

### 3. रासायनिक अभिक्रिया व समीकरणे



➤ रासायनिक अभिक्रिया

➤ रासायनिक समीकरण संतुलित करणे

➤ रासायनिक अभिक्रियांच्या लेखनाचे नियम

➤ रासायनिक अभिक्रियांचे प्रकार



**थोडे आठवा.**

1. मूलद्रव्यांच्या आणि संयुगांच्या रेणूंचे प्रकार कोणकोणते आहेत ?
2. मूलद्रव्यांची संयुजा म्हणजे काय ?

3. विविध संयुगांची रासायनिक रेणुसूत्रे लिहिण्यासाठी कोणती माहिती आवश्यक असते ? संयुगांची रेणुसूत्रे कशी लिहितात ?  
मूलद्रव्यांच्या रासायनिक संयोगाने संयुगे कशी तयार होतात हे आपण मागील इयत्तांमध्ये पाहिले. आपण हेही शिकलो की रासायनिक बंध तयार करण्यामागे जी प्रेरकशक्ती असते ती म्हणजे पूर्ण अष्टकस्थितीचे इलेक्ट्रॉन संरूपण प्राप्त करणे. पूर्ण अष्टकस्थिती प्राप्त करण्यासाठी अणू एकमेकांबरोबर संयुजा इलेक्ट्रॉनची देवाणघेवाण किंवा त्याचे संदान (sharing) करतात.

#### रासायनिक अभिक्रिया (Chemical Reaction)

18 व्या व 19 व्या शतकांमधील काही शास्त्रज्ञांनी रासायनिक अभिक्रियांच्या संदर्भात मूलभूत प्रयोग केले होते. त्यांनी प्रयोगांतून असे सिद्ध करून दाखविले की रासायनिक अभिक्रिया होताना द्रव्याचे संघटन बदलते आणि हा बदल कायमस्वरूपी असतो. ह्या उलट भौतिक बदलाच्या वेळी केवळ द्रव्याची अवस्था किंवा रूप यांच्यात बदल होतो आणि हा बदल बऱ्याचवेळा तात्पुरत्या स्वरूपाचा असतो.

पुढील तक्त्यात दिलेल्या घटनांमधील भौतिक व रासायनिक बदल ओळखा.

घटना	भौतिक बदल	रासायनिक बदल
1. बर्फाचे पाण्यात रूपांतर होणे.	✓	
2. अन्न शिजणे.		✓
3. फळ परिपक्व होणे.		
4. दुधाचे दह्यात रूपांतर होणे.		
5. पाण्याचे बाष्पीभवन होणे.		
6. जठरामध्ये अन्न पचणे.		
7. डांबर गोळी हवेत उघडी ठेवल्यास तिचा आकार कमी होणे.		
8. शहाबादी फरशीवर/कडप्यावर लिंबाच्या रसाचे डाग पडणे.		
9. उंचीवरून पडून काचेची वस्तू फुटणे.		

#### 3.1 काही घटना

**टीप :** मित्रमैत्रिणींचा गट करून पुढील दिलेल्या कृती करा. जिथे आवश्यकता वाटेल तेथे शिक्षकांची मदत घ्या.



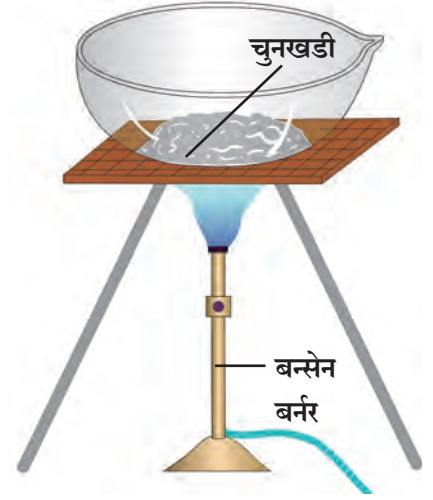
**करून पहा.**

**साहित्य :** तापमापी, बाष्पनपात्र, तिवई, नरसाळे, परीक्षानळ्या, बन्सेन बर्नर, इत्यादी.

**रासायनिक पदार्थ :** चुनखडीचे चूर्ण, कॉपर सल्फेट, कॅल्शियम क्लोराईड, पोटॅशियम क्रोमेट, जस्ताची पूड, सोडियम कार्बोनेट, थॅलिक अनहायड्राईड, इत्यादी.

**कृती :** खाली दिल्याप्रमाणे 1 ते 5 ह्या कृती करा. त्यापैकी कृती 2 ते 4 मध्ये तापमापीच्या साहाय्याने तापमान मोजून त्याची नोंद करा.

1. बाष्पनपात्रामध्ये एक चमचाभर चुनखडी ( $\text{CaCO}_3$ ) चे चूर्ण घ्या. त्याला मोठ्या निळ्या ज्योतीने भरपूर उष्णता द्या.
2. कॉपर सल्फेटच्या ( $\text{CuSO}_4$ ) द्रावणात जस्ताची पूड (Zn dust) घाला.
3. बेरिअम सल्फेटच्या ( $\text{BaSO}_4$ ) द्रावणात पोटॅशियम क्रोमेटचे ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) द्रावण घाला.
4. कॅल्शियम क्लोराइडच्या ( $\text{CaCl}_2$ ) द्रावणात सोडियम कार्बोनेटचे ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) द्रावण घाला.
5. एका बाष्पनपात्रामध्ये थॅलिक अन्हायड्राइड घ्या. नरसाळ्याच्या नळीचे तोंड कापसाने बंद करून हे नरसाळे बाष्पनपात्रावर उपडे ठेवा. आता बाष्पनपात्राला तिवईवर लहान निळ्या ज्योतीने मंद उष्णता द्या. उष्णता देत असताना तुम्हांला नरसाळ्याच्या आत काय दिसले? सर्व कृतींची निरीक्षणे नोंदवा. काय दिसून आले?



### 3.2 चुनखडी तापवणे

कृती 1 ते 5 च्या अनुषंगाने पुढील निरीक्षण तक्ता पूर्ण करा.

कृती	रंगातील बदल (असल्यास)	वायू बाहेर पडतो (हो/नाही)	तापमानातील बदल (असल्यास)	बदलाचा प्रकार रासायनिक/भौतिक
1				
2				
3				
4				
5				

### 3.3 निरीक्षण तक्ता



शोध घ्या

तुमच्या दैनंदिन जीवनात घडणाऱ्या अनेक घटनांमध्ये तुम्ही जे भौतिक व रासायनिक बदल अनुभवता त्यांचे निरीक्षण करून नोंदी ठेवा.

तापमान, दाब यांच्यासारखे परिमापी (Parameters) बदलल्यामुळे भौतिक बदल (Physical change) घडतो. बऱ्याच वेळा भौतिक बदल हा प्रत्यावर्ती (Reversible) असतो. भौतिक बदलामध्ये द्रव्याचे संघटन आहे तसेच राहते. उदा. बर्फ तापविल्यावर त्याचे पाण्यात रूपांतर होते व पाणी थंड केल्यावर त्याचे बर्फात रूपांतर होते. या उलट, एखाद्या प्रक्रियेत द्रव्याचे संघटन बदलले तर त्याला रासायनिक बदल म्हणतात. जेव्हा एखादी प्रक्रिया किंवा घटना म्हणजे रासायनिक बदल आहे असे आपण म्हणतो तेव्हा संबंधित द्रव्यात काही रासायनिक अभिक्रिया घडतात.

रासायनिक अभिक्रिया म्हणजे अशी प्रक्रिया असते की जी घडताना काही पदार्थांमधील रासायनिक बंधांचे विभाजन होऊन नवीन रासायनिक बंध तयार होतात व त्या पदार्थांचे रूपांतर नवीन पदार्थांमध्ये होते. जे पदार्थ बंध विभाजनाद्वारे रासायनिक अभिक्रियेत सहभागी होतात त्यांना 'अभिक्रियाकारक किंवा अभिकारक' असे म्हणतात. या उलट रासायनिक अभिक्रियेचा परिणाम म्हणून नवीन बंध तयार होऊन जे पदार्थ नव्याने तयार होतात त्यांना 'उत्पादिते' म्हणतात. उदाहरणार्थ, कोळशाचे हवेच्या उपस्थितीत ज्वलन होऊन कार्बन डाय ऑक्साइड वायू तयार होतो ही एक रासायनिक अभिक्रिया आहे. या अभिक्रियेत कोळसा (कार्बन) व ऑक्सिजन (हवेतील) हे अभिकारक आहेत तर कार्बन डाय ऑक्साइड हे उत्पादित आहे. रासायनिक अभिक्रिया दर्शविण्यासाठी रासायनिक समीकरण लिहितात.

## रासायनिक समीकरणे (Chemical equations)

प्रथम एक रासायनिक अभिक्रिया पाहू. कृती 2 मध्ये कॉपर सल्फेटच्या (CuSO<sub>4</sub>) निळ्या रंगाच्या द्रावणात जस्ताची पूड (Zn dust) घातल्यावर झिंक सल्फेटचे (ZnSO<sub>4</sub>) रंगहीन द्रावण तसेच लालसर रंगाचे तांब्याचे कण तयार होतात. ही रासायनिक अभिक्रिया पुढीलप्रमाणे संक्षिप्त रूपात मांडता येते.

कॉपर सल्फेटचे जलीय द्रावण + जस्ताची भुकटी → झिंक सल्फेटचे जलीय द्रावण + तांबे..... (1)

अशा प्रकारे शब्दांच्या स्वरूपात केलेल्या रासायनिक अभिक्रियेच्या साध्या मांडणीलाच 'शाब्दिक समीकरण' असे म्हणतात. हेच शाब्दिक समीकरण अजूनही संक्षिप्त स्वरूपात रासायनिक सूत्रांचा वापर करून पुढीलप्रमाणे लिहितात.



रासायनिक सूत्रांचा वापर करून रासायनिक अभिक्रियेच्या संक्षिप्त स्वरूपात केलेल्या मांडणीला रासायनिक समीकरण असे म्हणतात. वरील समीकरणात कॉपर सल्फेट (CuSO<sub>4</sub>) व जस्त (Zn) ही अभिक्रियाकारके आहेत. त्यांची एकमेकांबरोबर रासायनिक अभिक्रिया होऊन संपूर्णपणे वेगळे गुणधर्म असलेले तांब्याचे कण (Cu) व रंगहीन झिंक सल्फेटचे द्रावण (ZnSO<sub>4</sub>) ही उत्पादिते तयार होतात. अभिक्रिया होताना CuSO<sub>4</sub> ह्या अभिकारकामधील आयनिक बंधाचे विभाजन होते तसेच ZnSO<sub>4</sub> ह्या उत्पादितातील आयनिक बंध अभिक्रिया होताना तयार होतो.

## रासायनिक समीकरणाचे लेखन

रासायनिक समीकरणाचे लेखन करताना पाळण्यात येणारे संकेत आता पाहू

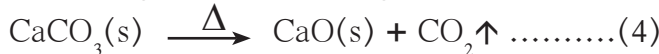
1. रासायनिक समीकरण लिहिताना अभिक्रियाकारके डाव्या बाजूला तर उत्पादिते उजव्या बाजूस लिहितात. अभिक्रियाकारकांपासून उत्पादितांच्या दिशेने जाणारा बाण या दोघांच्या मध्ये काढतात. हा बाण रासायनिक अभिक्रियेची दिशा दर्शवितो.

2. जर दोन किंवा अधिक अभिक्रियाकारके किंवा उत्पादिते असतील तर त्यांच्यामध्ये अधिक (+) या चिन्हाचा वापर करतात. उदा. समीकरण (2) मध्ये CuSO<sub>4</sub> व Zn ह्या अभिक्रियाकारकांमध्ये अधिक (+) चिन्ह दर्शविले आहे. तसेच ZnSO<sub>4</sub> व Cu ह्या उत्पादितांमध्ये अधिक (+) चिन्ह दर्शविले आहे.

3. रासायनिक समीकरण जास्त माहितीपूर्ण बनविण्यासाठी अभिक्रियाकारके आणि उत्पादिते यांच्या भौतिक अवस्था समीकरणात नमूद करतात. त्यांच्या वायुरूप, द्रवरूप व स्थायुरूप अवस्था अनुक्रमे (g), (l) व (s) ही अक्षरे कंसात लिहून दर्शविल्या जातात. तसेच उत्पादित वायुरूप असेल तर (g) ऐवजी ↑ असे वरची दिशा दाखवणाऱ्या बाणाने दर्शवता येते व उत्पादित अविद्राव्य स्थायुरूपात तयार झाले असेल म्हणजेच अवक्षेप रूपात तयार झाले असेल तर (s) ऐवजी ↓ असे खालची दिशा दाखवणाऱ्या बाणाने दर्शवता येते. जर अभिक्रियाकारके आणि उत्पादिते पाण्यातील द्रावणाच्या रूपात असतील तर अशांना जलीय द्रावण म्हणतात व त्यांच्या पुढे (aq) ही अक्षरे कंसात लिहून त्यांची जलीय द्रावणाची अवस्था दर्शवितात. यानुसार समीकरण (2) चे पुनर्लेखन समीकरण (3) ह्या स्वरूपात पुढीलप्रमाणे होते.



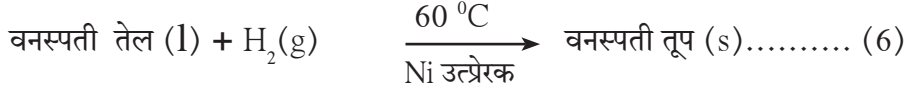
4. जेव्हा रासायनिक अभिक्रिया घडण्यासाठी बाहेरून उष्णता द्यावी लागते तेव्हा ते अभिक्रियादर्शक बाणाच्या वर Δ हे चिन्ह काढून दर्शवतात. उदा. चुनखडी तापविल्यावर चुनकळी तयार होते ही अभिक्रिया खालीलप्रमाणे लिहितात.



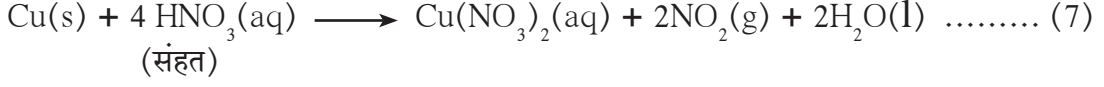
तसेच कॉपर सल्फेटचे जलीय द्रावण व जस्ताची पूड यांच्यात अभिक्रिया होताना उष्णता बाहेर पडते हे खालीलप्रमाणे दर्शवितात.



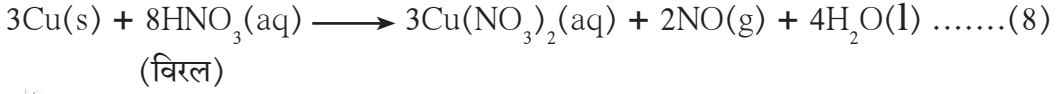
5. काही अभिक्रिया घडून येण्यासाठी विशिष्ट तापमान, विशिष्ट दाब, उत्प्रेरक, इत्यादी अटींची पूर्तता होणे आवश्यक असते. अशा अटी अभिक्रियादर्शक बाणाच्या खाली किंवा वर दर्शवितात. उदा वनस्पती तेलाची 60 °C तापमानाला Ni उत्प्रेरकाच्या सानिध्यात हायड्रोजन वायूबरोबर अभिक्रिया होऊन वनस्पती तूप तयार होते, हे पुढीलप्रमाणे लिहितात.



अभिक्रियाकारकांविषयी/उत्पादितांविषयी असणारी विशेष माहिती किंवा त्यांची नावे त्यांच्या सूत्राखाली लिहितात. उदा. तांब्याची संहत नायट्रिक आम्लाबरोबर अभिक्रिया केली असता तांबूस रंगाचा विषारी नायट्रोजन डायऑक्साइड वायू तयार होतो.



परंतु तांब्याची विरल नायट्रिक आम्लाबरोबर अभिक्रिया केली असता नायट्रिक ऑक्साइड वायू तयार होतो.



**साहित्य :** परीक्षानळी, शंकुपात्र, तराजू इत्यादी.

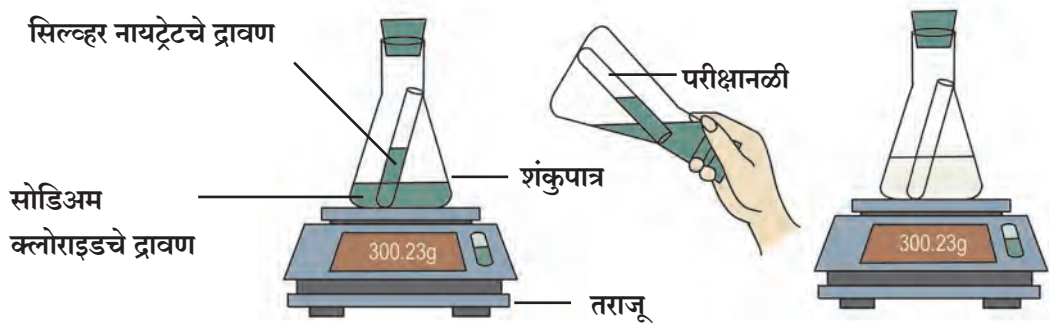
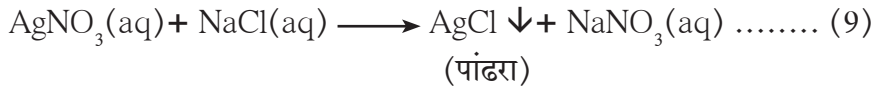
**रासायनिक पदार्थ :** सोडिअम क्लोराइड, सिल्व्हर नायट्रेट यांची द्रावणे.

**कृती :**

1. सोडिअम क्लोराइडचे द्रावण शंकुपात्रात घ्या व सिल्व्हर नायट्रेटचे द्रावण परीक्षानळीत घ्या.
2. परीक्षानळीला दोरा बांधून काळजीपूर्वक ती शंकुपात्रात सोडा. रबरी बूच लावून शंकुपात्र हवाबंद करा.
3. शंकुपात्राचे तराजूच्या सहाय्याने वजन करा.
4. आता शंकुपात्र तिरके करून परीक्षानळीतील द्रावण शंकुपात्रातील द्रावणात मिसळा.
5. शंकुपात्राचे पुन्हा वजन करा.

तुम्हाला कोणते बदल आढळले ? एखादा अविद्राव्य पदार्थ तयार झाला का ? वजनामध्ये काही बदल झाला का ? वरील कृतीकरिता शाब्दिक समीकरण पुढीलप्रमाणे लिहितात.

सिल्व्हर नायट्रेट + सोडिअम क्लोराइड  $\longrightarrow$  सिल्व्हर क्लोराइड + सोडिअम नायट्रेट  
वरील शाब्दिक समीकरण दर्शविण्यासाठी खालील रासायनिक समीकरण लिहितात.



### 3.4 सोडिअम क्लोराइड व सिल्व्हर नायट्रेटची अभिक्रिया



माहीत आहे का तुम्हांला ?

सिल्व्हर नायट्रेटचा वापर मतदानाच्या शाईमध्ये केला जातो.



शोध घ्या

दैनंदिन जीवनात सिल्व्हर नायट्रेटचे इतर उपयोग कोणते ?

### रासायनिक समीकरणांचे संतुलन करणे

समीकरण (9) च्या आधारे बाजूचा तक्ता भरा.  
या समीकरणामध्ये अभिक्रियाकारकांमधील मूलद्रव्यांच्या अणूंची संख्या ही उत्पादितांमधील त्या त्या मूलद्रव्यांच्या अणूंच्या संख्येइतकीच आहे असे दिसते. अशा समीकरणाला 'संतुलित समीकरण' असे म्हणतात. जर प्रत्येक मूलद्रव्याच्या अणूंची संख्या रासायनिक समीकरणाच्या दोन्ही बाजूंना समान नसेल तर अशा समीकरणाला 'असंतुलित समीकरण' असे म्हणतात.

	अभिक्रियाकारके (डावी बाजू)	उत्पादिते (उजवी बाजू)
मूलद्रव्य	अणुसंख्या	अणुसंख्या
Ag		
N		
O		
Na		
Cl		

### 3.5 समीकरण (9) माहिती तक्ता



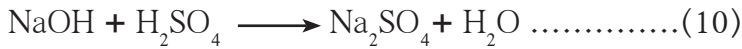
हे नेहमी लक्षात ठेवा.

कोणत्याही अभिक्रियेमध्ये उत्पादितांमधील प्रत्येक मूलद्रव्याचे एकूण वस्तुमान हे अभिकारकांमधील त्या त्या मूलद्रव्याच्या एकूण वस्तुमानाइतकेच असते. तुम्ही मागील इयत्तेत अभ्यासलेल्या वस्तुमानाच्या अक्षय्यतेच्या नियमाशी हे सुसंगत आहे.

### रासायनिक समीकरण संतुलित करण्याच्या पायऱ्या

रासायनिक समीकरणाचे संतुलन पायरी पायरीने करतात. यासाठी प्रयत्न - प्रमाद पद्धती वापरतात. उदाहरण म्हणून पुढील शाब्दिक समीकरण पहा: सोडिअम हायड्रॉक्साइड + सल्फ्यूरिक ॲसिड → सोडिअम सल्फेट + पाणी

पायरी I : दिलेले समीकरण रासायनिक सूत्रे वापरून पुन्हा लिहा.



पायरी II : समीकरण (10) हे संतुलित आहे की नाही हे तपासण्यासाठी समीकरणाच्या दोन बाजूंच्या विविध मूलद्रव्यांच्या अणुसंख्येची तुलना करा. असे दिसते की, दोन बाजूंना सर्व मूलद्रव्यांची अणुसंख्या समान नाही. म्हणजेच समीकरण (10) हे संतुलित समीकरण नाही.

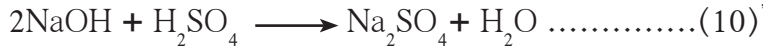
	अभिक्रियाकारके (डावी बाजू)	उत्पादिते (उजवी बाजू)
मूलद्रव्य	अणु संख्या	अणु संख्या
Na	1	2
O	5	5
H	3	2
S	1	1

पायरी III : समीकरणाच्या संतुलनाची सुरुवात ज्या संयुगात जास्तीत जास्त अणू आहेत त्या संयुगापासून करणे सोयीचे असते, तसेच ह्या संयुगातील ज्या मूलद्रव्याचे अणू दोन बाजूंना असमान असतील त्या मूलद्रव्याचा विचार प्रथम करणे सोयीचे असते.

i. समीकरण (10) मध्ये  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  व  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ह्या दोन्ही संयुगांमध्ये प्रत्येकी 7 याप्रमाणे जास्तीत जास्त अणू आहेत. यापैकी कोणाचीही निवड करता येईल.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ह्या संयुगाची निवड करा. ह्या संयुगातील मूलद्रव्यांपैकी सोडिअमच्या अणूंची संख्या दोन बाजूंना असमान असल्याने संतुलनासाठी सोडिअमची निवड करा. हे लक्षात ठेवा की अणुसंख्येचे संतुलन करताना संयुगांचे सूत्र बदलून चालत नाही.

सोडिअमची अणुसंख्या	अभिकारकांत (NaOH मध्ये)	उत्पादितांत ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ मध्ये)
सुरुवातीला	1	2
संतुलन करताना	1 x 2	2

म्हणजेच, येथे सोडिअमची अणुसंख्या दोन करण्यासाठी NaOH हे सूत्र बदलून  $\text{Na}_2\text{OH}$  असे करता येणार नाही. त्याऐवजी NaOH ला '2' हा सहगुणक लावावा लागेल. हे केल्यानंतर तयार होणारे समीकरण (10) लिहा.



ii. समीकरण (10) संतुलित आहे की नाही ते तपासा. दोन बाजूंना ऑक्सिजन व हायड्रोजनची अणुसंख्या असमान असल्याने समीकरण (10) हे संतुलित नाही हे कळते. यापैकी हायड्रोजनच्या अणुसंख्येचे संतुलन करण्यासाठी लहान सहगुणक लागेल म्हणून प्रथम हायड्रोजनच्या अणुसंख्येचे संतुलन करा.

iii. समीकरण (10) मध्ये हायड्रोजन अणुसंख्येचे संतुलन करण्यासाठी  $\text{H}_2\text{O}$  ह्या उत्पादिताला '2' हा सहगुणक लावा. हे केल्यावर तयार होणारे समीकरण (10) लिहा.



iv. समीकरण (10) हे संतुलित आहे की नाही ते तक्ता बनवून तपासा. असे दिसून येते की, दोन्ही बाजूंना मूलद्रव्यांची अणुसंख्या समान आहे. म्हणजेच समीकरण (10) हे संतुलित समीकरण आहे.

	अभिक्रियाकारके (डावी बाजू)	उत्पादिते (उजवी बाजू)
मूलद्रव्य	अणुसंख्या	अणुसंख्या
Na	2	2
O	6	5
H	4	2
S	1	1

पायरी IV : अंतिम संतुलित समीकरण पुन्हा लिहा.



अशा प्रकारे पायरी पायरीने एकेका मूलद्रव्याच्या अणुसंख्येचे संतुलन करण्यासाठी योग्य त्या अभिकारक/उत्पादिताला योग्य तो सहगुणक लावून, असंतुलित रासायनिक समीकरणापासून संतुलित समीकरण मिळवतात.

हायड्रोजनची अणुसंख्या	अभिकारकांत (NaOH+ $\text{H}_2\text{SO}_4$ मध्ये)	उत्पादितांत $\text{H}_2\text{O}$ मध्ये
सुरुवातीला	4	2
संतुलन करताना	4	2 x 2



जरा डोके चालवा.

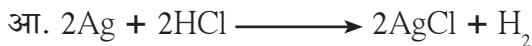
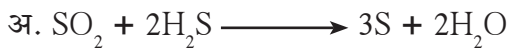
1. अ. समीकरण (6) मधील अभिकारके व उत्पादिते कोणती ते लिहा.

आ.  $\text{N}_2(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{g})$  हे समीकरण संतुलित करून लिहा.

2. पुढील अभिक्रियेकरता संतुलित रासायनिक समीकरण लिहा.



3. पुढील अभिक्रियांमध्ये अभिकारके व उत्पादिते यांच्या भौतिक अवस्था लिहा.



रासायनिक अभिक्रियेमध्ये अभिकारकांपासून नवीन पदार्थ म्हणजे उत्पादिते मिळतात हे आपण पाहिले. हे होताना अभिकारकांमधील काही रासायनिक बंध तुटतात व काही नवीन रासायनिक बंध तयार होऊन अभिकारकांचे रूपांतर उत्पादितांमध्ये होते. या पाठात आपण अभिक्रियांच्या प्रकारांचा सखोल अभ्यास करणार आहोत.

### रासायनिक अभिक्रियांचे प्रकार (Types of chemical reactions)

अभिक्रियेतील अभिकारके व उत्पादिते यांचे स्वरूप व संख्या यानुसार अभिक्रियांचे पुढील चार प्रकार पडतात.

#### 1. संयोग अभिक्रिया (Combination reaction)



करून पहा.

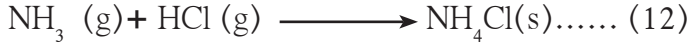
साहित्य : परीक्षानळी, काचकांडी, चंचुपात्र, इत्यादी.

रासायनिक पदार्थ : हायड्रोक्लोरिक आम्ल, अमोनिया द्रावण, चुनकळी, इत्यादी.

**कृती 1 :** एका परीक्षानळीमध्ये थोडे हायड्रोक्लोरिक आम्ल घ्या. या परीक्षानळीला थोडी उष्णता द्या. एक काचकांडी अमोनियाच्या द्रावणात बुडवून ती त्या परीक्षानळीच्या तोंडावर धरा. निरीक्षण करा. तुम्हाला काचकांडीच्या टोकावरून पांढरा धूर पसरताना दिसेल.

काय बरे झाले असावे?

परीक्षानळी तापवल्याने HCl च्या वाफा बाहेर येऊ लागल्या, तसेच काचकांडी वरील द्रावणातून NH<sub>3</sub> वायू बाहेर पडला. अमोनिया वायू व हायड्रोजन क्लोराइड वायू यांच्यातील अभिक्रियेने अमोनियम क्लोराइड हा क्षार वायूरूपात तयार झाले पण लगेचच संघनन क्रियेने त्याचे रूपांतर स्थायुरूपात झाल्यामुळे पांढऱ्या रंगाचा धूर निर्माण झालेला दिसला. याचे रासायनिक समीकरण पुढीलप्रमाणे.



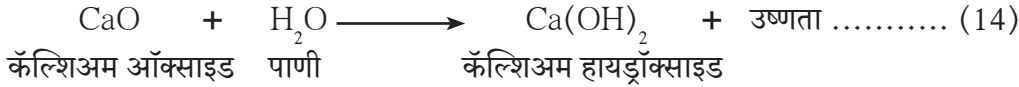
अमोनिया हायड्रोजन क्लोराइड अमोनियम क्लोराइड

**कृती 2 :** मॅग्नेशियम (Mg) धातूची फीत चिमट्यात पकडून तिचे दुसरे टोक प्रज्वलित करा. हवेमध्ये जळून मॅग्नेशियम ऑक्साइडची पांढरी भुकटी तयार होते. वरील अभिक्रिया समीकरणाच्या स्वरूपात खालीलप्रमाणे लिहिता येईल.



या अभिक्रियेत मॅग्नेशियम व ऑक्सिजन यांचा संयोग होऊन मॅग्नेशियम ऑक्साइड हे एकमेव उत्पादित तयार होते.

**कृती 3 :** अर्धे चंचूपात्र भरेल इतके पाणी घ्या. त्यामध्ये चुनकळी ( कॅल्शियम ऑक्साइड CaO) चे काही खडे टाका. कॅल्शियम ऑक्साइड व पाणी यांच्या संयोगाने कॅल्शियम हायड्रॉक्साइड Ca(OH)<sub>2</sub> तयार होते व भरपूर उष्णता बाहेर पडते.



**जरा डोके चालवा.**

1. वरीलपैकी प्रत्येक अभिक्रियेमध्ये अभिक्रियाकारकांची संख्या किती आहे?
2. वरील अभिक्रियांमध्ये भाग घेणाऱ्या अभिक्रियाकारकांच्या रेणूंची संख्या किती आहे?
3. वरील अभिक्रियांमध्ये प्रत्येकी किती उत्पादिते तयार होतात?

जेव्हा एखाद्या अभिक्रियेत दोन किंवा अधिक अभिक्रियाकारकांचा रासायनिक संयोग होऊन एकच उत्पादित तयार होते, तेव्हा त्या अभिक्रियेस संयोग अभिक्रिया असे म्हणतात.

## 2. अपघटन अभिक्रिया (Decomposition reaction)

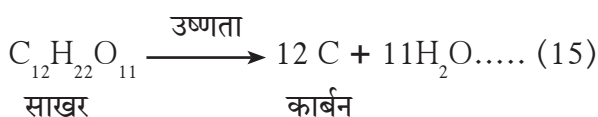


**करून पहा.**

**साहित्य :** बाष्पनपात्र, बन्सेन बर्नर, इत्यादी.  
**रासायनिक पदार्थ :** साखर.

**कृती :** एका बाष्पनपात्रामध्ये थोडीशी साखर घ्या. त्या बाष्पनपात्राला बन्सेन बर्नरच्या साहाय्याने उष्णता द्या. थोड्या वेळाने करपलेला काळा पदार्थ तयार झालेला दिसेल. या कृतीत नेमके काय घडले असेल?

वरील कृतीमध्ये एकाच अभिक्रियाकारकाचे (साखर) दोन पदार्थांमध्ये विभाजन झाले (C व H<sub>2</sub>O)



ज्या अभिक्रियेमध्ये एकच अभिक्रियाकारक असतो व त्यापासून दोन किंवा अधिक उत्पादिते मिळतात त्या अभिक्रियेला अपघटन म्हणतात.

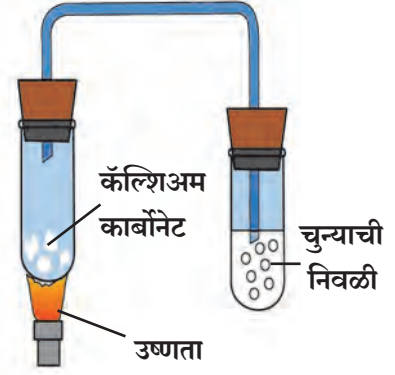


**करून पाहू या.**

**साहित्य :** दोन परीक्षानळ्या, वक्रनळी (Bent tube) रबरी बूच, बर्नर इत्यादी.

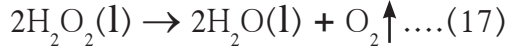
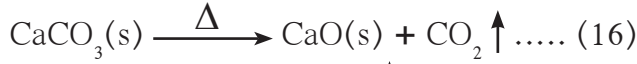
**रासायनिक पदार्थ :** कॅल्शियम कार्बोनेट, ताजी चुन्याची निवळी

**कृती :** एका परीक्षानळीत थोडे कॅल्शियम कार्बोनेट घ्या. या परीक्षानळीला रबरी बुचाच्या सहाय्याने वाकडी काचनळी बसवून नळीचे दुसरे टोक दुसऱ्या परीक्षानळीत घेतलेल्या ताज्या चुन्याच्या निवळीत बुडवा. पहिल्या परीक्षानळीतील  $\text{CaCO}_3$  बर्नरच्या सहाय्याने तीव्रपणे तापवा. चुन्याची निवळी दुधी झाल्याचे दिसेल.



### 3.6 कॅल्शियम कार्बोनेटचे अपघटन

आपण वरील कृतीमध्ये पाहिले आहे की कॅल्शियम कार्बोनेटला उष्णता दिली असता त्याचे अपघटन होऊन तयार झालेल्या कार्बन डायऑक्साइड वायूमुळे चुन्याची निवळी दुधी होते. (समीकरण 16) कॅल्शियम ऑक्साइडची भुकटी हे दुसरे उत्पादित पहिल्या परीक्षानळीत शिल्लक राहते. तसेच आणखी एका अभिक्रियेत (समीकरण 17) हायड्रोजन पेरॉक्साइडचे मंद गतीने आपोआप पाणी व ऑक्सिजन यांच्यामध्ये विघटन होते.



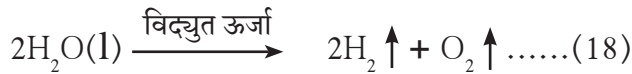
(16) व (17) या दोन्ही अपघटन अभिक्रिया आहेत.



**थोडे आठवा.**

उष्णता, विद्युत अथवा प्रकाशाच्या साहाय्याने पाण्याचे अपघटन करून हायड्रोजन वायूची निर्मिती शक्य आहे का ?

आपण मागील इयत्तेत अभ्यासले आहे की, आम्लयुक्त पाण्यातून विद्युत प्रवाह जाऊ दिल्यास पाण्याचे अपघटन होऊन हायड्रोजन व ऑक्सिजन वायू तयार होतात. हे अपघटन विद्युत उर्जेच्या साहाय्याने होते म्हणून या अपघटनाला 'विद्युत अपघटन' असे म्हणतात.



(आम्लयुक्त पाणी)

“ज्या रासायनिक अभिक्रियेत एकाच अभिकारकांपासून दोन किंवा अधिक उत्पादिते मिळतात ती 'अपघटन अभिक्रिया' असते.”

निसर्गात आपल्या अवतीभवती अनेक विघटन (Degradation) प्रक्रिया सतत होत असतात. सेंद्रिय कचरा सूक्ष्मजीवांमार्फत विघटन पावून खत व जैविक वायू (Biogas) तयार होतो. जैविक वायूचा उपयोग इंधन म्हणून करतात.



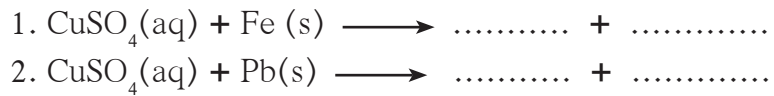
### 3. विस्थापन अभिक्रिया (Displacement reaction)

या पाठाच्या सुरुवातीलाच आपण पाहिले आहे की कॉपर सल्फेटच्या निळ्या द्रावणात जस्त पूड घातल्यावर झिंक सल्फेटचे रंगहीन द्रावण तयार होऊन उष्णता बाहेर पडते. ह्या अभिक्रियेचे रासायनिक समीकरण (3) पहा. त्यावरून समजते की कॉपर सल्फेटमधील  $\text{Cu}^{2+}$  आयनांची जागा  $\text{Zn}$  अणूंपासून तयार झालेले  $\text{Zn}^{2+}$  हे आयन घेतात व  $\text{Cu}^{2+}$  आयनांपासून तयार झालेले  $\text{Cu}$  अणू बाहेर पडतात. म्हणजेच  $\text{Zn}$  मुळे  $\text{CuSO}_4$  मधील  $\text{Cu}$  चे विस्थापन होते. जेव्हा एका संयुगातील कमी अभिक्रियाशील मूलद्रव्याच्या आयनाची जागा दुसरे जास्त अभिक्रियाशील मूलद्रव्य स्वतः आयन बनून घेते त्या रासायनिक अभिक्रियेला 'विस्थापन अभिक्रिया' म्हणतात. (कमी व जास्त अभिक्रियाशील मूलद्रव्यांविषयी माहिती आपण धातुविज्ञान या पाठात घेणार आहोत). जस्ताप्रमाणेच लोह व शिसे ही मूलद्रव्ये सुद्धा तांब्याला त्याच्या संयुगातून विस्थापित करतात.



जरा डोके चालवा.

पुढील अभिक्रिया पूर्ण करा.



### 4. दुहेरी विस्थापन अभिक्रिया (Double displacement reaction)

अभिकारकांमधील सिल्व्हर व सोडिअम आयनांची अदलाबदल होऊन सिल्व्हर क्लोराइडचा पांढरा अवक्षेप तयार होतो, हे आपण रासायनिक समीकरण (9) मध्ये पाहिले आहे.

ज्या अभिक्रियेमध्ये अभिकारकांमधील आयनांची अदलाबदल होऊन अवक्षेप तयार होतो ती 'दुहेरी विस्थापन अभिक्रिया' असते.

बेरिअम सल्फेटच्या ( $\text{BaSO}_4$ ) द्रावणात तुम्ही पोटॅशियम क्रोमेट ( $\text{K}_2\text{CrO}_4$ ) घातले ती कृती (3) आठवा.

1. तयार झालेल्या अवक्षेपाचा रंग कोणता होता ?
2. अवक्षेपाचे नाव लिहा.
3. अभिक्रियेचे संतुलित रासायनिक समीकरण लिहा.
4. ह्या अभिक्रियेला तुम्ही विस्थापन अभिक्रिया म्हणाल की दुहेरी विस्थापन अभिक्रिया ?

### ऊष्माग्राही आणि ऊष्मादायी प्रक्रिया व अभिक्रिया

#### (Endothermic and Exothermic processes and reaction)

विविध प्रक्रिया व अभिक्रियांमध्ये उष्णतेचे आदान प्रदान होते. त्यावरून प्रक्रिया व अभिक्रियांचे दोन प्रकार पडतात ते म्हणजे ऊष्माग्राही व ऊष्मादायी. प्रथम ऊष्माग्राही व ऊष्मादायी अभिक्रिया पाहू.

1. बर्फ वितळणे
  2. पोटॅशियम नायट्रेट पाण्यात विरघळणे
- हे भौतिक बदल घडून येताना बाहेरील उष्णता वापरली जाते. त्यामुळे ह्या ऊष्माग्राही प्रक्रिया आहेत.
- याउलट,

- अ. पाण्यापासून बर्फ तयार होणे  
आ. सोडिअम हायड्रॉक्साइड पाण्यात विरघळणे

हे भौतिक बदल घडून येताना उष्णता बाहेर फेकली जाते. त्यामुळे ह्या ऊष्मादायी प्रक्रिया आहेत. संहत सल्फ्यूरिक आम्लाचे पाण्याने विरलीकरण करण्याच्या प्रक्रियेत खूप मोठ्या प्रमाणावर उष्णता बाहेर फेकली जाते. त्यामुळे, संहत सल्फ्यूरिक आम्लात पाणी ओतले असता पाण्याचे तात्काळ बाष्पीभवन होऊन अपघात संभवतो. हे टाळण्यासाठी आवश्यक तितके पाणी काचपात्रात घेऊन त्यात थोडे थोडे सल्फ्यूरिक ॲसिड ओतून ढवळतात, म्हणजे एका क्षणी थोडीच उष्णता बाहेर टाकली जाते.

## ऊष्माग्राही व ऊष्मादायी प्रक्रिया करणे.



करून पहा.

**साहित्य :** प्लास्टिकच्या दोन बाटल्या, मोजपात्र, तापमापी, इत्यादी.

**रासायनिक पदार्थ :** पोटॅशियम नायट्रेट, सोडियम हायड्रॉक्साईड, पाणी, इत्यादी.

(सोडियम हायड्रॉक्साईड दाहक असल्याने शिक्षकांच्या उपस्थितीत काळजीपूर्वक हाताळा.)

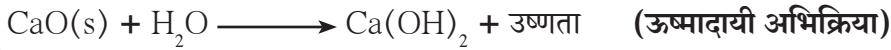
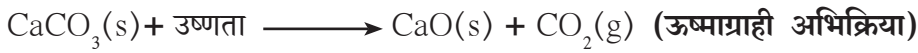
**कृती :** प्लास्टिकच्या दोन बाटल्यांमध्ये प्रत्येकी 100 ml पाणी घ्या. प्लास्टिक हे उष्णतारोधक असल्यामुळे उष्णतेचा व्हास टाळता येतो. बाटल्यांतील पाण्याच्या तापमानाची नोंद करा. एका बाटलीत 5 ग्रॅम पोटॅशियम नायट्रेट ( $KNO_3$ ) घाला. बाटली चांगली हलवा. तयार झालेल्या द्रावणाच्या तापमानाची नोंद करा. दुसऱ्या बाटलीत 5 ग्रॅम सोडियम हायड्रॉक्साईड ( $NaOH$ ) घाला. बाटली चांगल्या प्रकारे हलवा. तापमानाची नोंद करा.

पहिल्या बाटलीत पोटॅशियम नायट्रेट पाण्यात विरघळणे ही प्रक्रिया घडली तर दुसऱ्या बाटलीत सोडियम हायड्रॉक्साईड पाण्यात विरघळण्याची प्रक्रिया घडली. तुमच्या निरीक्षणानुसार यातील कोणती प्रक्रिया ऊष्मादायी व कोणती प्रक्रिया ऊष्माग्राही आहे?

$KNO_3$  विरघळण्याची प्रक्रिया घडून येताना परिसरातील उष्णता शोषली जाते, त्यामुळे द्रावण तयार होताना त्याचे तापमान कमी होते. ज्या प्रक्रियेमध्ये बाहेरची उष्णता शोषली जाते, त्या प्रक्रियेला ऊष्माग्राही प्रक्रिया म्हणतात. जेव्हा  $NaOH$  (स्थायुरूपातील) पाण्यात विरघळले तेव्हा उष्णता बाहेर टाकली गेली व त्याच्या तापमानात वाढ झाली. ज्या प्रक्रियांमध्ये उष्णता बाहेर टाकली जाते त्या प्रक्रियांना ऊष्मादायी प्रक्रिया असे म्हणतात.

### ऊष्माग्राही व ऊष्मादायी अभिक्रिया

रासायनिक अभिक्रियांमध्येसुद्धा उष्णतेची देवाणघेवाण होते, त्यानुसार काही रासायनिक अभिक्रिया ऊष्मादायी असतात तर काही ऊष्माग्राही असतात. ऊष्मादायी रासायनिक अभिक्रियांमध्ये अभिक्रियाकारकांचे रूपांतर उत्पादितांमध्ये होताना उष्णता बाहेर टाकली जाते तर ऊष्माग्राही अभिक्रियांमध्ये अभिक्रियाकारकांचे रूपांतर उत्पादितांमध्ये होताना परिसरातून उष्णता शोषली जाते किंवा बाहेरून उष्णता सतत द्यावी लागते. उदाहरणार्थ,



जरा डोके चालवा.

1. विरघळण्याची प्रक्रिया व रासायनिक अभिक्रिया यात फरक काय?
2. द्रावकामध्ये द्राव्य विरघळल्यावर नवीन पदार्थ बनतो का?

### रासायनिक अभिक्रियेचा दर (Rate of chemical reaction)



सांगा पाहू !

खालील प्रक्रियांना लागणारा वेळ विचारात घेऊन त्यांचे दोन गटांत वर्गीकरण करा व त्या गटांना शीर्षक द्या.

1. स्वयंपाकाचा गॅस पेटवताच तो जळू लागतो.
2. लोखंडी वस्तू गंजते.
3. खडकांचे अपक्षीणन होऊन माती तयार होते.
4. ग्लुकोजच्या द्रावणात योग्य परिस्थितीत यीस्ट मिसळल्यावर अल्कोहोल तयार होते.
5. परीक्षानळीतील विरल आम्लामध्ये खाण्याचा सोडा टाकल्यावर बुडबुडे निर्माण होतात.
6. बेरियम क्लोराईडच्या द्रावणात विरल सल्फ्यूरिक आम्ल मिसळल्यावर पांढरा अवक्षेप तयार झाला.

वरील उदाहरणांवरून आपल्या लक्षात येते की काही अभिक्रिया थोड्या वेळात पूर्ण होतात, म्हणजे जलदगतीने घडतात तर काहींना पूर्ण होण्यास खूप वेळ लागतो, म्हणजेच त्या मंदगतीने घडतात. याचा अर्थ असा की भिन्न अभिक्रियांचा दर भिन्न असतो.

एकच अभिक्रिया अटी बदलल्यानंतर वेगवेगळ्या दरांनी घडू शकते. उदा. हिवाळ्यामध्ये दूध विरजल्यानंतर त्याचे दही बनायला खूप वेळ लागतो. उन्हाळ्यातील उच्च तापमानाला दुधाचे दही बनण्याच्या अभिक्रियेचा दर वाढतो, व दही लवकर बनते.

रासायनिक अभिक्रियेचा दर कोणत्या घटकांवर अवलंबून असतो ते आता आपण पाहू या.

## रासायनिक अभिक्रियेच्या दरावर परिणाम करणारे घटक

### (Factors affecting the rate of a chemical reaction )

#### अ. अभिक्रियाकारकांचे स्वरूप (Nature of Reactants)

अॅल्युमिनिअम (Al) व जस्त (Zn) या धातूंची विरल हायड्रोक्लोरिक आम्लाबरोबर अभिक्रिया बघू.

Al व Zn या दोन्हींची विरल हायड्रोक्लोरिक आम्लाबरोबर अभिक्रिया होऊन  $H_2$  वायू मुक्त होतो आणि ह्या धातूंचे पाण्यात विद्राव्य असे क्षार तयार होतात. परंतु झिंक धातूच्या तुलनेत अॅल्युमिनिअम धातूची आम्लाबरोबर अभिक्रिया जलद होते. अभिक्रियेच्या दरातील या फरकाला त्या धातूचे स्वरूप कारणीभूत असते. Al हा Zn पेक्षा जास्त अभिक्रियाशील (Reactive) आहे. म्हणून हायड्रोक्लोरिक आम्लाबरोबर Al च्या अभिक्रियेचा दर हा Zn बरोबरील अभिक्रियेच्या दरापेक्षा जास्त असतो. अभिक्रियाकारकांचे स्वरूप (किंवा अभिक्रियाशीलता) रासायनिक अभिक्रियांच्या दरावर परिणाम करते. (धातूंची अभिक्रियाशीलता याविषयी आपण धातुविज्ञान या पाठात अधिक माहिती घेणार अहोत.)

#### आ. अभिकारकांच्या कणांचा आकार (Size of the Particles of Reactants)



करून पाहूया.

साहित्य : दोन परीक्षानळ्या, वजनकाटा, मोजपात्र, इत्यादी.

रासायनिक पदार्थ : शहाबादी फरशीचे तुकडे, शहाबादी फरशीचा चुरा, विरल HCl, इत्यादी.

**कृती :** दोन परीक्षानळ्यांमध्ये सारख्याच वजनाचे शहाबादी फरशीचे तुकडे व चुरा घ्या. दोन्हींमध्ये प्रत्येकी 10ml विरल HCl टाका. कार्बन डायऑक्साइड वायूचे बुडबुडे जलद गतीने तयार होतात की मंद गतीने याचे निरीक्षण करा.

वरील कृतीमध्ये तुमच्या लक्षात आले असेल की, शहाबादी फरशीच्या तुकड्यांबरोबर  $CO_2$  चे बुडबुडे हळूहळू तयार होतात, तर भुकटीबरोबर ते जलद गतीने तयार होतात.

वरील निरीक्षण असे दर्शविते की, अभिक्रियेचा दर अभिकारकांच्या कणांच्या आकारावर अवलंबून असतो. रासायनिक अभिक्रियेत भाग घेणाऱ्या अभिकारकांच्या कणांचा आकार जेवढा लहान असेल तेवढा अभिक्रियेचा दर जास्त असतो.

#### इ. अभिकारकांची संहती (Concentration of reactants)

विरल व संहत हायड्रोक्लोरिक आम्लाची  $CaCO_3$  च्या भुकटीवर होणारी अभिक्रिया विचारात घेऊ.

विरल आम्लाबरोबर  $CaCO_3$  ची अभिक्रिया मंदपणे होते व  $CaCO_3$  हळूहळू नाहीसा होत जातो व  $CO_2$  वायू हळूहळू मुक्त होतो, या उलट संहत आम्लाबरोबरची अभिक्रिया जलद गतीने होऊन  $CaCO_3$  लवकर नाहीसा होतो.

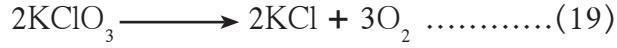
संहत आम्लाबरोबरची अभिक्रिया विरल आम्लापेक्षा जलद होते म्हणजेच अभिक्रियेचा दर हा अभिक्रियाकारकांच्या संहतीच्या प्रमाणात बदलतो.

#### ई. अभिक्रियेचे तापमान (Temperature of the Reaction)

अपघटन अभिक्रियेचा अभ्यास करताना चुनखडीच्या अपघटनाची कृती तुम्ही केली आहे. या कृतीमध्ये बर्नरने उष्णता देण्यापूर्वी चुन्याची निवळी दुधी होत नाही. कारण तेव्हा अभिक्रियेचा दर शून्य असतो. तापवल्यामुळे अभिक्रियेचा दर वाढून  $CO_2$  हे उत्पादित तयार होते. यावरून असे लक्षात येते की, अभिक्रियेचा दर हा तापमानावर अवलंबून असतो. तापमान वाढविले की, अभिक्रियेचा दर वाढतो.

### उ. उत्प्रेरक (Catalyst)

पोटॅशियम क्लोरेट ( $\text{KClO}_3$ ) तापवले असता त्याचे अपघटन मंदगतीने होते.



कणांचा आकार लहान करून वा अभिक्रियेचे तापमान वाढवूनदेखील वरील अभिक्रियेचा दर वाढत नाही. परंतु मॅंगेनीज डायऑक्साइड ( $\text{MnO}_2$ ) च्या उपस्थितीत  $\text{KClO}_3$  चे जलद गतीने अपघटन होऊन  $\text{O}_2$  वायू मुक्त होतो. या अभिक्रियेत,  $\text{MnO}_2$  मध्ये कोणताही रासायनिक बदल होत नाही.

“ज्या पदार्थाच्या केवळ उपस्थितीमुळे रासायनिक अभिक्रियेचा दर वाढतो, परंतु त्या पदार्थांमध्ये मात्र कोणताही रासायनिक बदल होत नाही, अशा पदार्थांना उत्प्रेरक म्हणतात.”

हायड्रोजन पेरॉक्साइडचे विघटन होऊन पाणी व ऑक्सिजन तयार होण्याची ही अभिक्रिया (समीकरण 17) कक्ष तापमानाला खूपच मंद गतीने होत असते पण तीच अभिक्रिया मॅंगेनीज डायऑक्साइड ( $\text{MnO}_2$ ) ची पावडर टाकल्यावर जलद वेगाने घडते.

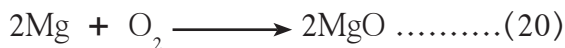


#### माहित आहे का तुम्हांला ?

1. प्रत्येक रासायनिक बदलामध्ये एक किंवा अधिक रासायनिक अभिक्रिया घडत असतात.
2. काही रासायनिक अभिक्रिया शीघ्र तर काही मंद गतीने होतात.
3. तीव्र आम्ल व तीव्र आम्लारी यांमधील अभिक्रिया तात्काळ होते.
4. आपल्या शरीरात विकर (Enzymes) जैवरासायनिक अभिक्रियांचा दर वाढवितात व शरीराच्या तापमानालाच त्या घडवून आणता.
5. नाशवंत खाद्यपदार्थ शीतकपाटात जास्त काळ टिकतात. खाद्यपदार्थांच्या विघटनाचा दर कमी तापमानामुळे कमी होतो आणि त्या टिकून राहतात.
6. पाण्यापेक्षा तेलावर भाजी लवकर शिजते.
7. जर अभिक्रियेचा दर जलद असेल तर रासायनिक कारखान्यांमध्ये रासायनिक प्रक्रिया फायदेशीर ठरतात.
8. अभिक्रियेचा दर हा पर्यावरणाच्या दृष्टिकोनातून देखील महत्त्वाचा आहे.
9. पृथ्वीच्या वातावरणातील ओझोन वायूचा थर सूर्याच्या अतिनील किरणांपासून आपल्या पृथ्वीवरील जीवसृष्टीचे संरक्षण करतो. हा थर कमी होणे किंवा टिकून राहणे ही प्रक्रिया साधारणतः ओझोन रेणूच्या निर्मितीच्या आणि नष्ट होण्याच्या दरावर अवलंबून असते.

### ऑक्सिडीकरण व क्षपण (Oxidation and Reduction)

अनेक प्रकारचे पदार्थ ऑक्सिडीकरण व क्षपण ह्या प्रकारच्या अभिक्रिया देतात. या अभिक्रियांबद्दल आता अधिक माहिती घेऊया.

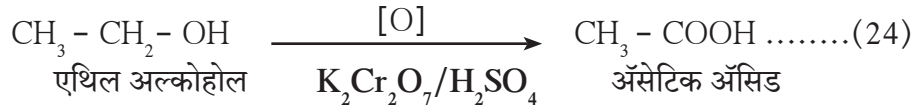


या अभिक्रियांपैकी (20) व (21) मध्ये एका अभिकारकाचा ऑक्सिजनशी संयोग झालेला आहे, तर (22) व (23) मध्ये अभिकारकामधून हायड्रोजन वायू निघून गेलेला आहे. ही सर्व उदाहरणे ऑक्सिडीकरण अभिक्रियेची आहेत.

ज्या रासायनिक अभिक्रियेत अभिक्रियाकारकाचा ऑक्सिजनशी संयोग होतो किंवा ज्या रासायनिक अभिक्रियेत अभिक्रियाकारकातून हायड्रोजन निघून जातो व उत्पादित मिळते अशा अभिक्रियेला ‘ऑक्सिडीकरण अभिक्रिया’ असे म्हणतात.

काही ऑक्सिडीकरण अभिक्रिया विशिष्ट रासायनिक पदार्थांच्या उपयोगाने घडवून आणतात.

उदाहरणार्थ,



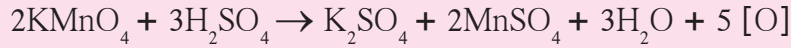
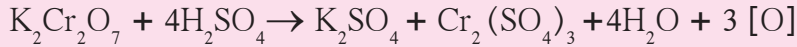
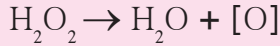
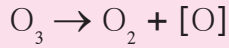
येथे एथिल अल्कोहोल या अभिकारकाच्या ऑक्सिडीकरणासाठी आम्लयुक्त पोटॅशियम डायक्रोमेट ऑक्सिजन उपलब्ध करून देतो. असे जे रासायनिक पदार्थ ऑक्सिजन उपलब्ध करून देऊन ऑक्सिडीकरण अभिक्रिया घडवून आणतात त्यांना ऑक्सिडक (Oxidant) म्हणतात.



### माहित आहे का तुम्हांला ?

नियंत्रित ऑक्सिडीकरण घडवून आणण्यासाठी विविध रासायनिक ऑक्सिडक वापरतात.

$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7/\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KMnO}_4/\text{H}_2\text{SO}_4$  हे काही नेहमीच्या वापरातील रासायनिक ऑक्सिडक आहेत. हायड्रोजन पेरोक्साइड ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) हा सौम्य ऑक्सिडक म्हणून वापरतात. ओझोन ( $\text{O}_3$ ) हा सुद्धा एक रासायनिक ऑक्सिडक आहे. रासायनिक ऑक्सिडकांपासून निर्माण झालेला नवजात ऑक्सीजन ऑक्सिडीकरणासाठी वापरला जातो.



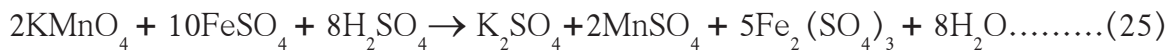
नवजात ऑक्सिजन ही  $\text{O}_2$  रेणू तयार होण्यापूर्वीची अवस्था आहे. हे ऑक्सिजनचे अभिक्रियाशील रूप आहे व ते  $[\text{O}]$  असे लिहून दर्शवतात.



### जरा डोके चालवा.

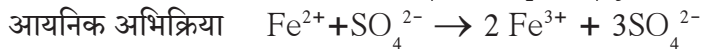
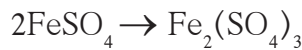
1. पेयजलाच्या शुद्धीकरणासाठी कोणता ऑक्सिडक वापरतात ?
2. पाण्याच्या टाक्या साफ करताना पोटॅशियम परमँगनेट का वापरतात ?

पोटॅशियम परमँगनेट हा रासायनिक ऑक्सिडक आहे हे आपण आताच पाहिले. आता पुढील अभिक्रिया पहा.

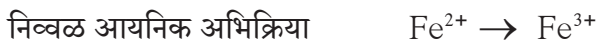


या अभिक्रियेत आम्लाच्या उपस्थितीत  $\text{KMnO}_4$  ने कोणाचे ऑक्सिडीकरण केले? अर्थातच  $\text{FeSO}_4$  चे.

येथे  $\text{FeSO}_4$  चे रूपांतर  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  मध्ये झाले. हे रूपांतर म्हणजे ऑक्सीडीकरण कसे ते आता पाहू.



वरील रूपांतरात जो निव्वळ बदल होतो तो पुढीलप्रमाणे निव्वळ आयनिक अभिक्रियेचे दर्शवता येतो.



(फेरस) (फेरिक)

ही निव्वळ आयनिक अभिक्रिया  $\text{KMnO}_4$  ने घडवून आणलेले ऑक्सिडीकरण दर्शवते. फेरस आयनपासून फेरिक आयन बनतो तेव्हा धनप्रभार 1 एककाने वाढतो. हे होताना फेरस आयन एक इलेक्ट्रॉन गमावतो. यावरून आपल्याला 'ऑक्सिडीकरण म्हणजे एक किंवा अधिक इलेक्ट्रॉन गमावणे' अशी नवी व्याख्या समजते.

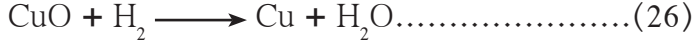


**सांगा पाहू !**

रासायनिक समीकरण (6) पहा. वनस्पती तेलापासून वनस्पती तूप तयार करणे ही कोणत्या प्रकारची अभिक्रिया आहे असे तुम्हांला वाटते ?

ज्या रासायनिक अभिक्रियांमध्ये अभिकारके हायड्रोजन प्राप्त करतात त्या अभिक्रियांना 'क्षपण' अभिक्रिया असे म्हणतात. त्याचप्रमाणे ज्या अभिक्रियांमध्ये अभिकारकातील ऑक्सिजन निघून जातो आणि उत्पादित तयार होते अशा अभिक्रियांनासुद्धा 'क्षपण' असे म्हणतात. जो पदार्थ क्षपण घडवून आणतो त्या पदार्थाला क्षपणक म्हणतात.

जेव्हा काळ्या कॉपर ऑक्साइडवरून हायड्रोजन वायू प्रवाहित केला जातो तेव्हा तांबूस रंगाचे तांबे मिळते.



**या अभिक्रियेत क्षपणक कोण आहे ? तसेच कोणत्या अभिकारकाचे क्षपण झाले आहे ?**

या अभिक्रियेच्या वेळी CuO (कॉपर ऑक्साइड) मधील ऑक्सिजनचा अणू बाहेर पडतो अर्थात कॉपर ऑक्साइडचे क्षपण होते, तर हायड्रोजनचा रेणू ऑक्सिजन अणू स्वीकारतो व पाणी (H<sub>2</sub>O) तयार होते म्हणून हायड्रोजनचे ऑक्सिडीकरण होते. अशा प्रकारे ऑक्सिडीकरण व क्षपण या अभिक्रिया एकाच वेळी घडतात. ऑक्सिडकामुळे क्षपणकाचे ऑक्सिडीकरण होते व क्षपणकामुळे ऑक्सिडकाचे क्षपण होते. या वैशिष्ट्यांमुळे क्षपण अभिक्रिया व ऑक्सिडीकरण अभिक्रिया अशा दोन पदांऐवजी रेडॉक्स अभिक्रिया अशा एकाच पदाचा वापर करतात.

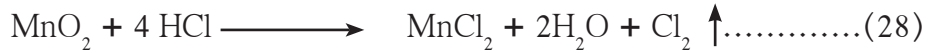
रेडॉक्स अभिक्रिया = क्षपण + ऑक्सिडीकरण

Redox reaction = Reduction + Oxidation



**जरा डोके चालवा.**

1. रेडॉक्स अभिक्रियांची आणखी काही उदाहरणे पुढीलप्रमाणे आहेत. त्यांच्यातील क्षपणक व ऑक्सिडक कोणते ते ओळखा.



- ऑक्सिडीकरण म्हणजे इलेक्ट्रॉन गमावणे, तर क्षपण म्हणजे काय ?
- Fe<sup>3+</sup> क्षपण होऊन Fe<sup>2+</sup> तयार होणे ही क्षपण अभिक्रिया इलेक्ट्रॉन (e<sup>-</sup>) ह्या संज्ञेचा वापर करून लिहा.



**विचार करा.**

घरातील अॅल्युमिनियमच्या भांड्याच्या पृष्ठभागावरची चकाकी काही दिवसांनी कमी होऊन ती निस्तेज होतात असे का होते ?

अणूवरील किंवा आयनावरील धनप्रभार जेव्हा वाढतो किंवा ऋणप्रभार कमी होतो तेव्हा त्याला ऑक्सिडीकरण म्हणतात आणि जेव्हा धनप्रभार कमी होतो किंवा ऋणप्रभार वाढतो तेव्हा त्याला क्षपण म्हणतात.

$$\text{Fe} \begin{array}{c} \xrightarrow{\text{ऑक्सिडीकरण}} \\ \xleftarrow{\text{क्षपण}} \end{array} \text{FeO} \begin{array}{c} \xrightarrow{\text{ऑक्सिडीकरण}} \\ \xleftarrow{\text{क्षपण}} \end{array} \text{Fe}_2\text{O}_3$$


**माहित आहे का तुम्हांला ?**

पेशींमधील श्वसनादरम्यान रेडॉक्स अभिक्रिया घडत असते. तेथे सायटोक्रोम सी ऑक्सिडेज ह्या विकराचा रेणू इलेक्ट्रॉनचे वहन करून ही अभिक्रिया घडवून आणतो.

अधिक माहितीसाठी सजीवांतील जीवनप्रक्रियांची माहिती घ्या.

## क्षरण (Corrosion)



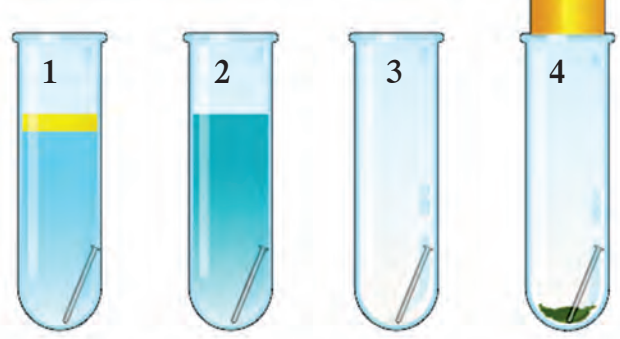
करून पाहूया.

साहित्य : चार परीक्षानळ्या, चार छोटे लोखंडी खिळे, रबरी बूच, इत्यादी.

रासायनिक पदार्थ : निर्जल कॅल्शियम क्लोराइड, तेल, उकळलेले पाणी इत्यादी.

कृती :

चार परीक्षानळ्या घेऊन एका टेस्ट ट्यूब स्टँडवर ठेवा. एका परीक्षानळीत थोडे उकळलेले पाणी घेऊन त्यावर तेलाचा थर घ्या. दुसऱ्या परीक्षानळीत थोडे मिठाचे द्रावण घ्या. तिसऱ्या परीक्षानळीत फक्त हवाच असेल. चौथ्या परीक्षानळीत थोडे निर्जल कॅल्शियम क्लोराइड घ्या. आता प्रत्येक परीक्षानळीत एक एक छोटा लोखंडी खिळा टाका. चौथी परीक्षानळी रबरी बुचाने बंद करा. चारही परीक्षानळ्या काही दिवस तशाच ठेवा.



उकळलेले पाणी व तेलाचा थर

मिठाचे द्रावण

हवा

हवा व निर्जल कॅल्शियम क्लोराइड

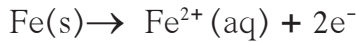
### 3.7 गंजण्याचा अभ्यास करणे

काही दिवसांनंतर चारही परीक्षानळ्यांमधील खिळ्यांचे निरीक्षण करा. तुम्हाला काय आढळून आले? कोणत्या परीक्षानळ्यांमधील खिळे गंजले? गंजण्यासाठी पाणी व हवा या दोन्हीची आवश्यकता असते. क्षारांच्या सानिध्यात गंजण्याची क्रिया जलद होते.

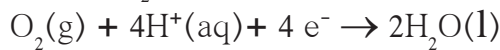
तुम्ही रोजच्या जीवनात रेडॉक्स अभिक्रियांचा परिणाम पाहिला आहे का? नवीन दोन चाकी अथवा चार चाकी वाहने चकचकीत दिसतात. याउलट जुन्या वाहनांची चकाकी गेलेली असते. त्यांच्या धातूंच्या पृष्ठभागावर एक प्रकारचा तांबूस रंगाचा स्थायुरूप थर जमा झालेला दिसतो. त्या थरास 'गंज' असे म्हणतात. त्याचे रासायनिक सूत्र  $Fe_2O_3 \cdot xH_2O$  हे आहे.

लोखंडावरील गंज सरळपणे ऑक्सिजनची लोखंडाच्या पृष्ठभागाशी अभिक्रिया होऊन तयार होत नाही. हा गंज विद्युत रासायनिक अभिक्रियेने तयार होतो. लोखंडाच्या पृष्ठभागावरील वेगवेगळे भाग धनाग्र व ऋणाग्र बनतात.

1. धनाग्र भागात अॅनोडपाशी Fe चे ऑक्सिडीकरण होऊन  $Fe^{2+}$  तयार होते.

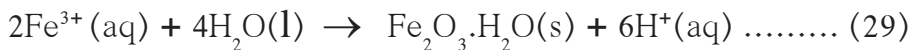


2. ऋणाग्र भागात  $O_2$  चे क्षपण होऊन पाणी तयार होते.



जेव्हा  $Fe^{2+}$  आयन धनाग्र भागातून स्थलांतरित होतात तेव्हा त्यांची पाण्याशी अभिक्रिया होते व पुढे ऑक्सिडीकरण होऊन  $Fe^{3+}$  आयन तयार होतात.

$Fe^{3+}$  आयनापासून अविद्राव्य तांबूस रंगाचे सजल ऑक्साइड तयार होते. त्यालाच गंज म्हणतात, ते पृष्ठभागावर जमा होते.



वातावरणातील विविध घटकांमुळे धातूचे ऑक्सिडीकरण होते व पर्यायाने त्यांची झीज होते त्यास क्षरण असे म्हणतात. लोखंड गंजते व त्यावर तांबूस रंगाचा थर जमा होतो. हे लोखंडाचे क्षरण आहे. क्षरण ही एक अत्यंत गंभीर समस्या आहे. याचा अभ्यास आपण 'धातुविज्ञान' पाठात करणार आहोत.



शोध घ्या

काळपटलेली चांदीची आणि हिरवट झालेली पितळ्याची भांडी कशी स्वच्छ करतात ?

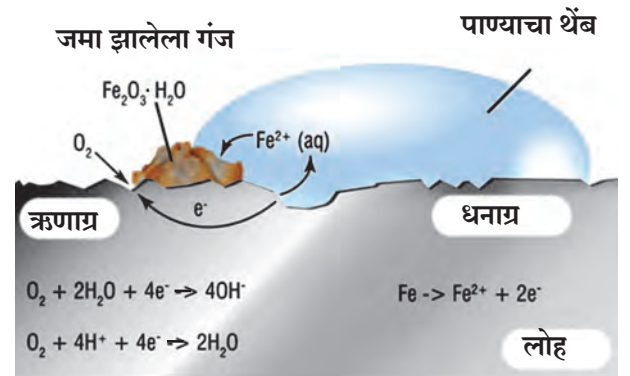
## खवटपणा (Rancidity)

जेव्हा जुने शिल्लक राहिलेले खाद्यतेल आपण खाद्यपदार्थ तयार करण्यासाठी वापरत असतो तेव्हा त्यास खवट वास येतो. जर अशा तेलात अन्न शिजवले तर त्या अन्नाची चवही बदलते. जेव्हा तेल किंवा तूप दीर्घकाळ तसेच ठेवले जाते किंवा तळलेले पदार्थ जास्त काळ तसेच ठेवले जातात तेव्हा हवेमुळे त्यांचे ऑक्सीडीकरण होऊन त्यास 'खवटपणा' प्राप्त होतो. ज्या खाद्यपदार्थांमध्ये तेल अथवा तुपाचा वापर करतात त्यात खवटपणा टाळण्यासाठी प्रतिऑक्सिडकाचा (Antioxidant) वापर करतात. हवाबंद डब्यात अन्न ठेवल्यानेसुद्धा अन्नाची ऑक्सिडीकरण क्रिया मंदावते.

## स्वाध्याय

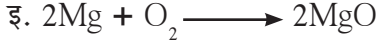
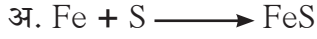


- दिलेल्या विधानांतील रिकाम्या जागी कंसातील योग्य पर्याय निवडून विधाने सकारण स्पष्ट करा. (ऑक्सिडीकरण, विघटन, विस्थापन, विद्युत अपघटन, क्षण, जस्त, तांबे, दुहेरी विस्थापन)**
  - लोखंडाचे पत्रे गंजू नयेत म्हणून त्यांच्यावर .....धातूचा थर दिला जातो.
  - फेरस सल्फेटचे फेरिक सल्फेटमध्ये रूपांतर ही एक .....अभिक्रिया आहे.
  - आम्लयुक्त पाण्यातून विद्युतप्रवाह जाऊ दिल्यास पाण्याचे ..... होते.
  - $BaCl_2$  च्या जलीय द्रावणात  $ZnSO_4$  जलीय द्रावण मिसळले असता पांढरा अवक्षेप तयार होणे हे ..... अभिक्रियेचे उदाहरण आहे.
- पुढील प्रश्नांची उत्तरे लिहा.**
  - दिलेल्या अभिक्रियेत जेव्हा एकाच वेळी ऑक्सिडीकरण व क्षण अभिक्रिया घडून येतात तेव्हा त्या अभिक्रियेला काय म्हणतात? एका उदाहरणाच्या साहाय्याने स्पष्ट करा.
  - हायड्रोजन पेरॉक्साइडचे अपघटन ह्या रासायनिक अभिक्रियेचा दर कसा वाढविता येतो?
  - ऑक्सीजन व हायड्रोजन यांचा संदर्भ घेऊन अभिक्रियांचे कोणते प्रकार पडतात ते उदाहरणासहित लिहा.
  - अधिकारक व उत्पादित म्हणजे काय ते सोदाहरण लिहा.
  - $NaOH$  पाण्यात मिसळणे व  $CaO$  पाण्यात मिसळणे या दोन घटनांमधील साम्य व भेद लिहा.
- खालील संज्ञा उदाहरणांसहित स्पष्ट करा.**
  - ऊष्माग्राही अभिक्रिया
  - संयोग अभिक्रिया
  - संतुलित समीकरण
  - विस्थापन अभिक्रिया
- शास्त्रीय कारणे लिहा.**
  - चुनखडी तापवून मिळालेला वायू ताज्या चुन्याच्या निवळीतून जाऊ दिल्यास निवळी दुधाळ होते.
  - शहाबादी फरशीचे तुकडे  $HCl$  मध्ये नाहीसे व्हावयास वेळ लागते पण फरशीचा चुरा मात्र लवकर नाहीसा होतो.
  - प्रयोगशाळेत संहत सल्फ्यूरिक आम्लापासून विरल आम्ल तयार करताना पाण्यामध्ये संहत सल्फ्यूरिक आम्ल संथ धारेने सोडून द्रावण काचकांडीने हलवीत राहतात.
  - खाद्यतेल दीर्घकाळ साठविण्यासाठी हवाबंद डबा वापरणे योग्य ठरते.
- पुढील चित्राचे निरीक्षण करा, रासायनिक अभिक्रिया स्पष्टीकरणासह मांडा.**

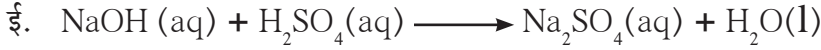
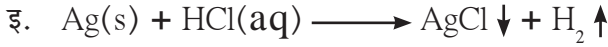
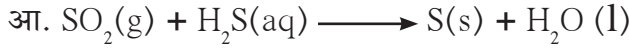
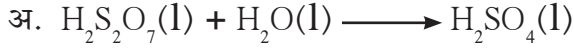




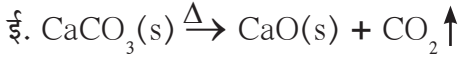
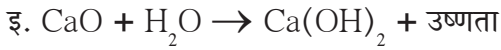
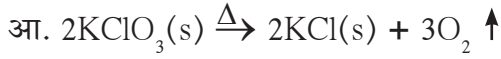
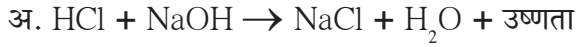
6. खालील रासायनिक अभिक्रियेमधील कोणत्या अभिकारकाचे ऑक्सिडीकरण आणि क्षपण होते ते ओळखा.



7. पुढील रासायनिक समीकरणे पायरीपायरीने संतुलित करा.



8. खालील रासायनिक अभिक्रिया ऊष्माग्राही आहेत का ऊष्मादायी आहेत ते ओळखा.



9. पुढील तक्ता जुळवा.

अभिकारके	उत्पादिते	रासायनिक अभिक्रियेचा प्रकार
$\text{BaCl}_2(\text{aq}) + \text{ZnSO}_4(\text{aq})$	$\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$	विस्थापन
$2\text{AgCl}(\text{s})$	$\text{FeSO}_4(\text{aq}) + \text{Cu}(\text{s})$	संयोग
$\text{CuSO}_4(\text{aq}) + \text{Fe}(\text{s})$	$\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{ZnCl}_2(\text{aq})$	अपघटन
$\text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$	$2\text{Ag}(\text{s}) + \text{Cl}_2(\text{g})$	दुहेरी विस्थापन

**उपक्रम :**

प्रयोगशाळेत उपलब्ध असलेल्या स्थायुरूपातील विविध क्षारांची जलीय द्रावणे बनवा. या द्रावणांमध्ये सोडियम हायड्रॉक्साइडचे जलीय द्रावण मिसळून काय होते त्याचे निरीक्षण करा. या निरीक्षणांवर आधारित दुहेरी विस्थापन अभिक्रियांचा तक्ता बनवा.

