्पाद का चयन करके समीकरण के संतुलन की कोशि न करें। एक रासायनिक समीकरण एक रासायनिक अभिक्रिया का प्रतिनिधित्व करता है जो वास्तविक है। अतः वास्तविक अभिकारकों व उत्पादों को ही संतुलन के लिये लिया जाता सकता है।

4.3 ,d lUrqfyr jklk;fud lehdj.k dk egRo

रासायनिक समीकरण के द्वारा अभिकारक और उत्पाद का गुणात्मक वर्णन किया जाता है। हालांकि एक संतुलित समीकरण के द्वारा एक रासायनिक अभिक्रिया की परिमाणात्मक सूचना का ज्ञान होता है। एक संतुलित रासायनिक समीकरण देता है:

(i) अभिक्रिया में भाग लेने वाले अणुओं और परमाणुओं की संख्या तथा अणु और परमाणुओं का भार (परमाणु भार इकाई amu)

(ii) अभिक्रिया में भाग लेने वाले मोल की संख्या, ग्राम या अन्य सुविधाजनक इकाई में प्रदर्शित

(iii) यदि उत्पाद व अभिकारक गैसीय अवस्था में है तो उनकी मात्रा का आपस में संबंध

4.3.1 eky vkj Hkkj lEcU/k

आइये हाइड्रोजन व नाइट्रोजन के बीच उत्प्रेरक की उपस्थिति में एक रासायनिक क्रिया पर विचार करें।

$$\underset{\text{(1 अणु नाइट्रोजन)}}{N_2\,(g)} + \underset{\text{(3 अणु हाइड्रोजन)}}{3H_2\,(g)} \xrightarrow{\text{उत्प्रेरक}} \underset{\text{(2 अणु अमोनिया)}}{2NH_3\,(g)} \qquad ...(9)$$

मान लीजिये हम 100 से पूरे समीकरण को गुणा करें तो हम प्राप्त करते है

$$\underset{\text{के अणु}}{1 \times 100 \text{ नाइट्रोजन}} + \underset{\text{के अणु}}{3 \times 100 \text{ हाइड्रोजन}} \longrightarrow \underset{\text{के अणु}}{2 \times 100 \text{ अमोनिया}}$$

इसके अलावा अगर हम 6.022×10^{23} के द्वारा पूरे समीकरण का गुणा करें हमें प्राप्त होता है

$$\underset{\text{नाइट्रोजन के अणु}}{1 \times 6.022 \times 10^{23}} + \underset{\text{हाइड्रोजन के अणु}}{3 \times 6.022 \times 10^{23}} \longrightarrow \underset{\text{अमोनिया के अणु}}{2 \times 6.00 \times 10^{23}}$$

क्योंकि 6.022×10^{23} अणु किसी भी अभिकारक अथवा उत्पाद के एक मोल के बराबर होता है अतः हम इसे लिख सकते हैं।

1 मोल नाइट्रोजन + 3 मोल हाइड्रोजन ——→ 2 मोल अमोनिया

मोलर द्रव्यमान को ध्यान में लेते हुये हम लिख सकते हैं

28.0 ग्राम नाइट्रोजन + 6.0 ग्राम हाइड्रोजन ——→ 34.0 ग्राम अमोनिया

चलो हम समीकरण (9) को फिर से बनाये,

$$\underset{\text{1 अणु नाइट्रोजन}}{N_2\,(g)} + \underset{\text{3 अणु हाइड्रोजन}}{3H_2\,(g)} \xrightarrow{\text{उत्प्रेरक}} \underset{\text{2 अणु अमोनिया}}{2NH_3\,(g)}$$

1 अणु नाइट्रोजन + 3 अणु हाइड्रोजन ——→ 2 अणु अमोनिया

28.0 g नाइट्रोजन + 6.0 g हाइड्रोजन ——→ 34.0 g अमोनिया

सिर्फ एक संतुलित रासायनिक समीकरण के द्वारा ही किसी पदार्थ की खपत व उत्पाद मात्रा निर्धारित की जा सकती है।

4.3.2 vk;ru – jklk;fud lehdj.k e vfHkdkjd o mRikn e lc/k

फ्रांसीसी रासायनिज्ञ 'गे-लुसाक' ने गैसों की क्रियाओं पर प्रयोग किया और पाया कि गैसों की रासायनिक क्रिया के समय उनके अभिकारकों व उत्पाद का अनुपात सरल पूर्णांकों में सबंधित होता है यदि उनका अनुपात एक ही तापमान व दाब पर मापा जाये तो।

गे-लुसाक की इस खोज को एक सामान्य नियम ''क्रियाकारी आयतनों के स्थिर अनुपात का नियाम'' के रूप में जाना जाता है। ध्यान रहे कि ''निश्चित अनुपात का नियम'' जिसका वर्णन पहले हो चुका है वह द्रव्यमान से सबंधित है।

हम निम्न उदाहरण लेते हैं।

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

2 आयतन 1 आयतन 2 आयतन

2 मोल + 1 मोल ⟶ 2 मोल पानी
हाइड्रोजन ऑक्सीजन पानी

(एवोगाड्रो के मोल अवधारणा के अनुसार)

यहाँ हाइड्रोजन, ऑक्सीजन व जलवाष्प एक ही तापमान व दाब (100°C और 1 वायुमंडलीय दाब) पर है। इसी बुनियादी धारणा के अनुसार यदि हम 100 मि.ली. हाइड्रोजन और 50 मि. ली. ऑक्सीजन लें तो हमें 100 मि.ली. जलवाष्प प्राप्त होगी यदि सभी आयतन को एक ही तापमान व दाब पर मापा जाता है। अतः एक संतुलित रासायनिक समीकरण के लिये अभिकारकों व उत्पादों के आयतन व मोल के बीच का संबंध प्राप्त होता है। यह मात्रात्मक सबंध रासायनिक गणना में बहुत ही उपयोगी है।

ikBxr i'u 4.1

1. निम्नलिखित अभिक्रियाओं के लिये रासायनिक समीकरण बनायेः

   (i) जिंक धातु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल जलीय के साथ क्रिया करके जिंक क्लोराइड व हाइड्रोजन गैस बनाता है।

   (ii) ठोस मरकरी (II) आक्साइड को गर्म करने पर तरल मरकरी व ऑक्सीजन गैस प्राप्त होती है।

2. निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों को संतुलित करियेः

   (i) $H_2SO_4\,(aq) + NaOH\,(aq) \longrightarrow Na_2SO_4\,(aq) + H_2O\,(l)$

(ii) $Al(s) + HCl(aq) \longrightarrow AlCl_3(aq) + H_2(g)$

3. एक संतुलित रासायनिक समीकरण क्या होता है? रासायनिक समीकरण को संतुलित क्यों किया जाता है?

4.4 jklk;fud vfHkfØ;kvksa dk izdkj

अब तक हमने रासायनिक परिवर्तनों को समीकरण के रूप में प्रस्तुत करने का अध्ययन किया है। हमने यह भी सीखा है कि रासायनिक समीकरण के संतुलन से उपयोगी मात्रात्मक जानकारी कैसे प्राप्त होती है। अत हम दो या दो से अधिक पदार्थों के बीच होने वाले रासायनिक क्रियाओं के विभिन्न प्रकार पर चर्चा करेंगे।

4.4.1 la;kstu vfHkfØ;k,a

जैसा कि नाम से ही पता चलता है वह रासायनिक अभिक्रिया जिसमें दो या अधिक पदार्थों के संयोजन से एक नया पदार्थ बनता है संयोजन अभिक्रिया कहलाता है। उदाहरणार्थ जब कोई पदार्थ हवा में जलता है तब वह हवा में मौजूद ऑक्सीजन के साथ संयोजन करता है। गतिविधि 4.1 में हमने देखा कि मैगनीशिमय रिबन चमकदार प्रकाश के साथ जलता है। जलने के समय यह आक्सीजन से संयुक्त हो जाता है।

$$2Mg(s) + O2(g) \longrightarrow 2MgO(s)$$

अब कार्बन के साथ कोशिश करें

$$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)$$

इसके अलावा हम कुछ गतिविधियां लें

fØ;kdyki 4.2

एक बीकर में थोड़ी मात्रा में कैल्शियम ऑक्साइड या अनबुझा चूना ले। अब इसमें धीरे-धीरे पानी डालें (चित्र 4.1)। बीकर की तली के हाथ से छूकर देखें। क्या आप तापमान में कोई बदलाव महसूस करते हैं। आपने देखा होगा कि जब हमारे घर की पुताई के लिये पानी में एक सफेद ठोस पदार्थ डालते हैं तो कुछ समय बाद उबलने लगता है यह सफेद पदार्थ कैल्शियम ऑक्साइड है और यह पानी के साथ क्रिया करके कैल्शियम हाइड्रोक्साइड बनाता है। जब अनबुझा चूना पानी के साथ क्रिया करता है तो ऊष्मा उत्पन्न

fp= 4.2: अनबुझा चुना और पानी में अभिक्रिया

होती है जिसके कारण तापमान बढ़ता है। यह अभिक्रिया निम्न समीकरण के द्वारा व्यक्त कर सकते है।

$$\underset{\text{अनबुझा चुना}}{CaO\,(s)} + H_2O\,(l) \longrightarrow \underset{\text{बुझा चूना}}{Ca(OH)_2\,(aq)} \qquad ...(10)$$

उपरोक्त क्रिया में चूना व पानी परस्पर क्रिया करते हैं और एक उत्पाद, कैल्शियम हाइड्रोक्साइड (बुझा चूना) बनाते हैं। og vfHkfØ;k ft le nk ;k vfèkd inkFkk d l;kx l doy ,d u;k mRikn curs g ;kxkRed vfHkfØ;k dgykrh gA

जब बूझा चूना दीवारों पर लगाया जाता है यह धीरे-धीरे वातावरण से कार्बन डाइऑक्साइड सोख कर कैल्शियम कार्बोनेट में बदल जाता है। सूख जाने के बाद यह एक सफेद चमकदार सतह बनाता है। इस क्रिया को निम्नानुसार लिखा जा सकता है।

$$\underset{\text{कैल्शियम हाइड्रोक्साइड}}{Ca(OH)_2\,(aq)} + CO_2\,(g) \longrightarrow \underset{\text{कैल्शियम कार्बोनेट}}{CaCO_3\,(s)} + H_2O\,(l) \qquad ...(11)$$

ध्यान दें, यह दिलचस्प है कि संगमरमर का रासायनिक सूत्र भी $CaCO_3$ है।

आपने गतिविधियाँ 4.1 और 4.2 में देखा है कि क्रिया के समय बहुत सी ऊष्मा का उत्सर्जन होता है। ऐसी अभिक्रियायें जिनमें उत्पाद के साथ ऊष्मा का उत्सर्जन होता है उन्हें Å"ek{kh vfHkfØ;k dgrs gA

ऊष्माक्षेपी अभिक्रियाओं के अन्य उदाहरण

(i) हमारे घरों में खाना पकाने के लिये प्रयुक्त प्राकृतिक गैस (CH_4) का जलना,

$$CH_4(g) + 2O_2\,(g) \longrightarrow CO_2\,(g) + 2H_2O\,(g) \qquad ...(12)$$

(ii) श्वसन एक दूसरी ऊष्माक्षेपी प्रक्रिया है। यह (ऊष्मा) ऊर्जा हमारे भोजन से आती है। क्या आप जानते हैं भोजन के कौन से प्रकार हमें ऊर्जा देते है। खाद्य जो हम चावल, आलू और रोटी के रूप में खाते हैं वह कार्बोहाइड्रेट के स्रोत हैं। पाचन के दौरान कार्बोहाइड्रेट ग्लूकोज में बदल जाते हैं। ग्लूकोज हमारे शरीर की कोशिकाओं में ऑक्सीजन के साथ संयोग करके हमारे शरीर को ऊर्जा प्रदान करता है।

$$C_6H_{12}O_6\,(aq) + 6O_2\,(aq) \longrightarrow 6CO_2\,(aq) + \text{energy} \qquad ...(13)$$

जो लोग परिश्रम करते है उनको ऊर्जा की अधिक आवश्यकता होती है अतः चीनी, आलू चावल, रोटी इत्यादि से कार्बोहाइड्रेट की आवश्यकता पूरी करते हैं।

(iii) सब्जी या बायोमास का अपघटन होने पर खाद बनाना भी एक ऊष्माक्षेपी प्रक्रिया का उदाहरण हे। यदि आपके परिवेश में खाद बनाने वाले गड्ढ़े हैं तो आप स्वयं उनका निरीक्षण कर सकते हैं।

4.4.2 vi?kVu vfHkfØ;k;

आपने देखा है कि अनबुझा चूने का (चूना पत्थर) विलयन हमारे घरों की पुताई में उपयोग होता है। क्या आपने कभी सोचा है कि यह अनबुझा चूना कहाँ से प्राप्त होता है। इसे चूना पत्थर को भट्टी में जला कर प्राप्त करते है। चूना पत्थर गर्म होकर चूना व कार्बन डाईऑक्साइड देता है।

$$\underset{\text{चूना पत्थर}}{CaCO_3\,(s)} \xrightarrow{\text{गर्म}} \underset{\text{अनबुझा चूना}}{CaO\,(s)} + \underset{\text{कार्बन डाईऑक्साइड}}{CO_2\,(g)} \qquad ...(14)$$

यह अभिक्रिया अपघटन अभिक्रिया का उदाहरण है। ,d vi?kVu vfHkfØ;k og ftle ,d ;kfxd nk ;k nk l vf/kd inkFkk ¼rRo ;k ;kfxd½ e vi?kfVr gk tkrk gA अब हम कुछ क्रियाकलाप करते हैं।

fØ;kdyki 4.3

एक टेस्ट ट्यूव में लगभग 2.5 ग्राम फैरस सल्फेट को गर्म करें जैसा कि चित्र 4.3 में दिखाया गया है। टेस्ट ट्यूब का टेस्ट ट्यूब धारक की मदद से पकड़ो और धीरे-धीरे लौ के ऊपर गर्म करो। एक मिनट तक गर्म करने के बाद फैरस सल्फेट के रंग में परिवर्तन का निरीक्षण करो। ध्यानपूर्वक गैस की गंध सूघों। आप क्या महसूस करते हैं? फैरस सल्फेट कणों हरा रंग धीरे-धीरे क्षीण पड़ जाता है और सल्फर के जलने की गंध आती है।

$$FeSO_4.7H_2O\,(s) \xrightarrow{\text{गर्म}} FeSO_4\,(s) + 7H_2O\,(g)$$

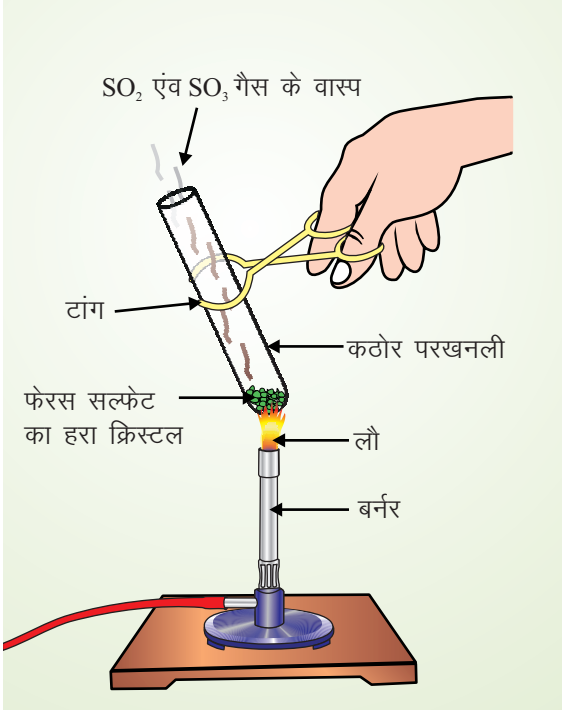
$$\underset{\text{फेरिक ऑक्साइड}}{2FeSO_4\,(s)} \xrightarrow{\text{गर्म}} Fe_2O_3\,(s) + \underset{\text{सल्फर डाईऑक्साइड}}{SO_2\,(g)} + \underset{\text{सल्फर ट्राइऑक्साइड}}{SO_3\,(g)} \qquad ...(15)$$

यहां फेरस सल्फेट ($FeSO_4.7H_2O$) कण पहले पानी खो देते हैं और फिर सल्फर डाईऑक्साइड व सल्फर ट्राई ऑक्साइड में अपघटित हो जाते हैं।

अपघटन अभिक्रिया का एक और उदाहरण नीचे दिया जाता है।

$$2\,Pb(NO_3)_2\,(s) \xrightarrow{\text{गर्म}} 2PbO\,(s) + 4NO_2\,(g) + O_2\,(g) \qquad ...(16)$$

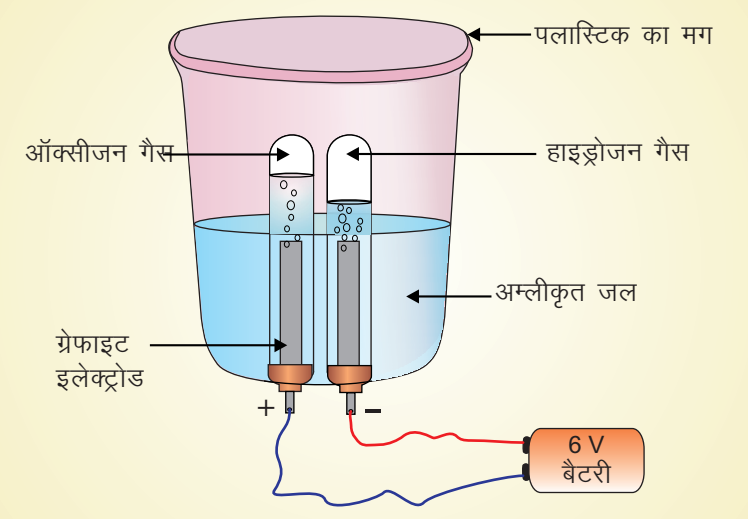
ऊपर दिये गये अभिक्रियाओं में ऊष्मा प्रदान करने से अपघटन होता है। इस तरह की अभिक्रिया m"eh; vi?kVu के वर्ग में रखे जाते हैं।



fp= 4.3 $FeSO_4.7H_2O$ का ऊष्मीय अपघटन

fØ;kdyki 4.4

एक प्लास्टिक मग ले लो। इसकी तली में दो छेद ड्रिल करें और इन छेद में रबर के ढ़क्कन लगा लें। अब इस रबड़ के ढ़क्कन के छेद में ग्रेफाइट इलेक्ट्रोड अंदर डाले जैसा कि चित्र 4.4 में दर्शाया गया है। इन इलेक्ट्रोड को एक 6 वोल्ट की बैटरी से जोड़े।



fp= 4.4 जल का विद्युत अपघटन

अब ध्यान से निरीक्षण करें कि क्या होता है। आपके दोनों इलेक्ट्रोड पर गैस के बुलबुले दिखाई देगें। दो टेस्ट ट्यूब ले लो। दोनों को पानी से भर कर ग्रेफाइट के इलेक्ट्रोड पर पलट दे। इलेक्ट्रोड पर बनने वाले बुलबुले पानी को विस्थापित करके टेस्ट ट्यूब में जाती है। कुछ समय बाद दोनों गैसों की मात्रा को जांचो। आप पायेगें कि दो गैसों (ऑक्सीजन व हाइड्रोजन) की मात्रा 1 : 2 के अनुपात में है। सावधानी से दोनों टेस्ट ट्यूब जिनमें गैस विद्यमान है को एक-एक करके हटा ले। और उनका परीक्षण शिक्षक की सहायता से करें।

यह दोनों गैस हाइड्रोजन व ऑक्सीजन हैं और उनका आयतन 2 : 1 क्रमशः के अनुपात में है। (गे-लुसाक के नियमानुसार) जल में विद्युत की धारा प्रवाहित करने से इस क्रिया में जल का अपघटन होता है। ऐसे मामलों में अपघटन क्रिया, गर्मी, बिजली या कभी-कभी सूर्य के प्रकाश के कारण होती है। og vfHkfØ;k ftlesa ,d ;kSfxd dk vi?kVu fctyh dh ÅtkZ ds dkj.k nks ;k nks ls vfèkd inkFkks± ¼rRoksa ;k ;kSfxdksa½ gksrk gS mls fo|qr vi?kVu vfHkfØ;k dgrs gSaA

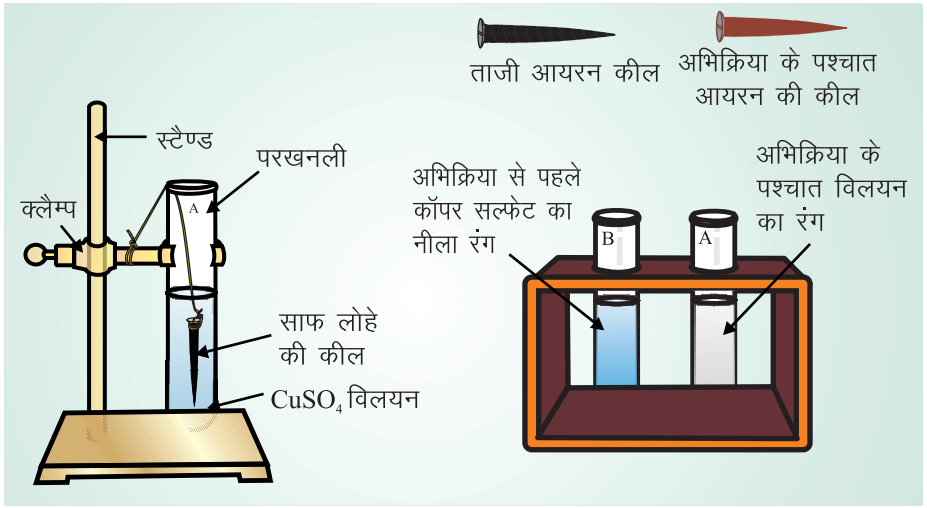
4.4.3 foLFkkiu vfHkfØ;k;sa

अभिक्रिया के इस प्रकार को समझने के लिये निम्न गतिविधि को करें।

fØ;kdyki 4.5

दो टेस्ट ट्यूब लें, प्रत्येक में 10 मि.ली. कॉपर सल्फेट का मिश्रण डालें और उनको अ और ब के रूप में चिन्हित करें। अब दो लोहे की कील ले उनहें रेत के कागज से साफ करें। टेस्ट ट्यूब (A) में धागे की मदद से एक लोहे की कील को मिश्रण में डुबो दे (जैसा चित्र 4.4 में दिखाया गया है) लगभग 20 मिनट के बाद लोहे की कील की सतह पर होने वाले परिवर्तन तथा कॉपर सल्फेट के मिश्रण के रंग में परिवर्तन का निरीक्षण करें। टेस्ट ट्यूब (A) में कॉपर सल्फेट के रंग की टेस्ट ट्यूब (A) के कॉपर सल्फेट के रंग से तुलना करिये। आप क्या पाते हैं? सावधानीपूर्वक

fp= 4.5 लोहा एवं कॉपर सल्फेट विलयन के बीच प्रतिक्रिया



टेस्ट ट्यूब अ में कील की सतह पर होने वाले परिवर्तन को देखिये। आप देखेंगे कि कील की सतह भूरी बन गई है। आपका क्या लगता है कि लोहे की कील किस तरह भूरी हो जाती है या कॉपर सल्फेट का रंग उड़ जाता है।

यह सभी निम्न रासायनिक अभिक्रिया के कारण होता है।

$$Fe\,(s) + CuSO_4\,(aq) \longrightarrow FeSO_4\,(aq) + Cu\,(s) \quad ...(17)$$

लोहा   कॉपर सल्फेट   फेरस सल्फेट   कॉपर

इस क्रिया में एक तत्व यानी लोहे ने कॉपर सल्फेट के मिश्रण में से कॉपर को हटा कर स्वयं उसका स्थान ले लिया है। इस प्रकार की क्रियाओं को विस्थापन अभिक्रियाओं की श्रेणी में रखा जाता है।

विस्थापन अभिक्रिया के अन्य उदाहरण हैं।

$$Zn\,(s) + CuSO_4\,(aq) \longrightarrow ZnSO_4\,(aq) + Cu\,(s) \quad ...(18)$$

$$Pb\,(s) + CuCl_2\,(aq) \longrightarrow PbCl_2\,(aq) + Cu\,(s) \quad ...(19)$$

क्योंकि जिंक और सीसा तांबे से अधिक क्रियाशील धातु हैं। इसलिये वह कॉपर को उसके यौगिक से प्रतिस्थापित करते हैं।

4.4.4 f}foLFkkiu vfHkfØ;k;s

इस प्रकार की क्रियाओं को समझने के लिये निम्न गतिविधि का अवलोकन करें।

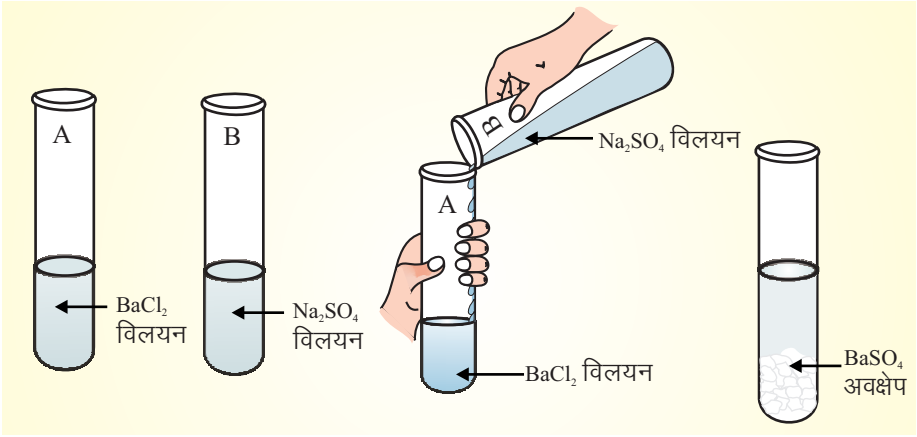
fØ;kdyki 4.6

दो टेस्ट ट्यूब ले लो उन्हें निशान A और B से चिन्हित करो। टेस्ट ट्यूब A में 4 मि.ली. सोडियम सल्फेट का विलयन लो और टेस्ट ट्यूब B में 4 मि.ली. बेरियम क्लोराइड का विलयन लो। अब टेस्ट ट्यूब A के विलयन को टेस्ट ट्यूब के विलयन में डाल दो। आप क्या महसूस करते हैं? एक सफेद पदार्थ बनता है जिसे vo{ki कहते हैं। इस क्रिया को इस रूप में लिखते हैं।

$$Na_2SO_4\,(aq) + BaCl_2\,(aq) \longrightarrow BaSO_4\,(s) + 2NaCl\,(aq) \quad ...(20)$$

सोडियम सल्फेट   बेरियम क्लोराइड   बेरियम सल्फेट   सोडियम क्लोराइड

बेरियम सल्फेट का सफेद अवक्षेप बेरियम Ba^{2+} व सल्फेट SO_4^{2-} के आयनों के क्रिया करने से बना है। दूसरा उत्पाद सोडियम क्लोराइड है जो विलयन में रहता है। ऐसी vfHkfØ;k;s ftlesa vfHkdkjdksa dk vk;uksa dk vknku iznku gksrk gS] f}foLFkkiu vfHkfØ;k;s dgykrh gSA आपके यौगिकों में होने वाली विभिन्न प्रकार की अभिक्रिया का पता लगाइए।



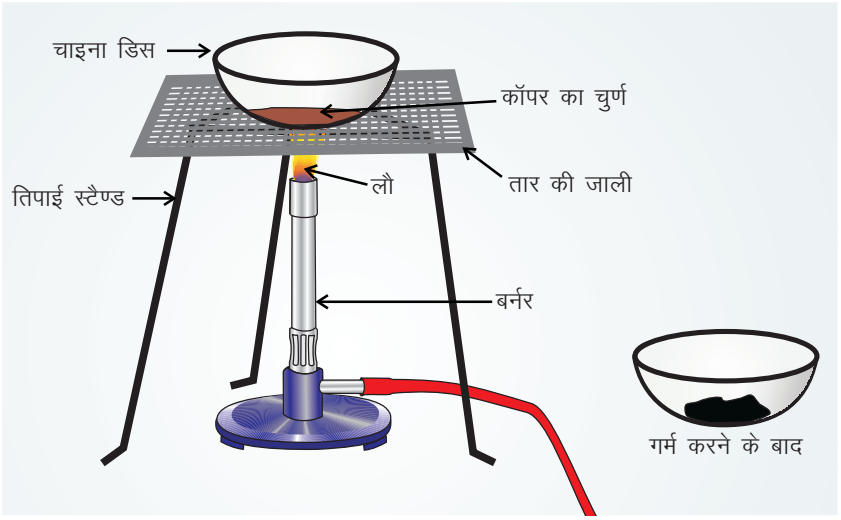
fp= 4.6 सोडियम सल्फेट एवं बेरियम सल्फेट के बीच अपक्षेपण अभिक्रिया

4.5 mip;u&vip;u ¼jMkDl½ vfHkfØ;k;sa

इस प्रकार की अभिक्रिया को समझने के लिये निम्नलिखित गतिविधि का अवलोकन करें।

fØ;kdyki 4.7

एक चीनी मिट्टी की प्याली में लगभग 2 ग्राम तांबे का पाउडर लें और तेज ताप पर गर्म करें। जैसा कि चित्र 4.7 में दिखाया गया है। आप क्या देखते हैं? कॉपर (तांवा) पाउडर काला हो जाता है। आप क्या सोचते है? ऐसा क्यों होता है? इसका कारण है कि जब ऑक्सीजन कॉपर के साथ क्रिया करती है, कॉपर ऑक्साइड बनता है जो काले रंग का होता है। इस क्रिया को इस प्रकार लिखते हैं।



fp= 4.7: कॉपर पाउडर का हवा में गर्म करना

$$2Cu\,(s) + O_2\,(g) \xrightarrow{\text{गर्म}} 2CuO\,(s) \qquad ...(21)$$

भूरा रंग — काला रंग

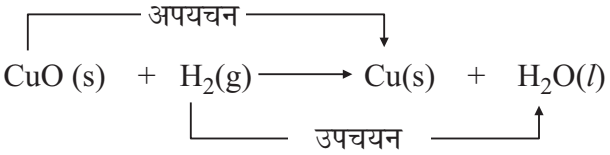
अब अगर आप इस काले पाउडर पर हाइड्रोजन गैस प्रसारित करें तो आप देखेंगे कि काले पाउडर की सतह भूरी जो कि तांबे का मूल रंग है हो जाती है। इस क्रिया को इस प्रकार लिख सकते हैं।

$$CuO\,(s) + H_2\,(g) \longrightarrow Cu\,(s) + H_2O\,(l) \qquad ...(22)$$

काला रंग — भूरा रंग

अभिक्रिया (21) में कॉपर ऑक्सीजन के साथ जुड़ जाता है और उसका उपचयन होना कहा जाता है। अभिक्रिया (22) में कॉपर ऑक्साइड ऑक्सीजन खो देता है, उसे अपचयन कहा जाता है। इस क्रिया में हाइड्रोजन के साथ ऑक्सीजन जुड़ जाती है अतः उसका उपचयन होता है। tc dkbZ inkFkZ fØ;k d le; vkDlhtu xg.k djrk gS rc mldk mip;u gksrk gS vkj tc og vkDlhtu dk R;kx djrk gS rk mldk vip;u gksrk gSA

अतः इस क्रिया के दौरान एक अभिकारक का आक्सीकरण होता है तथा दूसरे का अपयचन ,slh fØ;kvksa dk mip;u&vip;u vFkok ¼jhMkDl½ vfHkfØ;k dgrs gSA यह निम्नलिखित तरीके से चित्रित किया जा सकता है।



उपरोक्त प्रणाली में CuO ऑक्सीजन प्रदान करता है अतः यह एक उपचायक है और हाइड्रोजन इस ऑक्सीजन को ग्रहण करता है अतः वह एक अपचायक है। उपचयन-अपचयन क्रियाओं में उपचायक का अपचयन होता है और अपचायक का उपचयन होता है। रीडाक्स क्रिया के कुछ अन्य उदाहरण हैं।

$$ZnO\,(s) + C\,(s) \xrightarrow{\text{गर्म}} Zn\,(s) + CO\,(g) \qquad ...(23)$$

$$MnO_2\,(s) + 4HCl\,(aq) \longrightarrow MnCl_2\,(aq) + 2H_2O + Cl_2\,(g) \qquad ...(24)$$

सभी रेडॉक्स क्रियाओं में आपने देखा है कि एक यौगिक का उपचयन होता है और एक का अपचयन। mip;u d fcuk vip;u ugh gksrk gS vkj vip;u d fcuk mip;u ugh gksrk gSA रीडाक्स की क्रियाओं के इस पहलू को इलैक्ट्रॉन के लाभ और हानि के संदर्भ में मोटे तौर पर निम्न अनुभग में समझा जायेगा।

4.5.1 byDVªku ykHk vkj gkfu d lnHkZ e jhMkDl vfHkfØ;k;

अभी अपने उपचयन व अपचयन को ऑक्सीजन व हाइड्रोजन के लाभ और हानि के संदर्भ में सीखा है। हालांकि रीडाक्स क्रियाओं की यह परिभाषा केवल कुछ ही अभिक्रियाओं तक ही सीमित है।

आइये कुछ क्रियाओं पर विचार करें

$$Cu\,(s) + I_2\,(s) \longrightarrow CuI_2\,(s) \qquad ...(25)$$

$$Fe\,(s) + S\,(s) \xrightarrow{heat} FeS\,(s) \qquad ...(26)$$

उपरोक्त अभिक्रियाओं में ऑक्सीजन या हाइड्रोजन का लाभ या हानि शामिल नहीं है परन्तु यह भी उपचयन व अपचयन क्रिया के ही उदाहरण है। प्रतिक्रिया (25)

$$Cu\,(s) + I_2\,(s) \longrightarrow CuI_2\,(s) \qquad ...(27)$$

निम्नानुसार दो चरणों में लिखा जा सकता है

iFke pj.k $Cu \longrightarrow Cu^{2+} + 2e^-$

कॉपर परमाणु — कॉपर आयन — इलेक्ट्रॉन

f}rh; pj.k $I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$

आयोडीन इलेक्ट्रॉन — आयोडाइड आयन

प्रथम चरण में कॉपर का एक परमाणु दो इलेक्ट्रॉन त्यागकर क्यूप्रिक आयन Cu^{2+} में बदल जाता है और दूसरे चरण में आयोडीन के इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके 2 आयोडाइड आयन में बदल जाता है। यहां हम कहते हैं कि कापर का इलेक्ट्रॉन त्याग कर आक्सीकरण होता है और आयोडीन का इलेक्ट्रॉन ग्रहण करके अपचयन होता है। vr% ,d ,slh vfHkfØ;k ftle ,d ox byDVªku dk R;kx djrk g mip;u fØ;k dgykrh g rFkk og fØ;k ftle byDVªku dk xg.k djrk g vip;u fØ;k dgykrh gA वह पदार्थ, जो दूसरे पदार्थ का आक्सीकरण करता है mipk;d कहलाता है। जैसा कि पहले उल्लेख किया गया है आक्सीकारक का क्रिया के दौरान अपचयन होता है। इसी प्रकार वह पदार्थ जो दूसरे पदार्थ का अपचयन करता है vipk;d कहलाता है। क्रिया के दौरान अपचायक का आक्सीकरण होता है। अभिक्रिया (25) में कापर अपचायक व आयोडीन उपचायक का काम करते हैं।

इसी प्रकार अभिक्रिया (26) को इस प्रकार लिखा जा सकता है

iFke pj.k $Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^-$

आयरन परमाणु — आयरन आयन — इलेक्ट्रॉन

f}rh; pj.k $S + 2e^- \longrightarrow S^{2-}$

सल्फर परमाण — इलेक्ट्रॉन — सल्फर आयन

अब आप निम्न का उत्तर दिए गये स्थान में दे सकते हैं

(i) अपचायक .....

(ii) उपचायक .....

(iii) तत्व जिसका उपचयन होता है .....

(iv) तत्व जिसका अपचयन होता है .....

आपका उत्तर नीचे दिए गए नियम के अनुसार होना चाहिए।

byDVkuk d xg.k dk vip;u o byDVku d R;kxu dk उपचयन dgr gA

जैसा कि पहले उल्लेख किया गया है कि, उपचयन व अपचयन क्रियायें साथ-साथ होती है। निम्नलिखित प्रतिस्थापन अभिक्रिया हैं पर विचार करें

$$Zn\,(s) + CuSO_4\,(aq) \longrightarrow ZnSO_4\,(aq) + Cu\,(s)$$

अथवा $$Zn\,(s) + Cu^{2+}\,(aq) \longrightarrow Zn^{2+}\,(aq) + Cu\,(s) \quad ...(28)$$

यहां जिंक इलेक्ट्रॉन का त्याग करता है और Zn^{2+} में बदल जाता है। जिंक के द्वारा त्याग किये हुये इलेक्ट्रॉन को कॉपर Cu^{2+} आयन ग्रहण करता है और कॉपर में Cu. में बदल जाता है। उपचयन अपचयन की यह व्यापक परिभाषा बहुत सी अभिक्रियाओं के लिये प्रयुक्त हो सकती है। रेडॉक्स अभिक्रियाओं के कुछ और उदाहरण नीचे दिये गये हैः

$$Fe_2O_3\,(s) + 2Al\,(s) \longrightarrow Al_2O_3\,(s) + 2Fe\,(s)$$

$$2Na\,(s) + Cl_2\,(g) \longrightarrow 2NaCl\,(s)$$

$$2Mg\,(s) + O_2\,(g) \longrightarrow 2MgO\,(s)$$

ikBxr i'u 4.2

1. निम्नलिखित अभिक्रियाओं में कौन सा रीडॉक्स क्रिया के उदाहरण नहीं हैं।

(i) $AgNO_3\,(aq) + HCl\,(aq) \longrightarrow AgCl\,(s) + HNO_3\,(aq)$

(ii) $MnO_2\,(s) + 4HCl\,(aq) \longrightarrow MnCl_2\,(aq) + 2H_2O\,(l) + Cl_2\,(g)$

(iii) $4Na\,(s) + O_2\,(g) \longrightarrow 2Na_2O\,(s)$

2. निम्नलिखित क्रियाओं में आक्सीकारकों व अपचायकों की पहचान करोः

(i) $H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g)$

(ii) $H_2(g) + CuO(s) \longrightarrow Cu(s) + H_2O(l)$

(iii) $Zn(s) + 2AgNO_3(aq) \longrightarrow Zn(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$

4.5.2 ifrfnu dh fnup;k e: jhMkDl dk iHkko

हमने पिछले भाग में विभिनन प्रकार की रासायनिक अभिक्रियाओं के विषय में पढ़ा है। इस अभिक्रियाओं में से रीडॉक्स अभिक्रियायों का हमारे जीवन में सबसे अधिक महत्व हैं। यहां हम जंग की प्रक्रिया को उसके आर्थिक महत्ता के संदर्भ में चर्चा करेगें। हमारे भोजन व खाद्य पदार्थों का बासी होना सड़न की प्रक्रिया से सीधा जुड़ा है अतः काफी महत्वपूर्ण है। यह दोनों प्रक्रिया जंग लगना व बासी होकर सड़ना रीडाक्स क्रिया के ही परिणाम है।

- संक्षारण
- विकृतगंधिता

एक पदार्थ जिसमें बैक्टीरिया को खत्म करने की क्षमता होती है वह डिसइन्फेक्टेन्ट, बैक्टीरिसाइड या एक एन्टीसेप्टिक कहलाता है। बहुत प्रभावी डिसइन्फैक्टेन्ट शक्तिशाली आक्सीकारक है। एक ब्लीच (रेग हटाने वाला) रंगीन यौगि को आक्सीकरण दूसरे रंगहीन पदार्थों में कर देता है। बहुत से डिस्इन्फेक्टेन्ट युक्त जो कि ठोस यौगिकों के विभिन्न रूपों में मिलते है जैसे कि कैल्सियम हाइपोक्लोराइट, $(Ca(ClO)_2$, आक्सीकारक हैं।

एक आक्सी एसिटिलीन टार्च में जो कि बैल्डिंग और धातुओं को काटने में प्रयोग होती है, एसीटिलीन का आक्सीकरण होता है और बहुत ज्यादा तापमान उत्पन्न करती है।

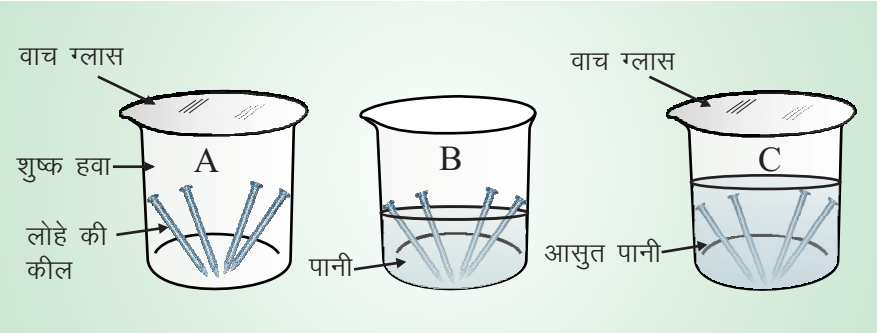
¼v½ l{kkj.k

जंग लगना एक विनाशकारी रासायनिक अभिक्रिया है जिसमें धातुओं का हवा और नमी की उपस्थिति में आक्सीकरण होता है। लोहे पर जंग लगना, चांदी का आभाहीन होना, तांबा, पीतल व कांसे पर एक हरी परत का जमना, जंग लगने के ही कुछ उदाहरण हैं। इसके कारण लोहे और स्टील से बनी हुई सभी मशीनें पुलों, जहाजों और कारोंको बहुत अधिक नुकसान पहुंचता है। इसको रोकने के उपाय और नुकसान पर प्रतिवर्ष करोड़ों रुपये का खर्च आता है। जंग लगने की प्रक्रिया को रोकना हमारे जैसे एक औद्योगिक विकासशील देशों के लिये एक बहुत बड़ी चुनौती है।

fØ;kdyki 4.8

तीन छोटे बीकर लें उनको A, B और C से चिन्हित कर लें। प्रत्येक बीकर में 2 ग्राम लोहे के किल डालें। बीकर A में कुछ भी न डाले और उसका मुँह वाच ग्लास से ढ़क दे बीकर B में पानी की कुछ बूंदे डाल कर दोनों को गीला करें। बीकर B को वातावरण में खुला छोड़ दे। बीकर C में इतना पानी डाले जिससे कि लोहे को किल पानी से पूरी तरह ढ़क जायें। तीनों बीकरों को लगभग तीन दिनों के लिए छोड़ दें। (चित्र 4.8) तीनों बीकर में होने वाले परिवर्तन का निरीक्षण

करें। बीकर A में लोहे के किलों पर कोई प्रभाव नहीं होता है। बीकर B में लोहे के किलों पर जंग लगता है और बीकर C में भी लोहे के दानों पर कोई असर नहीं होता है। अब अपनी इस जानकारी के आधार पर जंग के लिये आवश्यक स्थितियों को लिखिये।



fp= 4.8

t:x dk jkdju d: mik;

धातुओं विशेषकर लोहे को जंग लगने से बचाने के कई उपाय हैं:

- लोहे के ऊपर एक कम आक्सीकारक प्रवृत्ति की धातु की पतली परत चढ़ा दी जाती है। यह परत नमी व ऑक्सीजन जिसकी वजह से जंग लगता है, लोहे के संपर्क से दूर रखती है।
- धातु को एक दूसरी अधिक क्रियाशील धातु जिसका अधिक आसानी से आक्सीकरण हो जाता है के साथ जोड़ा जाता है या उसकी परत चढ़ा दी जाती है। उदाहरण के लिये लोहे को जंग से रक्षा के लिये जिंक की परत चढ़ा मैगनीशियम के साथ जोड़ देते हैं। लोहे की छड़ को पिघला हुआ जस्ता में डूबो कर उसकी सतह पर एक परत बना दी जाती है। लोहे के ऊपर जस्ते की परत बनाने की प्रक्रिया को गैल्वनीकरण कहा जाता है।
- धातु के ऊपर सुरक्षात्मक पेंट की परत चढ़ाना

fp= **4.9:** जंग लगा लोहे के नट व बोल्ट

¼c½ foÑrxf/krk

आपने लंबे समय से रखा हुआ तेल या वसायुक्त भोजन सूंघा अथवा चखा होगा। आप क्या पाते हैं? आप ताजे और रखे हुए तेल/घी की गंध में बहुत अंतर पायेंगे। ऐसा क्यों होता है? यह वास और तेल के आक्सीकरण होने के कारण होता है। इस परिवर्तन को विकृतगंधिता होना कहा जाता है। वसा व तेल के आक्सीकरण के परिणामस्वरूप (एसिड) अम्ल बनते है। ये अम्ल बनते है। ये अम्ल अप्रिय गंध और बुरा स्वाद देते हैं।

बहुत से खाद्य पदार्थ जो तेल या वास में तल कर पकाये जाते हैं। बिक्री के लिये हवा बंद डिब्बों में रखे जाते हैं। हवा बंद डिब्बे में खाद्य पदार्थ को रखने में ऑक्सीकरण की प्रक्रिया धीमी हो जाती है। आमतौर पर वसा व तेलयुक्त खाद्य पदार्थो में आक्सीकरण रोकने के लिये आक्सीकरण विरोधी पदार्थ डाले जाते हैं। क्या आप जानते हैं कि चिप्स निर्माता चिप्स में मौजूद तेल का ऑक्सीकरण रोकने के लिये चिप्स के बैग में नाइट्रोजन गैस को प्रवाहित करते हैं।

vkiu D;k lh[kk

- रासायनिक समीकरण एक अभिक्रिया का संक्षिप्त वर्णन है। यह अभिकारकों, उत्पादों और उनकी भौतिक अवस्था का प्रतिकात्मक प्रतिनिधित्व करता है।
- एक संतुलित रासायनिक समीकरण में रासायनिक प्रतिक्रिया में शामिल प्रत्येक प्रकार के परमाणुओं की संख्या अभिकारकों व उत्पादों की तरफ बराबर होती है।
- यदि आवेशित स्पीशीज शामिल होती है तो अभिकारकों पर आपवेश का जोड़ उत्पादों पर आवेश के जोड़ के बराबर होता है।
- एक रासायनिक समीकरण के संतुलन के दौरान अभिकारकों व उत्पादों के सूत्रों में परिवर्तन की अनुमति नहीं है। अतः एक संतुलित रासायनिक समीकरण द्रव्यमान का संरघण नियम तथा स्थिर अनुपात के नियम का अनुसरण करता है।
- एक संयोगात्मक अभिक्रिया में दो या दो से अधिक पदाथो के संयोग से केवल एक नया पदार्थ बनता है।
- एक अपघट अभिक्रिया में एक पदार्थ का अपघटन होकर दो या अधिक पदार्थ बनते है। अतः अपघटन अभिक्रियायें संयोगात्मक क्रियाओं का विपरीत हैं।
- वह अभिक्रिया जिसमें उत्पाद निर्माण के दौरान ऊष्मा का निर्माण होता है ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया कहलाती है और वह अभिक्रिया जिसमें उत्पाद के निर्माण के दौरान ऊष्मा अवशोषित होती है ऊष्माशोषी अभिक्रिया कहलाती है।
- प्रतिस्थापन अभिक्रिया में एक तत्व दूसरे तत्व को उसके यौगिक से हटाकर स्वयं उसका स्थान ले लेता है।
- जब दो विभिन्न आयनों का दो अभिकारकों के बीच आदान प्रदान होता है तो द्विविस्थापन अभिक्रिया होती है।

- अवक्षेपित अभिक्रिया दो पदार्थों के बीच आयनों के आदान प्रदान का परिमणाम है अघुलनशील लवण का निर्माण करते हैं।
- आक्सीकरण, ऑक्सीजन के ग्रहण करने और हाइड्रोजन का त्याग करना तथा अपचयन ऑक्सीजन की हानि और हाइड्रोजन ग्रहण करने की प्रक्रिया है। आक्सीकरण और अपचयन क्रियायें साथ-साथ होती हैं और उन्हें आक्सीकरण-अपचयन (रीडाक्स) अभिक्रिया कहते हैं।
- रीडाक्स अभिक्रियाओं को मोटे तौर पर इलेक्ट्रोन के हानि और लाभ के संदर्भ में परिभाषित किया जा सकता है। इलेक्ट्रोन के लाभ से अपयचन होता है। इलेक्टॉन की हानि से ऑक्सीकरण होता है।
- रीडाक्स अभिक्रियाओं का हमारे दैनिक जीवन और उद्योगों में अत्यधिक महत्व होता है।

ikBkUr i'u

1. A. निम्नलिखित के रासायनिक समीकरण लिखो व उन्हें संतुलित करोः

   (a) कार्बन + ऑक्सीजन ———→ कार्बन डाईऑक्साइड

   (b) हाइड्रोजन + क्लोरीन ———→ हाइड्रोजन क्लोराइड

   (c) बेरियम क्लोराइड + सोडियम सल्फेट ———→ बेरियम सल्फेट + सोडियम क्लोराइड

   B. निम्नलिखित क्रियाओं को उनके प्रतीक भौतिक अवस्था व आवश्यक दर्शाये यदि कोई है तो तीर के ऊपर दर्शाकर उनका संतुलित समीकरण बनायें।

   (a) नाइट्रोजन 200 वायुमण्डलीय दबाब व 600°C तापमान पर उत्प्रेरक के रूप में लोहे की उपस्थिति में हाइड्रोजन से क्रिया करता अै और अमोनिया उत्पाद प्राप्त होता है।

   (b) सोडियम हाइड्रोक्साइड का जलीय विलयन हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ क्रिया करके सोडियम क्लोराइड और पानी का उत्पादन करता है।

   (c) क्लोरीन गैस की उपस्थिति में फास्फोरस जल कर फास्फोरस पेंटाक्लोराइड बनाता है।

   C. निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों को संतुलित कीजियेः

   (a) $Ca(OH)_2 + HNO_3 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O$

   (b) $BaCl_2\,(aq) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow BaSO_4\,(s) + HCl\,(aq)$

   (c) $Cu\,SO_4\,(aq) + Zn\,(s) \longrightarrow ZnSO_4\,(aq) + Cu\,(s)$

   (d) $H_2S\,(g) + SO_2\,(g) \longrightarrow S\,(s) + H_2O\,(l)$

(e) $BaCl_2\,(aq) + Al_2(SO_4)_3\,(aq) \longrightarrow AlCl_3\,(aq) + BaSO_4\,(s)$

(f) $Pb(NO_3)_2\,(aq) + Fe_2(SO_4)\,(aq) \longrightarrow Fe(NO_3)_3\,(aq) + PbSO_4\,(s)$

(g) कैल्शियम हाइड्राक्साइड + कार्बन डाईऑक्साइड ⟶ कैल्शियम कार्बोनेट + पानी

(h) एल्यूमिनियम + कॉपर (II) क्लोराइड ⟶ एल्यूमिनियम क्लोराइड + कोपर

(i) कैल्शियम कार्बोनेट + हाइड्रोक्लोरिक अम्ल ⟶ कैल्शियम क्लोराइड + पानी + कार्बन डाइऑक्साइड

2. एक संतुलित रासायनिक समीकरण क्या है? एक संतुलित रासायनिक समीकरण के तीन अभिलक्षण लिखिए।

3. एक विस्थापन प्रतिक्रिया क्रिया किस तरह से उभय विस्थापन क्रिया से भिन्न है। उपयुक्त उदाहरणों के साथ समझाइऐ।

4. क्या होता है जब तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल को लोहे के बुरादे में डाला जाता है? निम्नलिखित में से सही उत्तर के कलये (√) का चिन्ह लगाइये।

(a) हाइड्रोजन गैस और आयरन क्लोराइड का उत्पादन होता है।

(b) आयरन क्लोराइड और क्लोरीन गैस का उत्पादन होता है।

(c) आयरन हाइड्रोक्साइड और पानी का उत्पादन होता है।

(d) कोई क्रिया नहीं होती है।

7. ऊष्माक्षेपी अभिक्रिया से आप कया समझते है? एक उपयुकत उदाहरण दें।

8. निम्नलिखित क्रियाओं को संयोजन, अपघटन, विस्थापन या उभय विस्थापन अभिक्रियाओं के रूप में वर्गीकरण कजिये।

(a) $Zn\,(s) + 2Ag\,NO_3\,(aq) \longrightarrow Zn\,(NO_3)_2 + 2Ag\,(s)$

(b) $2KNO_3\,(s) \xrightarrow{\text{गर्म}} 2KNO_2 + O_2\,(g)$

(c) $Ni\,(NO_3)_2\,(aq) + 2NaOH\,(aq) \longrightarrow Ni(OH)_2\,(s) + 2NaNO_3\,(aq)$

(d) $2KClO_3\,(s) \longrightarrow 2KCl\,(s) + 3O_2\,(g)$

(e) $MgO\,(s) + C\,(s) \longrightarrow CO\,(g) + Mg\,(s)$

9. संयोजन व अपघटन अभिक्रिया के बीच क्या अंतर है? उपयुक्त उदाहरणों के द्वारा स्पष्ट करिये।

10. क्या अपचयन के बिना ऑक्सीकरण होता है? अपने उत्तर का औचित्य बताइए।

11. क्या आपको लगता है कि संयोजन क्रिया व विस्थापन क्रिया को एक साथ रीडाक्स की श्रेणी में रख सकते है? उपयुक्त उदाहरण के साथ इस पहलू पर चर्चा करें।

12. प्रतिदिन की दिनचर्या से संबंधित रीडाक्स क्रिया के दो उदाहरण दीजिये।

13. निम्नलिखित क्रियाओं में आक्सीकृत एवं अपचयित हुये पदार्थों के नाम बताइये। साथ ही आक्सीकारक व अपचायक के नाम बताइये।

(a) $Ca\,(s) + Cl_2\,(g) \xrightarrow{\text{गर्म}} CaCl_2\,(s)$

(b) $3MnO_2\,(s) + 4Al\,(s) \xrightarrow{\text{गर्म}} 3Mn\,(l) + 2Al_2O_3\,(s)$

(c) $Fe_2O_3\,(s) + 3CO\,(g) \xrightarrow{\text{गर्म}} 2Fe\,(s) + 3CO_2\,(g)$

14. निम्नलिखित को इलेक्ट्रॉन के हस्तांतरण के संदर्भ में समझाइए :

(a) उपचयन

(b) अपचयन

15. आयतन के स्थिर अनुपात का नियम क्या होता है? व्याख्या कीजिए।

ikBxr i'uksa ds mÙkj

4.1

1. (i) $Zn(s) + 2HCl\,(aq) \longrightarrow ZnCl_2(aq) + H_2(g)$

(ii) $2HgO\,(s) \longrightarrow 2Hg\,(l) + O_2$

2. (i) $H_2SO_4\,(aq) + 2NaOH\,(aq) \longrightarrow Na_2SO_4\,(aq) + 2H_2O\,(l)$

(ii) $2Al\,(s) + 6HCl\,(aq) \longrightarrow 2AlCl_3\,(aq) + 3\,H_2\,(g)$

3 गैसों की रासायनिक क्रिया के समय उने अभिकारकों व उत्पाद का आयतन सरल पूर्णांकों से संबंधित होता है, यदि उनका आयतन एक ही तापमन व दाब पर मापा जाये तो एक संतुलित गैसीय रासायनिक अभिक्रिया में हमें अभिकारक व उत्पाद के आयतन व मोल में आपस में संबंद्ध मिलता है।

4.2

1. निम्नलिखित अभिक्रिया एक रीडॉक्स अभिक्रिया का उदाहरण नहीं है

(i) $AgNO_3(aq) + HCl\,(aq) \longrightarrow AgCl(s) + HNO_3(aq)$

2. (i) H_2 का आक्सीकरण व Cl_2 का अपचयन होता है।

(ii) H_2 का आक्सीकरण व CuO का अपचयन होता है।

(iii) Zn का आक्सीकरण व Ag^+ का $(AgNO_3)$ में अपचयन होता है।