

8. धातुविज्ञान



- धातूंचे भौतिक गुणधर्म
- धातूंचे रासायनिक गुणधर्म
- अधातूंचे रासायनिक गुणधर्म
- धातुविज्ञान : विविध संकल्पना
- अधातूंचे भौतिक गुणधर्म
- धातूंची अभिक्रियाशीलता श्रेणी
- आयनिक संयुगे

आपली पृथ्वी अंदाजे 4.5 अब्ज वर्षांपूर्वी निर्माण झाली. निर्मितीपासून आजपर्यंत सतत विविध जडणघडण प्रक्रिया पृथ्वीच्या गर्भात आणि सभोवती होतच आहेत. त्यांचाच परिणाम म्हणजे विविध खनिजांची, द्रवांची आणि वायूंची उत्पत्ती!



विचार करा.

जेव्हा आपणास अनेक गोष्टींचा अभ्यास एकत्रितपणे अथवा एकाच वेळी करावयाचा असतो तेव्हा आपण कोणत्या पद्धतीचा वापर करतो?

आपल्या सभोवताली असणारे अनेक पदार्थ हे कोणत्या ना कोणत्या मूलद्रव्याच्या रूपात असतात किंवा त्यांच्या संयोगांनी तयार झालेले असतात. मूलद्रव्यांचे वर्गीकरण प्रारंभीच्या काळात त्यांच्या रासायनिक आणि भौतिक गुणधर्मांनुसार धातू, अधातू आणि धातुसदृश ह्या प्रकारांमध्ये करण्यात आले होते आणि आजही ते उपयोगात आहे. मागील इयत्तेत तुम्ही त्यांच्या वैशिष्ट्यांचा अभ्यास केलेला आहे. ह्या पाठामध्ये त्यांच्याबद्दल आपण अधिक माहिती मिळविणार आहोत.



सांगा पाहू !

धातू व अधातूंचे भौतिक गुणधर्म कोणकोणते आहेत?

धातूंचे भौतिक गुणधर्म (Physical Properties of metals)

धातू हे मुख्यत्वे स्थायू अवस्थेत असतात. केवळ पारा आणि गॅलियम हे धातू कक्ष तापमानाला द्रव अवस्थेत असतात. धातूंना चकाकी असते. वातावरणातील ऑक्सिजन आणि आर्द्रता तसेच काही क्रियाशील वायूंच्या सोबत धातूंच्या पृष्ठभागाची अभिक्रिया होऊन त्यांची चकाकी कमी होत जाते.

आपल्याला माहीत आहेच कि धातूंमध्ये तन्यता आणि वर्धनीयता हे गुणधर्म आहेत. तसेच सर्व धातू हे उष्णतेचे आणि विद्युतचे सुवाहक असतात. सर्वच धातू साधारणपणे कठीण असतात. परंतु, गण 1 मधील अल्क धातू उदाहरणार्थ; लिथियम, सोडियम तसेच पोटॅशियम हे मात्र यास अपवाद आहेत. हे धातू खूप मऊ असल्याने ते सुरीने सहज कापता येतात. धातूंचा द्रवणांक आणि उत्कलनांक उच्च असतो. उदाहरणार्थ, टंगस्टन धातूचा द्रवणांक सर्वात उच्च (3422°C) आहे तर त्या उलट सोडियम, पोटॅशियम, पारा, गॅलियम या धातूंचे द्रवणांक आणि उत्कलनांक हे खूपच कमी आहेत. काही धातूंचा आघात केला की त्यांच्यापासून ध्वनी निर्माण होतो. याला आपण नादमयता असे म्हणतो. असे धातू नादमय धातू म्हणून ओळखले जातात.

अधातूंचे भौतिक गुणधर्म (Physical properties of non-metals)

अधातूंच्या गुणधर्मांचा विचार करता, काही अधातू हे स्थायू तर काही अधातू हे वायू अवस्थेत असतात. यास अपवाद हा ब्रोमीन या अधातूचा आहे कारण तो द्रव अवस्थेत आढळतो. अधातूंना चकाकी नसते परंतु आयोडीन यास अपवाद आहे कारण त्याचे स्फटिक हे चमकदार असतात. अधातूंना कठीणपणा नसतो अपवाद हिरा आहे, जो कार्बनचे एक अपरूप आहे. हिरा हा सर्वात कठीण नैसर्गिक पदार्थ आहे. अधातूंचे द्रवणांक आणि उत्कलनांक कमी असतात. अधातू विद्युतचे व उष्णतेचे दुर्वाहक असतात. ग्रॅफाइट हे कार्बनचे अपरूप विद्युत सुवाहक असल्याने अपवाद ठरते.

धातूंचे रासायनिक गुणधर्म (Chemical properties of metals)

धातू हे क्रियाशील असतात. ते सहजपणे इलेक्ट्रॉन गमावतात व त्यांचे धनभारित आयन होतात. म्हणूनच त्यांना विद्युतधन मूलद्रव्यही म्हटले जाते.



करून पहा.



माहीत आहे का तुम्हांला?

जे पदार्थ उष्णतेचे सुवाहक असतात ते बहुधा विद्युत सुवाहकही असतात. याचप्रमाणे उष्णतेचे दुर्वाहक हे विद्युत दुर्वाहक असतात. यास अपवाद हिरा आहे जो विद्युत दुर्वाहक असतो पण उष्णतेचा सुवाहक असतो.

साहित्य : चिमटा, सुरी, बर्नर, इत्यादी.

रासायनिक पदार्थ : अॅल्युमिनियम, तांबे, लोखंड, शिसे, मॅग्नेशियम, जस्त आणि सोडियम इत्यादींचे नमुने.

टीप: सोडियमचा वापर शिक्षकांच्या उपस्थितीत काळजीपूर्वक करावा.

कृती: वरीलपैकी प्रत्येक धातूचा नमुना चिमट्यामध्ये धरून त्यास बर्नरच्या ज्योतीवर धरा.

1. कोणता धातू सहजपणे पेट घेतो?
2. पेटल्यावर धातूचा पृष्ठभाग कसा दिसतो?
3. धातू ज्योतीवर जळत असताना ज्योतीचा रंग कोणता असतो?

धातूंच्या अभिक्रिया

अ. धातूंची ऑक्सिजनबरोबर होणारी अभिक्रिया

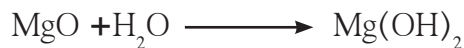
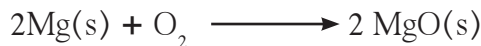
धातूंना हवेमध्ये तापविले असता हवेतील ऑक्सिजनशी ते संयोग पावतात व धातूंच्या ऑक्साइडची निर्मिती होते. सोडियम आणि पोटॅशियम हे अतिशय क्रियाशील धातू आहेत. कक्ष तपमानाला सोडियम धातू हा हवेतील ऑक्सिजनसोबत संयोग पावतो आणि सोडियम ऑक्साइड तयार होते.



हवेत उघडा ठेवल्यावर सोडियम धातू सहज पेट घेतो त्यामुळे प्रयोगशाळेत तसेच इतर ठिकाणी होणारा अपघात टाळण्यासाठी तो केरोसिनमध्ये ठेवतात. काही धातूंचे ऑक्साइड हे पाण्यात द्रावणीय आहेत. त्यांची पाण्याबरोबर अभिक्रिया होऊन अल्क (Alkali) तयार होते.



मॅग्नेशियमची फिट हवेत जाळली असता मॅग्नेशियम ऑक्साइड मिळते हे आपणाला माहीत आहेच. हे मॅग्नेशियम ऑक्साइड पाण्याबरोबर अभिक्रिया पावते व मॅग्नेशियम हायड्रॉक्साइड हा अल्क तयार होतो.



आ. धातूंची पाण्याबरोबर होणारी अभिक्रिया

साहित्य : चंचूपात्र, चिमटा, इत्यादी.

रासायनिक पदार्थ : विविध धातूंचे नमुने (महत्त्वाची सूचना - सोडियम धातू घेऊ नये.), पाणी.

कृती : प्रत्येक धातूचा तुकडा घेऊन थंड पाण्याने भरलेल्या वेगवेगळ्या चंचूपात्रात टाका.

1. कोणत्या धातूंची पाण्याबरोबर अभिक्रिया झाली?
2. कोणता धातू पाण्यावर तरंगला? का? वरील कृतीसंदर्भात एक सारणी तयार करा. त्यामध्ये तुमची निरीक्षणे नोंदवा.



8.1 धातूंचे ज्वलन

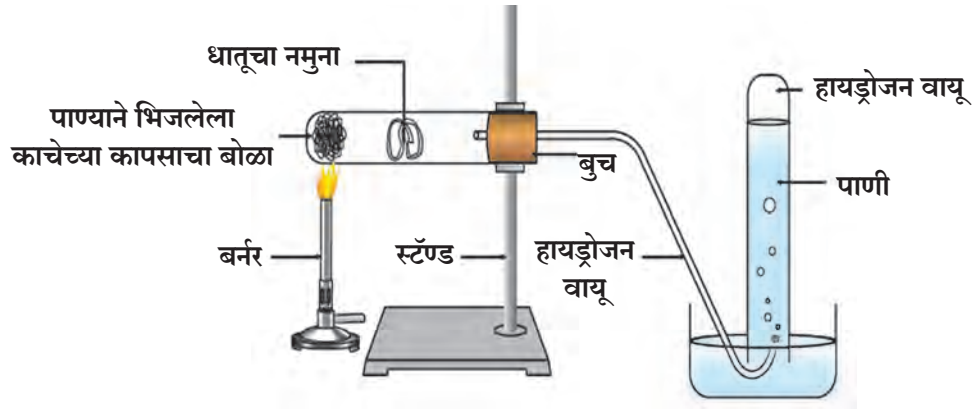
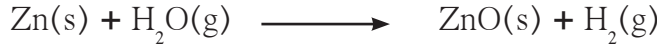
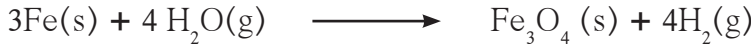
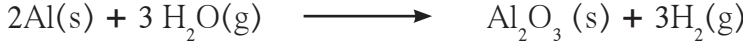
सोडीअम आणि पोटॅशियम या धातूंची पाण्यासोबत अतिशय जलद व जोमाने अभिक्रिया होते व त्यातून हायड्रोजन वायू बाहेर पडतो.



याउलट कॅल्शियमची पाण्यासोबत अभिक्रिया मंद गतीने व कमी जोमाने होते. यामध्ये हायड्रोजन वायू बाहेर पडून धातूच्या पृष्ठभागावर बुडबुड्यांच्या स्वरूपात जमा होतो व धातू पाण्यावर तरंगतो.



अॅल्युमिनिअम, लोखंड आणि जस्त या धातूंची थंड किंवा गरम पाण्याबरोबर अभिक्रिया होत नाही. परंतु वाफेशी मात्र त्यांची अभिक्रिया होते आणि ऑक्साइड तयार होतात. यामध्ये हायड्रोजन वायू मुक्त होतो.



8.2 धातूंची पाण्याबरोबर अभिक्रिया



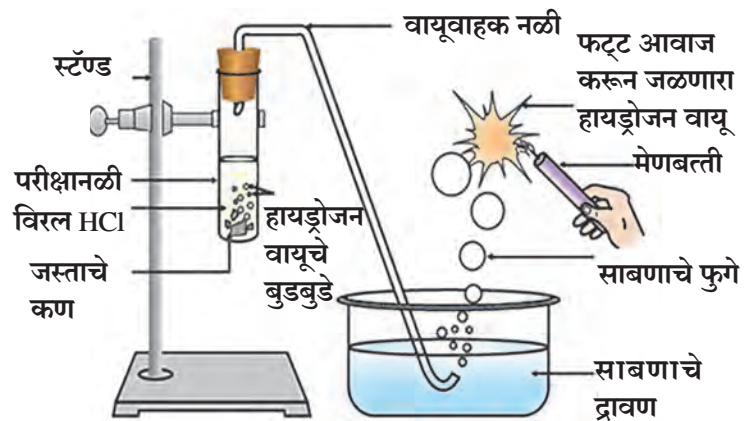
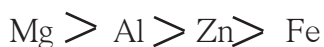
करून पहा व विचार करा

सोने, चांदी, तांबे या धातूंची पाण्याबरोबर अभिक्रिया होते का ते प्रत्यक्ष प्रयोग करून तपासा व विचार करा.

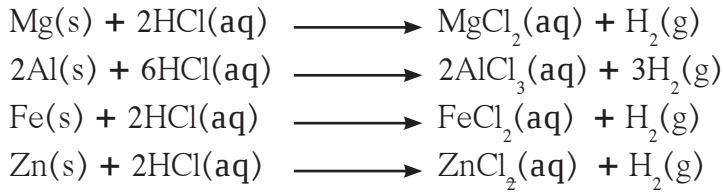
इ. धातूंची आम्लाबरोबर होणारी अभिक्रिया

आपण मागील प्रकरणामध्ये धातूंची आम्लाबरोबर होणारी अभिक्रिया पाहिली आहे. सर्व धातू समान अभिक्रियाशील असतात का ?

अॅल्युमिनिअम, मॅग्नेशियम, लोखंड व जस्त यांच्या नमुन्यांची अभिक्रिया विरल सल्फ्युरिक किंवा हायड्रोक्लोरिक आम्लाबरोबर घडवून आणली तर धातूंचे सल्फेट किंवा क्लोराइड क्षार मिळतात. या अभिक्रियेमध्ये हायड्रोजन वायू मुक्त होतो. ह्या धातूंची क्रियाशीलता पुढील क्रमाने दर्शवता येते.

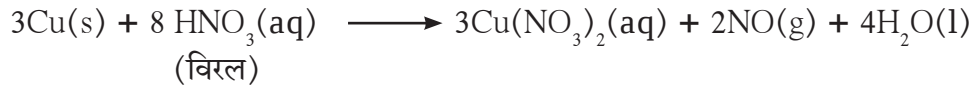
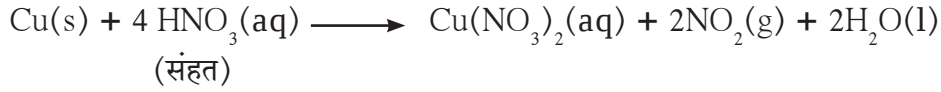


8.3 धातूंची विरल आम्लाबरोबर होणारी अभिक्रिया



ई. धातूंची नायट्रिक आम्लाबरोबर होणारी अभिक्रिया

धातूंची नायट्रिक आम्लाबरोबर अभिक्रिया होऊन धातूंचे नायट्रेट क्षार तयार होतात तसेच नायट्रीक आम्लाच्या संहतीनुसार नायट्रोजनची विविध ऑक्साइड्स (N_2O , NO , NO_2) तयार होतात.



आम्लराज : आम्लराज हा अतिशय क्षरणकारी (Corrosive) तसेच वाफाळणारा (Fuming) द्रव आहे. सोने आणि प्लॅटिनम या राजधातूंना विरघळवू शकणाऱ्या काही थोड्या अभिक्रियाकारकांपैकी हा एक आहे. संहत हायड्रोक्लोरीक आम्ल आणि संहत नायट्रिक आम्ल 3:1 प्रमाणात घेऊन त्यापासून आम्लराज हे ताजे मिश्रण तयार करण्यात येते.

उ. धातूंची इतर धातूंच्या क्षारांच्या द्रावणाबरोबर होणारी अभिक्रिया



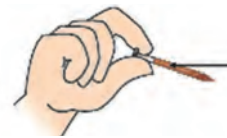
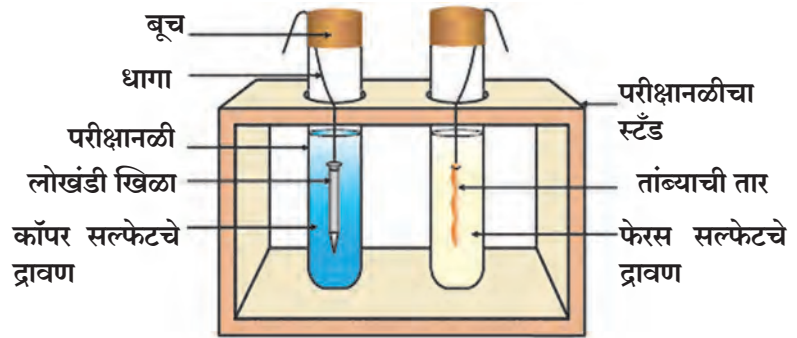
करून पहा.

साहित्य : तांब्याची तार, लोखंडी खिळा, चंचूपात्र किंवा मोठी परीक्षानळी इत्यादी.

रसायने : फेरस सल्फेट आणि कॉपर सल्फेट यांची जलीय द्रावणे.

कृती :

1. तांब्याची स्वच्छ तार आणि लोखंडी खिळा घ्या.
2. तांब्याची तार फेरस सल्फेटच्या द्रावणात आणि लोखंडी खिळा कॉपर सल्फेटच्या द्रावणात बुडवून ठेवा.
3. साधारणपणे 20 मिनिटे एका ठराविक काळाच्या अंतराने सतत निरीक्षण करत रहा.



लोखंडी खिळ्यावर चढलेले तांब्याचे पुट

अ. कोणत्या परीक्षानळीत अभिक्रिया झालेली दिसते?

आ. अभिक्रिया झाली हे तुम्ही कसे ओळखले?

इ. अभिक्रिया कोणत्या प्रकारची आहे?

8.4 धातूंची इतर धातूंच्या क्षारांच्या द्रावणाबरोबर होणारी अभिक्रिया

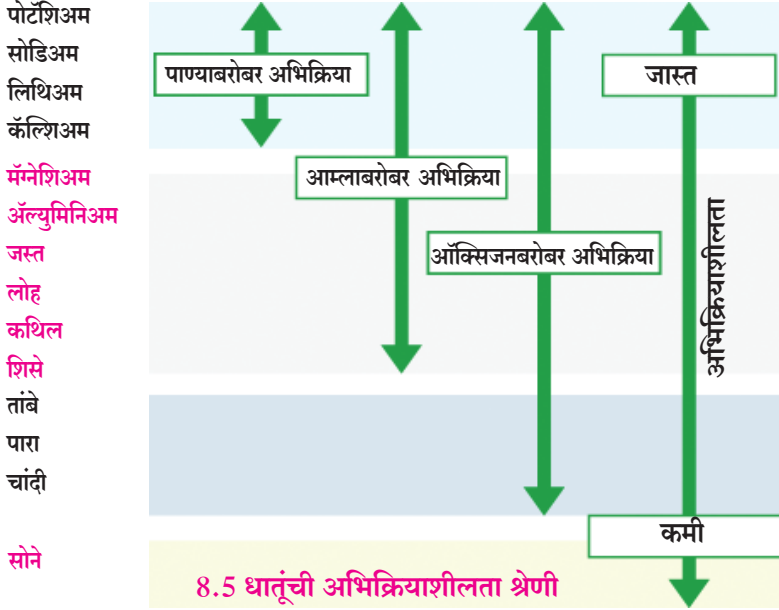
धातूंची अभिक्रियाशीलता श्रेणी (Reactivity series of metals)

सर्व धातूंची अभिक्रियाशीलता सारखी नसते हे आपण पाहिले आहे. परंतु ऑक्सिजन, पाणी व आम्ल ह्या अभिकर्षितांबरोबर (Reagents) सर्व धातू अभिक्रिया पावत नसल्यामुळे धातूंची सापेक्ष अभिक्रियाशीलता ठरवण्यासाठी ह्या अभिकर्षितांचा उपयोग होत नाही. यासाठी धातूंची इतर धातुक्षारांच्या द्रावणाबरोबर होणारी विस्थापन अभिक्रिया उपयोगी पडते. जर A ह्या धातूने B ह्या धातूला त्याच्या क्षाराच्या द्रावणातून विस्थापित केले तर त्याचा अर्थ A हा धातू B ह्या धातूपेक्षा जास्त अभिक्रियाशील आहे.

धातू A + B धातुक्षाराचे द्रावण $\longrightarrow$ A धातुक्षाराचे द्रावण + धातू B

मागील कृती (8.4) मध्ये तुमच्या निरीक्षणांवरून सांगा की अधिक अभिक्रियाशील कोण आहे. तांबे की लोह?

मागील कृतीमध्ये कॉपर सल्फेटमधून लोहाने तांब्याला विस्थापित केलेले आहे. म्हणजेच लोह हा धातू तांबे ह्या धातूपेक्षा अधिक अभिक्रियाशील आहे.

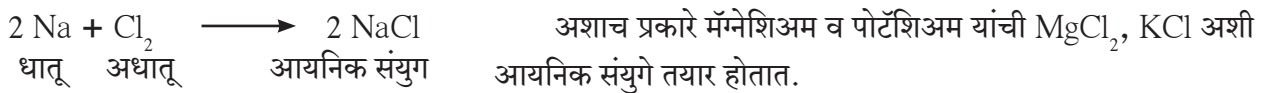


विस्थापन अभिक्रियांचे अनेक प्रयोग करून वैज्ञानिकांनी अभिक्रियाशीलता श्रेणी विकसित केली आहे. धातूंची त्यांच्या अभिक्रियाशीलतेच्या चढत्या किंवा उतरत्या क्रमाने केलेल्या मांडणीला धातूंची अभिक्रियाशीलता श्रेणी म्हणतात. अभिक्रियाशीलतेच्या आधारे धातूंचे खालीलप्रमाणे गट पाडले जातात.

1. जास्त अभिक्रियाशील धातू
2. मध्यम अभिक्रियाशील धातू
3. कमी अभिक्रियाशील धातू

ऊ. धातूंची अधातूबरोबर होणारी अभिक्रिया

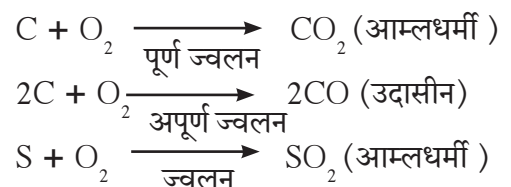
राजवायू (उदाहरणार्थ; हेलियम, निऑन, अर्गॉन) हे अधातू रासायनिक अभिक्रियेत भाग घेत नाहीत. आपण धातूंच्या अभिक्रियांमधून आतापर्यंत असे पाहिले आहे की, धातूंचे ऑक्सिडीकरण होऊन धन आयन तयार होतात. जर आपण काही धातू आणि अधातूंचे इलेक्ट्रॉन संरूपण पाहिले तर, आपल्या लक्षात येईल की, इलेक्ट्रॉन अष्टक स्थिती पूर्ण करणे ह्या प्रेरक शक्तीने (Driving force) धातू इलेक्ट्रॉन गमावून तर अधातू इलेक्ट्रॉन स्वीकारून अभिक्रियेमध्ये भाग घेतात व नजीकच्या राजवायूचे इलेक्ट्रॉन संरूपण प्राप्त करतात. राजवायूचे बाह्यतम कवच पूर्ण असल्यामुळे राजवायू रासायनिकदृष्ट्या निष्क्रिय असतात. मागील इयत्तेमध्ये आपण सोडियम या धातूने एक इलेक्ट्रॉन दिल्याने व क्लोरीन या अधातूने तो घेतल्याने सोडियम क्लोराइड हे संयुग तयार होते हे पाहिले आहे.



अधातूंचे रासायनिक गुणधर्म (Chemical properties of non-metals)

अधातू म्हणजे भौतिक व रासायनिक गुणधर्मांमध्ये साधर्म्य कमी असलेल्या मूलद्रव्यांचा गट आहे. अधातूंना विद्युतरूप मूलद्रव्येही म्हणतात, कारण अधातू इलेक्ट्रॉन प्राप्त करून ऋणप्रभारित आयन होतात. अधातूंच्या रासायनिक अभिक्रियांची काही उदाहरणे पुढीलप्रमाणे आहेत.

1. अधातूंची ऑक्सिजनबरोबर होणारी अभिक्रिया : सामान्यतः अधातू ऑक्सिजनबरोबर संयोग पावून आम्लधर्मी ऑक्साइड तयार होते. काही बाबतीत उदासीन ऑक्साइड तयार होते.



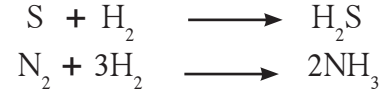
2. अधातूंची पाण्याबरोबर होणारी अभिक्रिया : सामान्यतः अधातूंची पाण्याबरोबर कोणतीही अभिक्रिया होत नाही. याला अपवाद हॅलोजन आहेत. उदाहरणार्थ, क्लोरीन पाण्यात विरघळल्यानंतर पुढील अभिक्रिया होते.



3. अधातूंची विरल आम्लाबरोबर होणारी अभिक्रिया : सामान्यतः अधातूंची विरल आम्लाबरोबर कोणतीही अभिक्रिया होत नाही. याला अपवाद हॅलोजन आहेत. उदाहरणार्थ क्लोरीनची विरल हायड्रोब्रोमिक आम्लाबरोबर पुढील अभिक्रिया होते.



4. अधातूंची हायड्रोजनबरोबर होणारी अभिक्रिया : विशिष्ट परिस्थितीमध्ये (योग्य तापमान, दाब, उत्प्रेरकाचा वापर, इत्यादी.) अधातूंची हायड्रोजनबरोबर अभिक्रिया होते.



जरा डोके चालवा.

क्लोरीन आणि हायड्रोजन ब्रोमाइड यांच्यामधील अभिक्रियेत हायड्रोजन ब्रोमाइडचे रूपांतर Br_2 मध्ये होते. ह्या रूपांतराला ऑक्सिडन म्हणता येईल का? हे ऑक्सिडन घडवून आणणारा ऑक्सिडक कोण?

आयनिक संयुगे (Ionic compounds)

धन आयन व ऋण आयन ह्या दोन घटकांपासून बनणाऱ्या संयुगांना आयनिक संयुगे म्हणतात. धन आयन व ऋण आयन हे विरुद्ध प्रभारी आयन असल्याने त्यांच्यात विद्युत स्थितिक आकर्षण बल असते. हे आकर्षण बल म्हणजेच धन आयन व ऋण आयन यांच्यातील आयनिक बंध होय. हे तुम्हांला माहीत आहेच. आयनिक संयुगामधील धन आयन आणि ऋण आयन ह्यांची संख्या व त्यांच्यावरील विद्युत प्रभाराचे मूल्य असे असते की, एकत्रितपणे धन आणि ऋण प्रभार एकमेकांना संतुलित करतात त्यामुळे आयनिक संयुग विद्युतदृष्ट्या उदासीन असते.

आयनिक संयुगे ही स्फटिकरूप असतात. स्फटिकरूप पदार्थांच्या सर्व कणांचे पृष्ठभाग विशिष्ट आकाराचे तसेच गुळगुळीत व चकचकीत असतात. आयनांची नियमित पद्धतीची मांडणी स्फटिकरूपाला कारणीभूत असते. वेगवेगळ्या आयनिक संयुगांमधील आयनांची रचना/मांडणी वेगवेगळी असते. त्यामुळे त्यांच्या स्फटिकांचा आकार वेगवेगळा असतो. स्फटिकाच्या आतील आयनांची विशिष्ट मांडणी ज्यामुळे ठरते तो मुख्य घटक म्हणजे विजातीय आयनांमध्ये असणारे आकर्षण बल व सजातीय आयनांमध्ये असणारे प्रतिकर्षण बल आणि आयनांचे आकारमान हे होत. यामुळे स्फटिक संरचनेमध्ये धन आयनांभोवती ऋण आयन व ऋण आयनांभोवती धन आयन अशी सर्वसाधारण मांडणी असते. विशिष्ट अशा स्फटिक संरचनेसाठी कारणीभूत असलेल्या घटकांपैकी दोन महत्त्वाचे घटक पुढीलप्रमाणे आहेत.

1. धनप्रभारित व ऋणप्रभारित आयनांचे आकारमान 2. आयनांवरील विद्युतप्रभाराचे परिमाण

लगतच्या विजातीय आयनांमधील विद्युतस्थितिक आकर्षण बल हे खूप प्रबळ असते. त्यामुळे आयनिक संयुगांचे द्रवणांक उच्च असतात तसेच आयनिक संयुगे कठीण व ठिसूळ असतात.

आयनिक संयुगे आणि त्यांचे गुणधर्म (Ionic compounds and their properties)

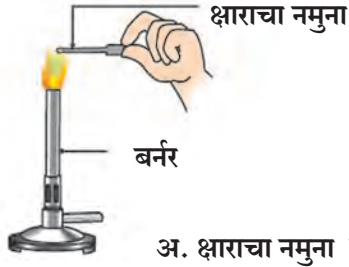


करून पहा.

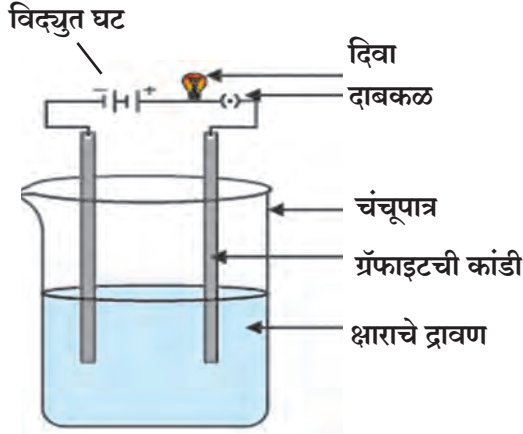
साहित्य : धातूचा पसरट चमचा, बर्नर, कार्बन विद्युत अग्रे, चंचुपात्र, विद्युत घट, दिवा, दाबकळ इत्यादी.

रासायनिक पदार्थ : सोडिअम क्लोराइड, पोटॅशियम आयोडाइड आणि बेरियम क्लोराइड यांचे नमुने, पाणी.

कृती : वरील नमुने घ्या आणि त्यांचे निरीक्षण करा. धातूच्या छोट्या पसरट चमच्यात (Spatula) वरीलपैकी एका क्षाराचा थोडासा नमुना घेऊन बर्नरच्या पेटत्या ज्योतीवर तापवा. इतर क्षार घेऊन वरीलप्रमाणेच कृती करून पहा. आकृतीत दाखवल्याप्रमाणे घटाच्या धन आणि ऋण टोकांना कार्बन विद्युतअग्र (Electrode) जोडून व चंचुपात्र वापरून विद्युत अपघटनी घट तयार करा. कोणत्याही एका क्षाराच्या द्रावणात विद्युतअग्रे बुडवा. तुम्हाला दिवा लागलेला दिसला का? इतर सर्व क्षारांच्या बाबतीत सुद्धा हे तपासून पहा.



अ. क्षाराचा नमुना तापवणे



आ. क्षाराच्या द्रावणाची वाहकता तपासणे

8.6 आयनिक संयुगांचे गुणधर्म पडताळून पाहणे.

5. स्थायुरूपातील आयनिक संयुगे विद्युतवाहन करू शकत नाहीत. या अवस्थेत आयन आपली जागा सोडू शकत नाहीत, परंतु वितळलेल्या अवस्थेत मात्र आयन चल असल्याने ती विद्युतवाहन करू शकतात. आयनिक संयुगांची जलीय द्रावणे विद्युतवाहक असतात कारण पाण्यातील द्रावणात विचरण झालेले आयन असतात. द्रावणातून विद्युतधारा प्रवाहित केल्यास आयन हे विरुद्ध प्रभाराच्या विद्युतअग्राकडे जातात. वितळलेल्या व जलीय द्रावणाच्या स्थितीतील विद्युतवाहकतेमुळे आयनिक संयुगांना विद्युत अपघटनी पदार्थ असे म्हणतात.

आयनिक संयुगांचे सामान्य गुणधर्म खालीलप्रमाणे आहेत.

1. धन आणि ऋण प्रभारित आयनांमध्ये तीव्र आकर्षणाचे बल असल्यामुळे आयनिक संयुगे ही स्थायुरूपात असून कठीण असतात.
2. आयनिक संयुगे ठिसूळ असून त्यांवर दाब प्रयुक्त केल्यास त्यांचे तुकडे करता येतात.
3. आयनिक संयुगांमध्ये आंतररेण्वीय आकर्षणबल (Intermolecular Attraction) जास्त असल्यामुळे त्यांवर मात करण्यासाठी बरीच ऊर्जा लागते. म्हणून आयनिक संयुगांचे द्रवणांक आणि उत्कलनांक उच्च असतात.
4. आयनिक संयुगे पाण्यात द्रावणीय असतात कारण विचरण होऊन सुट्या झालेल्या आयनांभोवती पाण्याचे रेणू विशिष्ट प्रकारे अभिमुख होऊन (विशिष्ट दिशेने वळून) रचले जातात. त्यामुळे मूळच्या आंतररेण्वीय बलाच्या जागी आयन व त्याभोवतालचे पाण्याचे रेणू यांच्यामधील नवे आकर्षणबल प्रस्थापित होते, व आयनिक संयुगांची जलीय द्रावणे तयार होतात. परंतु, आयनिक संयुगे केरोसिन, पेट्रोल यांसारख्या द्रावकात अद्रावणीय असतात, कारण पाण्यात होते त्याप्रमाणे ह्या द्रावकांमध्ये नवे आकर्षण बल प्रस्थापित होत नाही.

संयुग	आयनिक आहे/नाही	द्रवणांक °C	उत्कलनांक °C
H ₂ O	नाही	0	100
ZnCl ₂	आहे	290	732
MgCl ₂	आहे	714	1412
NaCl	आहे	801	1465
NaBr	आहे	747	1390
KCl	आहे	772	1407
MgO	आहे	2852	3600

8.7 आयनिक संयुगांचे द्रवणांक व उत्कलनांक

धातुविज्ञान (Metallurgy)

खनिजांपासून धातूंचे निष्कर्षण व उपयोगासाठी शुद्धीकरण यासंबंधीचे विज्ञान आणि तंत्रज्ञान म्हणजे धातुविज्ञान.

धातूंचा आढळ (Occurrence of metals)

बरेचसे धातू क्रियाशील असल्यामुळे निसर्गात मुक्त अवस्थेत सापडत नाहीत तर ते त्यांच्या ऑक्साइड, कार्बोनेट, सल्फाइड, नायट्रेट अशा क्षारांच्या रूपात संयुक्तावस्थेत आढळतात. मात्र सर्वात अक्रियाशील धातू की ज्यांच्यावर हवा, पाणी आणि इतर नैसर्गिक घटकांचा परिणाम होत नाही. उदाहरणार्थ; चांदी, सोने, प्लॅटिनम हे धातू साधारणपणे मुक्तावस्थेत आढळून येतात. धातूंची जी संयुगे अशुद्धीसह निसर्गात आढळतात त्यांना खनिजे असे म्हणतात.

ज्या खनिजांपासून सोयीस्करपणे आणि फायदेशीरीरित्या धातू वेगळा करता येतो त्यांना धातुके म्हणतात. धातुकांमध्ये धातूच्या संयुगाबरोबर माती, वाळू आणि खडकीय पदार्थ अशा अनेक प्रकारच्या अशुद्धी असतात. या अशुद्धींना मृदा अशुद्धी असे म्हणतात. विलगीकरणाच्या विविध पद्धती वापरून धातूचे त्यांच्या धातुकांपासून निष्कर्षण करता येते. धातुकांपासून धातूचे शुद्ध स्वरूपात निष्कर्षण करण्याच्या क्रियेचा धातुविज्ञानात समावेश होतो.

बहुधा धातुकांच्या खाणींमधून खनिजे बाहेर काढून तेथेच त्यांच्यातील मृदा अशुद्धी, वेगवेगळ्या पद्धती वापरून, धातुकांपासून वेगळ्या केल्या जातात. त्यानंतर ती धातुके, धातू निर्माण करतात त्या ठिकाणी वाहून नेऊन, तेथे धातूचे शुद्ध स्वरूपात निष्कर्षण करतात. त्यानंतर धातूला शुद्धीकरणाच्या वेगवेगळ्या पद्धती वापरून जास्तीत जास्त शुद्ध करतात. या सर्व प्रक्रियेला धातुविज्ञान असे म्हटले जाते.

धातुविज्ञानाची मूलतत्त्वे

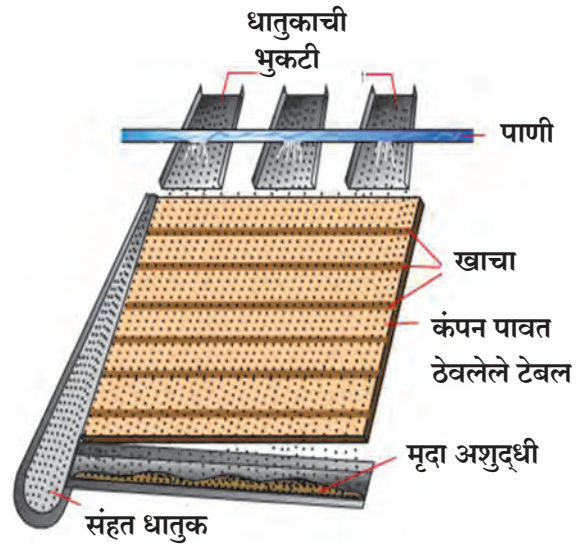
धातुकांपासून शुद्ध स्वरूपात धातू मिळवण्याचे टप्पे पुढीलप्रमाणे आहेत.

1. धातुकांचे संहतीकरण (Concentration of ores) : धातुकांपासून मृदा अशुद्धी वेगळ्या करण्याच्या प्रक्रियेस धातुकांचे संहतीकरण म्हणतात. या प्रक्रियेत धातुकांमधील इच्छित धातूच्या संयुगांची संहती वाढवण्यात येते. यासाठी विविध मार्ग वापरतात. पण नेमका कोणता मार्ग वापरायचा हे मात्र धातुकांमधील इच्छित धातूच्या भौतिक गुणधर्मांवर आणि धातुकातील मृदा अशुद्धीवर अवलंबून असते. तसेच हे धातूच्या अभिक्रियाशीलतेवर आणि शुद्धीकरणाच्या उपलब्ध सुविधांवर अवलंबून असते. संहतीकरण करताना पर्यावरणाच्या प्रदूषणास कारणीभूत अशा विविध बाबींचा विचार प्रामुख्याने केला जातो. धातुकांचे संहतीकरण करण्याच्या काही सामान्य पद्धती पुढीलप्रमाणे आहेत.

अ. गुरुत्वीय विलगीकरण पद्धत (Separation based on gravitation) : गुरुत्वीय पद्धतीचा वापर करून जड धातुकांचे कण हलक्या मृदा अशुद्धीच्या कणांपासून सहजतेने वेगळे करता येतात. हे विलगीकरण करण्याच्या प्रक्रिया पुढीलप्रमाणे आहेत.

i. विल्फ्ले टेबल पद्धत (Wilfley table method)

विलगीकरणाच्या या पद्धतीत लाकडाचे अरुंद पातळ असे तुकडे कमी उताराच्या पृष्ठभागावर लावून हे विल्फ्ले टेबल तयार केले जाते. हे टेबल सतत कंपन पावत ठेवलेले असते. या टेबलवर धातुकांची भुकटी टाकली जाते. ही धातूकांची भुकटी धातुकांचे लहान तुकड्यांपासून बॉल मिल (Ball mill) वापरून तयार केली जाते. पाण्याचा प्रवाह टेबलाच्या वरच्या बाजूने सोडला जातो. यामुळे हलक्या मृदा अशुद्धी पाण्याच्या प्रवाहाबरोबर दूर वाहून जातात तर, ज्यामध्ये धातुकांचे प्रमाण जास्त असते आणि मृदा अशुद्धीचे प्रमाण कमी असते असे सर्व जड कण छोट्या लाकडी तुकड्यांच्या मागे आडून राहतात व त्यांच्यामधील खाचांमधून पुढे गोळा होतात.

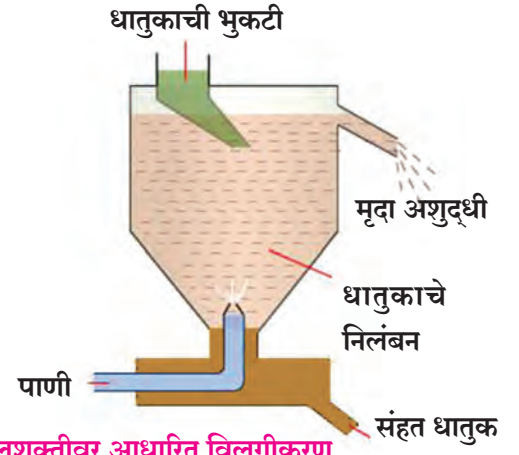


8.8 विल्फ्ले टेबल पद्धत

ii. जलशक्तीवर आधारित विलगीकरण पद्धत

(Hydraulic separation method) : जलशक्तीवर आधारित विलगीकरण पद्धतीमध्ये गिरणीवर आधारित कार्य चालते. गिरणीत दळताना वापरतात त्या प्रकारचे एक निमुळते भांडे असते, जे खालच्या बाजूने निमुळत्या हौदासारख्या भांड्यात उघडलेले असते. हौदाला वरच्या बाजूस पाणी बाहेर जाण्यासाठी एक तोटी असते तसेच खालून पाणी सोडण्यासाठी एक नळी बसवण्यात आलेली असते.

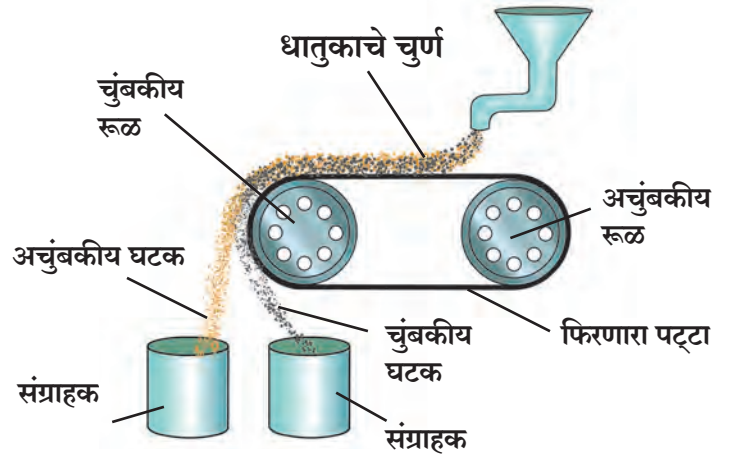
बारीक दळलेले धातुक वरून हौदात टाकले जाते. हौदाच्या खालच्या बाजूने पाण्याचा प्रवाह अतिशय वेगाने वरील दिशेने सोडला जातो. मृदा अशुद्धी हलक्या असतात. हलक्या असल्याने त्या हौदाच्या वरच्या तोटीतून पाण्याच्या प्रवाहाबरोबर बाहेर वाहत जाऊन वेगळ्या जमा होतात. त्याचबरोबर जड धातुकांचे कण हौदाच्या खालच्या बाजूने तळात गोळा केले जातात. थोडक्यात सांगायाचे झाले तर ही पद्धत गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमावर आधारित असते ज्यामुळे समान आकाराचे कण त्यांच्या विशिष्ट वजनामुळे पाण्याच्या मदतीने वेगळे केले जातात.



8.9 जलशक्तीवर आधारित विलगीकरण

आ. चुंबकीय विलगीकरण पद्धत (Magnetic separation method) : या पद्धतीत विद्युत चुंबकत्व असलेल्या यंत्राची आवश्यकता असते. या यंत्राचा महत्त्वाचा भाग म्हणजे दोन प्रकारचे लोखंडी रूळ (Roller) व त्यांच्यावरून सतत गोल फिरणारा पट्टा (Conveyer belt). यापैकी एक रूळ अचुंबकीय असतो तर दुसरा विद्युत चुंबकीय असतो. रूळावरून फिरणारा पट्टा हा चामड्याचा अथवा पितळेचा (अचुंबकीय) असतो. ह्या फिरत असलेल्या पट्ट्यावर अचुंबकीय रूळाच्या बाजूला बारीक केलेले धातुक टाकले जाते. चुंबकीय रूळाखाली दोन संग्राहक भांडी ठेवतात.

धातुकामधील अचुंबकीय भागाचे कण चुंबकीय रूळाकडे आकर्षिले जात नाहीत आणि त्यामुळे ते फिरत असलेल्या पट्ट्यावरून वाहत वाहत पुढे जातात आणि चुंबकीय रूळापासून लांब असलेल्या संग्राहकात पडतात. त्याच वेळी धातुकातील चुंबकीय भागाचे कण चुंबकीय रूळावर चिकटून असल्यामुळे पट्ट्याच्या जवळच्या संग्राहकात पडतात.



8.10 चुंबकीय विलगीकरण

अशा प्रकारे धातुकांमधील चुंबकीय आणि अचुंबकीय कण त्यामधील चुंबकत्वामुळे विलग करता येतात. उदाहरणार्थ, कॅसिटराइट हे कथिल ह्या धातूचे धातुक आहे. या धातुकात मुख्यत्वे स्टनिक ऑक्साइड (SnO_2) हा अचुंबकीय घटक आणि फेरस टंगस्टेट (FeWO_4) हा चुंबकीय घटक असतो. त्यांचे विद्युतचुंबकीय पद्धतीने विलगीकरण केले जाते.

इ. फेनतरण पद्धत (Froth floatation method)

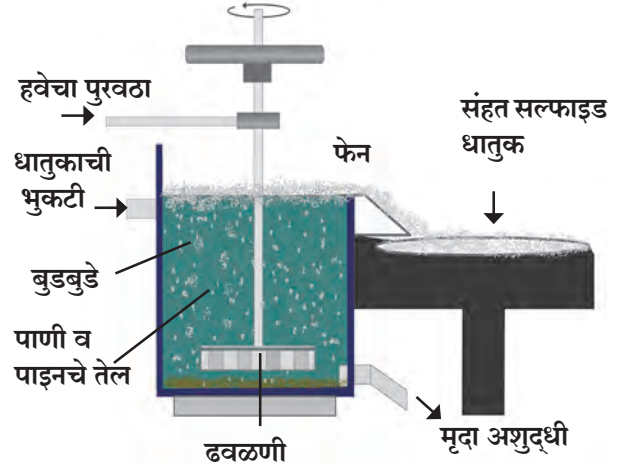
फेनतरण पद्धत ही धातुकांमधील कणांच्या परस्परविरोधी जलस्नेही (Hydrophilic) आणि जलविरोधी (Hydrophobic) या दोन गुणधर्मांवर आधारित असते. यामध्ये धातूच्या सल्फाइडचे कण त्यांच्या जलविरोधी गुणधर्मांमुळे प्राधान्याने तेलाने भिजतात, तर मृदा अशुद्धी ह्या त्यांच्या जलस्नेही गुणधर्मांमुळे पाण्यानेच भिजतात. या गुणधर्मांचा उपयोग करून फेनतरण पद्धतीने काही विशिष्ट धातुकांचे संहतीकरण करण्यात येते.



इंटरनेट माझा मित्र

धातू निष्कर्षणाच्या व विविध टप्प्यांची माहिती शोधून वर्गात सर्वांना सांगा तसेच त्यावर आधारीत व्हिडीओंचा संग्रह करा.

या पद्धतीमध्ये बारीक दळलेले धातुक भरपूर पाणी साठवलेल्या एका मोठ्या टाकीत टाकतात. ठराविक वनस्पतींचे तेल उदाहरणार्थ, पाईन तेल, निलगीरीचे तेल, इत्यादी, फेन निर्माण करण्याकरता पाण्यात टाकतात. उच्च दाबाच्या हवेचा झोट पाण्यातून फिरवला जातो. तरण टाकीच्या मध्यभागी स्वतःच्या अक्षाभोवती फिरणारी एक ढवळणी असते. ढवळणीचा वापर आवश्यकतेनुसार केला जातो. हवेच्या झोतामुळे बुडबुडे तयार होतात. ढवळणीमुळे तेल, पाणी व हवेचे बुडबुडे यांचा मिळून फेस तयार होतो. फेस पाण्याच्या पृष्ठभागावर येऊन तरंगायला लागतो म्हणूनच या पद्धतीला फेन तरण पद्धती असे म्हणतात.



8.11 फेनतरण पद्धत

विशिष्ट सल्फाइड धातुकांचे कण प्राधान्याने तेलाने भिजल्याने फेसासोबत पाण्यावर तरंगतात. उदाहरणार्थ, झिंक ब्लेंड (ZnS) आणि कॉपर पायराइट ($CuFeS_2$) च्या संहतीकरणासाठी या पद्धतीचा वापर करतात.

ई. अपक्षालन (Leaching)

ॲल्युमिनिअम, सोने, चांदी या धातूंचे त्यांच्या धातुकांपासून निष्कर्षण करण्याची पहिली पायरी म्हणजे ही अपक्षालन पद्धत आहे. यामध्ये धातुक एका निवडक द्रावणात बराच वेळ भिजत ठेवतात. द्रावणाबरोबर विशिष्ट रासायनिक अभिक्रिया होऊन धातुक त्यात विरघळते मात्र मृदा अशुद्धीची अभिक्रिया न झाल्याने ती विरघळत नाही व त्यामुळे ती वेगळी करता येते. उदाहरणार्थ, बॉक्साइट ह्या ॲल्युमिनिअमच्या धातुकाचे संहतीकरण अपक्षालन पद्धतीने करतात व यामध्ये जलीय $NaOH$ किंवा जलीय Na_2CO_3 ह्या द्रावणामध्ये बॉक्साइट भिजत ठेवल्याने त्यांतील ॲल्युमिना हा मुख्य घटक विरघळतो.



माहित आहे का तुम्हांला ?

अळूच्या पानांवर पाणी चिकटत नाही तसेच मेणावर देखील पाणी चिकटत नाही. या उलट मीठ किंवा साबणास पाणी चिकटते म्हणजेच पाण्याने ते भिजतात.



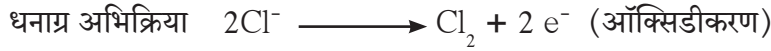
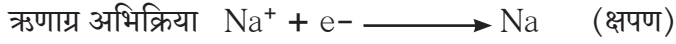
थोडे आठवा.

इलेक्ट्रॉनच्या परिभाषेत ऑक्सिडीकरण व क्षपण म्हणजे काय ?

धातुकांपासून धातूंचे निष्कर्षण करताना धातूच्या धनायनांपासून धातू मिळवतात. ह्या प्रक्रियेमध्ये धातूच्या धनायनाचे क्षपण करावे लागते. क्षपण कसे करायचे हे धातूच्या अभिक्रियाशीलतेवर अवलंबून असते. आपण अभिक्रियाशीलता श्रेणी यापूर्वीच माहित करून घेतली आहे.

2. धातूंचे निष्कर्षण (Extraction of metals)

अ. अभिक्रियाशील धातूंचे निष्कर्षण : अभिक्रियाशीलता श्रेणीच्या सर्वात वर असलेले धातू खूप अभिक्रियाशील असतात. श्रेणीतील उतरत्या क्रमाने त्यांची अभिक्रियाशीलता कमी होत जाते. उदाहरणार्थ, पोटॅशियम, सोडियम, ॲल्युमिनिअम हे अभिक्रियाशील धातू आहेत. जास्त अभिक्रियाशील धातूंमध्ये त्यांच्या बाह्यतम कवचातील इलेक्ट्रॉन गमावून त्यांचे धन आयन होण्याची क्षमता जास्त असते. उदाहरणार्थ, जास्त अभिक्रियाशील धातूंची विरल आम्लाबरोबर जोमाने अभिक्रिया होऊन हायड्रोजन वायू निर्माण होतो. अति अभिक्रियाशील धातू हे कक्ष तापमानाला हवेतील ऑक्सिजन बरोबर अभिक्रिया होऊन जळतात. त्यांच्या निष्कर्षणासाठी विद्युत अपघटनी क्षपण पद्धत वापरावी लागते. उदाहरणार्थ; सोडियम, कॅल्शियम व मॅग्नेशियम हे धातू त्यांच्या वितळलेल्या क्लोराइड क्षारांच्या अपघटनाने मिळवतात. या प्रक्रियेमध्ये धातू हा ऋणाग्रावर (कॅथोडवर) जमा होतो तर क्लोरीन वायू हा धनाग्रावर (ॲनोडवर) मुक्त होतो. वितळलेल्या सोडियम क्लोराइडचे विद्युत अपघटन करून सोडियम धातू मिळवताना विद्युत अग्रांवरील अभिक्रिया पुढीलप्रमाणे आहेत.



जरा डोके चालवा.

मॅग्नेशियम क्लोराइड आणि कॅल्शियम क्लोराइड यांच्या वितळलेल्या अवस्थेतील विद्युत अपघटनासाठी विद्युतअग्र अभिक्रिया लिहा.

याचप्रकारे बॉक्साइट ह्या धातुकामधील अॅल्युमिनियम ऑक्साइडपासून विद्युत अपघटनी क्षपणाद्वारे अॅल्युमिनियम कसे मिळवतात ते आपण पुढे पाहणार आहोत.

अॅल्युमिनियमचे निष्कर्षण

अॅल्युमिनियम संज्ञा : Al

रंग : रुपेरी पांढरा

अणुअंक : 13

इलेक्ट्रॉन संरूपण : 2, 8, 3

संयुजा : 3

अॅल्युमिनियम अभिक्रियाशील धातू असल्यामुळे निसर्गात मुक्त अवस्थेत आढळत नाही. ऑक्सिजन आणि सिलिकॉन नंतर अॅल्युमिनियम हे तिसरे मूलद्रव्य आहे जे भूपृष्ठामध्ये मुबलक प्रमाणात आढळते. अॅल्युमिनियमचे त्याच्या मुख्य धातुक बॉक्साइट ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) पासून निष्कर्षण केले जाते. बॉक्साइटमध्ये 30% ते 70% इतके Al_2O_3 आणि उरलेला भाग मृदा अशुद्धीचा असतो. तो वाळू, सिलिका, आयर्न ऑक्साइड इत्यादींचा बनलेला असतो. अॅल्युमिनियम निष्कर्षणाच्या दोन पायऱ्या आहेत.

i. बॉक्साइट ह्या धातुकाचे संहतीकरण (Concentration of bauxite ore) : अॅल्युमिनियमचे मुख्य धातुक बॉक्साइट आहे. बॉक्साइटमध्ये सिलिका (SiO_2), फेरिक ऑक्साइड (Fe_2O_3) आणि टिटॅनियम ऑक्साइड (TiO_2) या अशुद्धी असतात. बेअरच्या पद्धतीने अथवा हॉलच्या पद्धतीने अपक्षालन करून या अशुद्धी वेगळ्या करण्यात येतात. या दोन्ही प्रक्रियांमध्ये शेवटी निस्तापन क्रियेने संहत अॅल्युमिना मिळवतात.

बेअरच्या प्रक्रियेत सर्वात आधी धातुक गोलाकार चक्कीतून भरडले जाते. त्यानंतर सारसंग्रहकामध्ये (Digester) उच्च दाबाखाली 2 ते 8 तास कॉस्टिक सोड्याच्या (NaOH) द्रावणाबरोबर 140°C ते 150°C तापमानावर तापवून त्याचे अपक्षालन केले जाते.

अॅल्युमिनियम ऑक्साइड उभयधर्मी असल्यामुळे सोडीअम हायड्रॉक्साइडच्या जलीय द्रावणात विरघळते आणि पाण्यात द्रावणीय असे सोडीअम अॅल्युमिनेट तयार होते. म्हणजेच बॉक्साइटचे सोडीअम हायड्रॉक्साइडच्या द्रावणाने अपक्षालन होते.

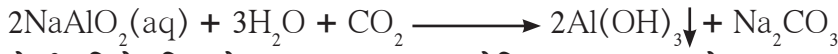


मृदा अशुद्धीमधील आयर्न ऑक्साइड हे जलीय सोडीअम हायड्रॉक्साइडमध्ये विरघळत नाही. ते गाळून वेगळे करण्यात येते, परंतु जलीय सोडीअम हायड्रॉक्साइडमध्ये मृदा अशुद्धीमधील सिलिका विरघळून पाण्यात द्रावणीय असे सोडीअम सिलिकेट तयार होते.

जलीय सोडीअम अॅल्युमिनेट पाण्यात टाकून विरल केले जाते आणि नंतर 50°C पर्यंत थंड केले जाते. यामुळे अॅल्युमिनियम हायड्रॉक्साइडचे अवक्षेपण घडून येते.



हॉलच्या प्रक्रियेत धातुकाची भुकटी करून घेतात आणि नंतर जलीय सोडीअम कार्बोनेटसोबत सारसंग्राहकात तापवून पाण्यात विद्राव्य असे सोडीअम अॅल्युमिनेट तयार होते. त्यानंतर अविद्राव्य अशुद्धी गाळून या गलितास गरम करून त्यामधून कार्बन डायऑक्साइड वायू प्रवाहित करून त्याचे उदासिनीकरण करण्यात येते. यामुळे अॅल्युमिनियम हायड्रॉक्साइडचे अवक्षेपण घडून येते.

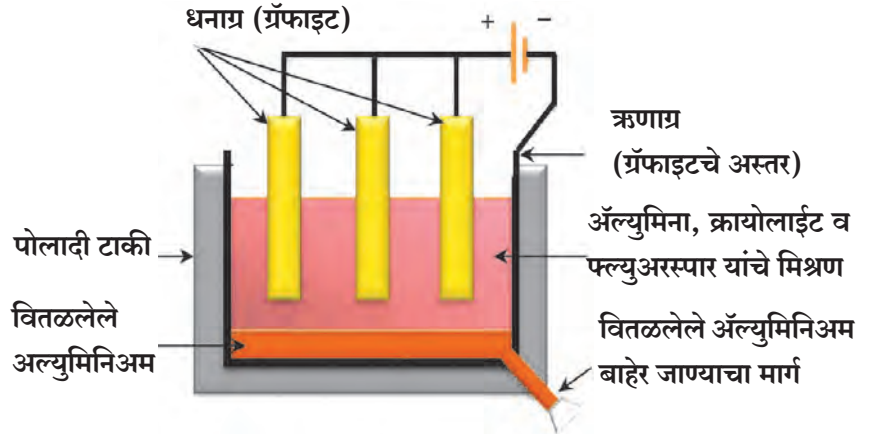


दोन्ही प्रक्रियेत मिळालेला $\text{Al}(\text{OH})_3$ चा अवक्षेपित गाळून, धुऊन कोरडा करतात आणि नंतर 1000°C तापमानाला तापवून निस्तापन करून अॅल्युमिना मिळवतात.



ii. अॅल्युमिनाचे विद्युत अपघटनी क्षण (Electrolytic reduction of alumina)

या पद्धतीमध्ये अॅल्युमिनाच्या वितळलेल्या मिश्रणाचे (द्रवणांक $> 2000^\circ\text{C}$) स्टीलच्या टाकीमध्ये विद्युत अपघटन केले जाते. या टाकीच्या आतील बाजूला ग्रॅफाइटचे अस्तर असते. हे अस्तर ऋणाग्राचे काम करते. वितळलेल्या विद्युत अपघटनी पदार्थात बुडवलेल्या कार्बन (ग्रॅफाइट) च्या कांड्यांचा संच धनाग्र म्हणून काम करतो. द्रावणांक 1000°C पर्यंत कमी करण्यासाठी मिश्रणामध्ये क्रायोलाइट (Na_3AlF_6) आणि फ्ल्युअरस्फार (CaF_2) मिसळले जाते.



8.12 अॅल्युमिनाचे निष्कर्षण

विद्युतप्रवाह जाऊ दिल्यावर ऋणाग्रावर अॅल्युमिना जमा होते. वितळलेले अॅल्युमिनामिश्रण विद्युत अपघटनीपेक्षा जड असल्याने टाकीच्या तळाशी जमा होते. येथूनच ते वेळोवेळी काढून घेतले जाते. ऑक्सिजन वायू धनाग्रापाशी मुक्त होतो.

इलेक्ट्रोडवरील अभिक्रिया खालीलप्रमाणे होतात.



मुक्त झालेल्या ऑक्सिजन वायूची कार्बन ऋणाग्राशी अभिक्रिया झाल्यावर कार्बन डायऑक्साइड वायू तयार होतो. अॅल्युमिनाचे विद्युत अपघटन होताना धनाग्राचे ऑक्सिडीकरण होत असल्याने वेळोवेळी ते बदलण्यात येतात.

आ. मध्यम अभिक्रियाशील धातूंचे निष्कर्षण

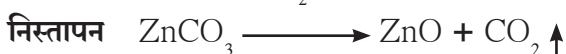
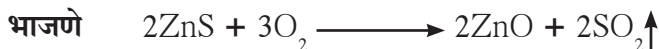


सांगा पाहू !

1. मध्यम अभिक्रियाशीलतेचे धातू कोणते ?
2. मध्यम अभिक्रियाशीलतेचे धातू निसर्गतः कोणत्या स्वरूपात आढळतात ?

अभिक्रियाशीलता श्रेणीच्या मध्यभागी असलेले धातू जसे लोखंड, जस्त, शिसे, तांबे हे मध्यम क्रियाशील असतात. हे धातू निसर्गतः साधारणपणे सल्फाइड क्षारांच्या किंवा कार्बोनेट क्षारांच्या रूपात आढळतात.

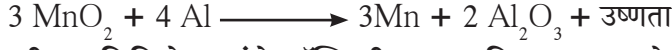
धातूच्या सल्फाइड किंवा कार्बोनेटपेक्षा त्यांच्या ऑक्साइडपासून धातू मिळवणे सोपे असते म्हणून सल्फाइड धातुके अतिरिक्त हवेमध्ये तीव्रपणे तापवून त्यांचे ऑक्साइडमध्ये रूपांतर केले जाते. या प्रक्रियेस **भाजणे (Roasting)** असे म्हणतात. कार्बोनेट धातुके मर्यादित हवेत तीव्रपणे तापवून ऑक्साइडमध्ये रूपांतरित करतात. ह्या प्रक्रियेस **निस्तापन (Calcination)** म्हणतात. जस्ताच्या धातुकाचे भाजणे आणि निस्तापन होताना खालील रासायनिक अभिक्रिया होतात.



यानंतर मिळालेल्या झिंक ऑक्साइडचे कार्बनसारख्या योग्य क्षपणकाचा वापर करून झिंक (जस्त) मिळवतात.



धातूच्या ऑक्साइडचे क्षपण करून धातू मिळवण्यासाठी कार्बन व्यतिरिक्त सोडीअम, कॅल्शियम, अॅल्युमिनियम यांसारख्या अभिक्रियाशील धातूंचासुद्धा क्षपणक म्हणून वापर करतात. कारण हे धातू मध्यम अभिक्रियाशील धातूला त्याच्या संयुगांपासून विस्थापित करतात. उदाहरणार्थ, जेव्हा मॅंगेनिज डायऑक्साइड हे अॅल्युमिनियमच्या भुकटीबरोबर प्रज्वलित केल्यावर तेव्हा खालील अभिक्रिया घडते.



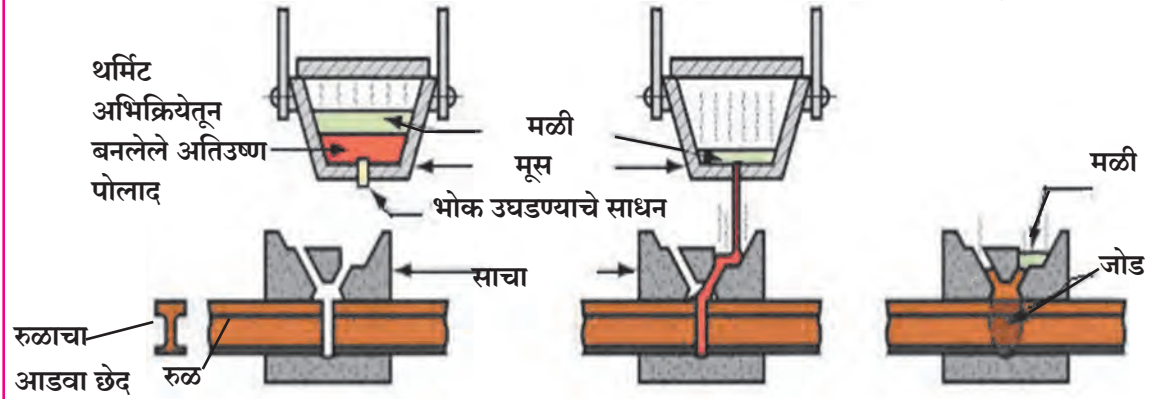
वरील अभिक्रियेत ज्यांचे ऑक्सिडीकरण आणि क्षपण झाले आहे असे पदार्थ ओळखा.

वरील अभिक्रियेच्या दरम्यान बाहेर पडलेली उष्णता इतक्या जास्त प्रमाणात असते की, धातू वितळलेल्या स्थितीत तयार होतो. असेच दुसरे उदाहरण म्हणजे थर्मिट अभिक्रिया होय. यामध्ये आयर्न ऑक्साइडची अॅल्युमिनियमबरोबर अभिक्रिया होऊन लोह आणि अॅल्युमिनियम ऑक्साइड तयार होते.



माहिती आहे का तुम्हांला?

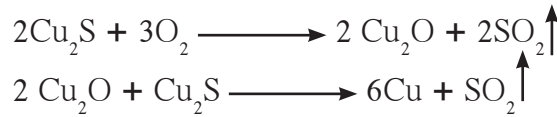
रेल्वेरूळांच्या जोडणीमध्ये वापरण्यात येणारी पद्धत



8.13 थर्मिट जोडकाम (वेलडिंग)

इ. कमी अभिक्रियाशील धातूंचे निष्कर्षण

अभिक्रियाशीलता श्रेणीच्या तळाशी असणारे धातू अतिशय कमी अभिक्रियाशील असतात. म्हणूनच ते निसर्गात बहुधा मुक्तावस्थेत आढळतात. उदाहरणार्थ; सोने, चांदी, प्लॅटिनम. मुक्तावस्थेतील तांब्याचे साठे आता फारसे उरलेले नाहीत. आता तांबे हे प्रामुख्याने Cu_2S च्या स्वरूपात आढळते. Cu_2S या धातुकाला केवळ हवेत उष्णता दिल्यास तांबे मिळवता येते.



माहिती मिळवा.

सिनाबार (HgS) या पाण्याच्या धातुकापासून पारा कसा मिळवतात याची माहिती मिळवा आणि संबंधित रासायनिक अभिक्रिया लिहा.

3. धातूंचे शुद्धीकरण

वरील विविध क्षपण पद्धतीने मिळालेले धातू फार शुद्ध नसतात. त्यांच्यामध्ये अशुद्धी असते. शुद्ध धातू मिळवण्यासाठी ही अशुद्धी वेगळी करावी लागते. अशुद्ध धातूंपासून शुद्ध धातू मिळवण्यासाठी विद्युत अपघटनाची पद्धत वापरतात.

धातूंचे क्षरण (Corrosion of metals)



थोडे आठवा.

1. क्षरण म्हणजे काय ?
2. तुम्ही कधी खालील गोष्टींचे निरीक्षण केले आहे का ?

इमारतीचे जुने लोखंडी गज, बराच काळ स्वच्छ न केलेली तांब्याची भांडी, बराच काळ हवेच्या संपर्कात असलेले चांदीचे दागिने अथवा मूर्ती, जुनी टाकाऊ वाहने.



विचार करा.

1. हवेत ठेवल्यावर कालांतराने चांदीच्या वस्तू काळपट तर तांब्याची भांडी हिरवट का होतात ?
2. शुद्ध सोने व प्लॅटिनम नेहमीच चकाकत का असतात ?

लोखंडी वस्तू गंजण्यामुळे मोठ्या प्रमाणावर आर्थिक नुकसान होते. त्यामुळे लोखंडाचे क्षरण म्हणजे गंजणे ही प्रमुख समस्या आहे.

1. लोखंडाची दमट हवेबरोबर अभिक्रिया होऊन त्यावर व एक तांबूस पदार्थाचा थर ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) जमा होतो. या पदार्थास गंज (Rust) म्हणतात.
2. तांब्याच्या भांड्याच्या पृष्ठभागावर दमट हवेतील कार्बन डायऑक्साइडची अभिक्रिया होते. या अभिक्रियेत तांब्यावर कॉपर कार्बोनेटचा (CuCO_3) हिरवा थर जमा झाल्यामुळे तांब्याची चकाकी जाते. यालाच तांब्याचे कळकणे (Patination) म्हणतात.
3. चांदीच्या वस्तूंचा हवेशी संपर्क आल्यास कालांतराने त्या वस्तू काळ्या पडतात, कारण हवेतील हायड्रोजन सल्फाईडशी चांदीची अभिक्रिया होऊन सिल्व्हर सल्फाईडचा (Ag_2S) थर तयार होतो.
4. अॅल्युमिनिअमचे ऑक्सिडीकरण होऊन त्याच्यावर अॅल्युमिनिअम ऑक्साइडचा पातळ थर तयार होतो.



काळे पडलेले भांडे



गंजलेला साखळदंड



३०० वर्षांपूर्वी
तांब्यापासून बनविलेला
स्वातंत्र्यदेवीचा पुतळा हिरवट
रंगाचा झाला आहे.

8.14 क्षरणाचे परिणाम

क्षरण प्रतिबंध (Prevention of corrosion)



सांगा पाहू !

1. धातूपासून बनविलेल्या वस्तूंचे क्षरण थांबविण्यासाठी अथवा क्षरण प्रक्रिया पूर्णपणे सुरु होऊ न देण्यासाठी तुम्ही कोणते उपाय सुचवाल ?

2. तुमच्या घरातील लोखंडी खिडक्या, लोखंडी दरवाजा यांच्यासारख्या अन्य साहित्यावर गंज चढू नये यासाठी काय केले जाते ?

धातूंचे गंजण्यापासून संरक्षण करण्यासाठी विविध पद्धती वापरल्या जातात. जवळपास सर्वच पद्धतींमध्ये लोखंड गंजू नये याकडे विशेष लक्ष देण्यात येते. लोखंड गंजण्याच्या प्रक्रियेचा दर आपण कमी करू शकतो. धातूंचा हवेशी संपर्क तोडल्यास धातूंचे क्षरण रोखता येते. हा क्षरण प्रतिबंध विविध मार्गांनी करता येतो त्यापैकी काही पद्धती पुढीलप्रमाणे आहेत.

1. धातूंच्या पृष्ठभागावर अशा एखाद्या पदार्थाचा थर बसवणे की, ज्यामुळे हवेतील बाष्प आणि ऑक्सिजन यांचा धातूशी संपर्क रोखला जाऊन त्यांच्यामध्ये अभिक्रिया होणार नाही.
2. धातूंच्या पृष्ठभागावर रंग, तेल, ग्रीस किंवा वॉर्निश यांचा थर लावून धातूंचे क्षरण रोखणे. उदाहारणार्थ लोखंडाचे क्षरण या पद्धतीने रोखता येते.



जरा डोके चालवा.

आपण लोखंडाच्या वस्तूच्या पृष्ठभागावर रंगाचा थर देऊन त्या वस्तूच्या गंजण्याला कायमस्वरूपी प्रतिबंध करू शकतो का ?

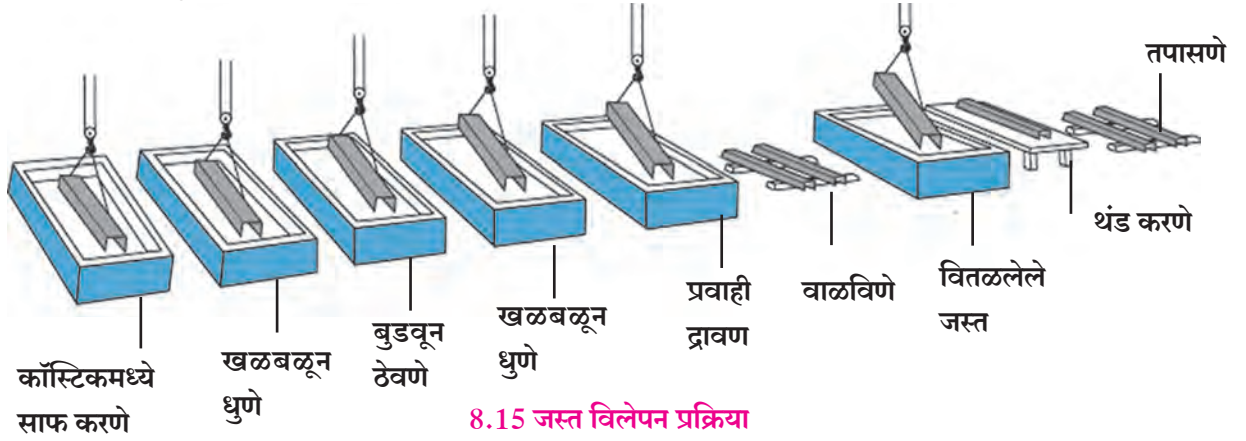
आपण रंग देऊन वस्तूचे गंजण्यापासून कायमस्वरूपी संरक्षण करू शकत नाही. रंग देण्याची पद्धत काही कालावधीसाठी ठीक आहे. वस्तूच्या पृष्ठभागाला दिलेल्या रंगाला जर एखादा ओरखडा पडला आणि थोडा देखील धातूचा पृष्ठभाग हवेच्या संपर्कात आला तर गंज निर्माण होण्याची प्रक्रिया त्या रंगाच्या थराखाली सुरू होते.

लोखंडाचे नवीन पत्रे चमकताना का दिसतात ?

क्षरणक्षम धातूवर अक्षरणक्षम धातूचा थर चढवल्यामुळे क्षरण रोखता येते. हे अनेक प्रकारे करता येते.

1. जस्त विलेपन (Galvanizing)

या पद्धतीत लोखंड किंवा पोलादाचे क्षरण रोखण्यासाठी त्यावर जस्ताचा पातळ थर देण्यात येतो. उदाहरणार्थ, चकाकणारे लोखंडी खिळे, टाचण्या इत्यादी. या पद्धतीत जस्त लोखंडापेक्षा जास्त विद्युतधन आहे त्यामुळे त्याचे क्षरण आधी होते. काही पावसाळ्यांच्या कालावधीनंतर जस्ताचा थर निघून जातो आणि आतील लोखंड उघडे पडते. यावेळी लोखंड गंजण्यास सुरुवात होते.



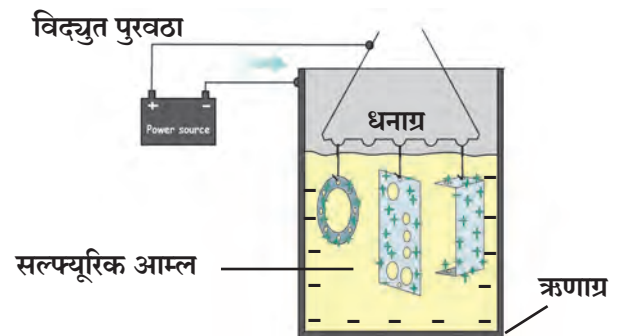
2. कथिलीकरण (Tinning)

या पद्धतीत वितळलेल्या कथिलाचा थर धातूवर चढविण्यात येतो. यालाच आपण कल्हई करणे असे म्हणतो. तांब्याच्या आणि पितळेच्या भांड्यावर क्षरणामुळे हिरवट रंगाचा थर जमा होतो. हा हिरवट रंगाचा थर विषारी असतो. अशा भांड्यांमध्ये ताक, कढी किंवा आमटी ठेवल्यास ती कळकते. हे सर्व टाळण्यासाठीच कथिलीकरण केले जाते.

3. धनाग्रीकरण (Anodization)

या पद्धतीत तांबे, अॅल्युमिनिअम यांसारख्या धातूवर विद्युत अपघटनाद्वारे त्यांच्या ऑक्साइडचा पातळ, मजबूत असा लेप देतात. यासाठी तांबे किंवा अॅल्युमिनिअमची वस्तू धनाग्र म्हणून वापरतात. हा ऑक्साइडचा लेप पृष्ठभागावर सर्वत्र एकसारखा असल्याने धातूचे क्षरण रोखण्यासाठी उपयोगी पडतो.

उदाहरणार्थ; जेव्हा अॅल्युमिनिअमचे धनाग्रीकरण करतात तेव्हा त्यावर तयार झालेल्या अॅल्युमिनिअम ऑक्साइडच्या पातळ थरामुळे त्याच्या खालील अॅल्युमिनिअमचा ऑक्सिजन आणि पाणी यांच्याशी संपर्क रोखला जातो. यामुळे पुढील ऑक्सिडीकरण रोखले जाते. धनाग्रीकरण करताना ऑक्साइडचा थर अधिक जाड करून हे संरक्षण अधिक वाढविता येते.

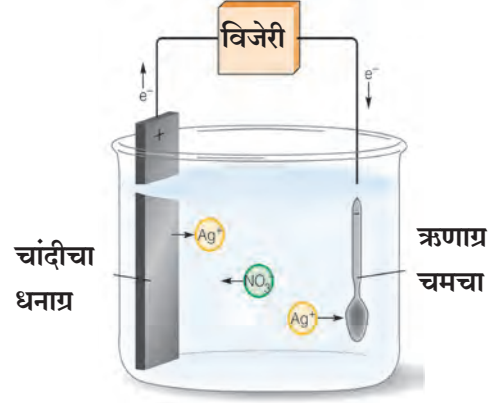


4. विद्युत विलेपन (Electroplating)

या पद्धतीमध्ये विद्युत अपघटनाद्वारे कमी अभिक्रियाशील धातूचा जास्त अभिक्रियाशील धातूवर थर देण्यात येतो. चांदी विलेपित चमचे, सोने विलेपित दागिने ही विद्युत विलेपनाची उदाहरणे आहेत.

5. संमिश्रिकरण (Alloying)

सध्या वापरात असलेले बहुसंख्य धातुरूप पदार्थ हे संमिश्र स्वरूपात असतात. यामागचा महत्त्वाचा हेतू म्हणजे धातूंची क्षरण पावण्याची तीव्रता कमी करणे. एका धातूमध्ये ठराविक प्रमाणात इतर धातू किंवा अधातू मिसळून तयार होणाऱ्या एकजिनसी मिश्रणास संमिश्र म्हणतात. उदाहरणार्थ, ब्रॉन्झ हे 90 % तांबे व 10 % कथील यांच्यापासून तयार केलेले संमिश्र आहे. ब्रॉन्झचे पुतळे उन्हा पावसातही चांगले राहतात, हवा-पाण्याने डाग न पडणारे व न गंजणारे स्टील हे 74 % लोह, 18% क्रोमिअम व 8 % कार्बन यांच्यापासून तयार केलेले संमिश्र आहे. याप्रमाणेच आजकाल नाणी बनविण्यासाठी विशिष्ट प्रकारची संमिश्रे तयार केली जातात.



8.17 विद्युत विलेपन



8.18 विविध नाणी



माहीत आहे का तुम्हांला ?

संमिश्रामध्ये एक धातू जेव्हा पारा हा असतो तेव्हा त्यास पारदसंमिश्र (Amalgam) असे म्हणतात. सोडीअम अमाल्गम, झिंक अमाल्गम इत्यादी. रजत पारद संमिश्राचा उपयोग बहुतकरून दंतवैद्य करतात. सुवर्ण पारदसंमिश्राचा उपयोग सोन्याच्या निष्कर्षणासाठी केला जातो.



माहिती मिळवा.

1. दैनंदिन वापरातील विविध संमिश्रे कोणती आहेत ? त्यांचा कोठे वापर केला जातो ?
2. नाणी बनवण्यासाठी वापरावयाच्या संमिश्राला कोणते गुणधर्म असणे आवश्यक आहे ?

स्वाध्याय



1. नावे लिहा.

- अ. सोडीअमचे पाऱ्यासोबतचे संमिश्र
- आ. अॅल्युमिनिअमच्या सामान्य धातुकाचे रेणूसूत्र
- इ. आम्ल आणि आम्लारी या दोन्हीबरोबर अभिक्रिया करून क्षार आणि पाणी तयार करणारे ऑक्साईड
- ई. धातुक भरडण्यासाठी वापरण्यात येणारे साधन
- उ. विद्युत सुवाहक अधातू
- ऊ. राजधातूंना विरघळवणारे अभिक्रियाकारक

2. पदार्थ व गुणधर्म यांच्या जोड्या लावा.

पदार्थ	गुणधर्म
अ. KBr	1. ज्वलनशील
आ. सोने	2. पाण्यात विद्राव्य
इ. गंधक	3. रासायनिक अभिक्रिया नाही
ई. निऑन	4. उच्च तन्यता

3. खाली दिलेल्या धातूच्या धातुकांची जोडी ओळखा.

अ गट

- अ. बॉक्साईट
आ. कॅसिटराईट
इ. सिनाबार

ब गट

1. पारा
2. अॅल्युमिनिअम
3. कथिल

4. संज्ञा स्पष्ट करा.

- अ. धातुविज्ञान आ. धातुके
इ. खनिजे ई. मृदा अशुद्धी

5. शास्त्रीय कारणे लिहा.

- अ. हिरवी पडलेली तांब्याची भांडी स्वच्छ करण्यासाठी लिंबू किंवा चिंच वापरतात.
आ. साधारणपणे आयनिक संयुगाचे द्रवणांक उच्च असतात.
इ. सोडीअम हा कायम रॉकेलमध्ये ठेवतात.
ई. फेनतरणात पाईन वृक्षाचे तेल वापरले जाते.
उ. अॅल्युमिनाच्या विद्युत अपघटनामध्ये वेळोवेळी धनाग्र बदलण्याची आवश्यकता असते.

6. तांब्याचे नाणे सिल्व्हर नायट्रेटच्या द्रावणात बुडविले असता, थोड्या वेळाने त्या नाण्यावर चकाकी दिसते. असे का घडते? रासायनिक समीकरण लिहा.

7. 'अ' या धातूचे इलेक्ट्रॉन संरूपण 2,8,1 आहे आणि 'ब' या धातूचे इलेक्ट्रॉन संरूपण 2, 8, 8, 2 आहे. या दोन धातूपैकी कोणता धातू हा अधिक अभिक्रियाशील आहे. त्यांची विरल HCl आम्लासोबत होणारी अभिक्रिया लिहा.

8. नामनिर्देशित आकृती काढा.

- अ. चुंबकीय विलगीकरण
आ. फेनतरण पद्धत
इ. अॅल्युमिनाचे विद्युत अपघटन
ई. जलशक्तीवर आधारित विलगीकरण

9. खालील घटनांसाठी रासायनिक समीकरणे लिहा.

- अ. अॅल्युमिनिअमचा हवेशी संपर्क आला
आ. लोखंडाचा चुरा/भुकटी कॉपर सल्फेटच्या जलीय द्रावणात टाकली
इ. फेरीक ऑक्साइडची अॅल्युमिनिअमबरोबर अभिक्रिया घडवून आणली.
ई. अॅल्युमिनाचे विद्युत अपघटन केले
उ. झिंक ऑक्साइड हे विरल हायड्रोक्लोरीक आम्लामध्ये विरघळविले

10. खालील विधान प्रत्येक पर्यायानुसार पूर्ण करा.

- अॅल्युमिनिअमच्या निष्कर्षणात.....
अ. बॉक्साईटमध्ये असलेले घटक, मृदा अशुद्धी
आ. धातुकाच्या संहतीकरणात अपक्षालणाचा उपयोग
इ. बॉक्साईटचे हॉलच्या पद्धतीने अॅल्युमिनामध्ये रूपांतर करण्याची रासायनिक अभिक्रिया
ई. अॅल्युमिनिअमच्या धातुकास संहत कॉस्टिक सोड्याबरोबर उष्णता देणे

11. Cu, Zn, Ca, Mg, Fe, Na, Li या धातूंची विभागणी क्रियाशील, मध्यम क्रियाशील व कमी क्रियाशील अशा तीन गटांमध्ये करा.

उपक्रम :

धातूंची भांडी आणि धातूच्या विविध वस्तू यांचा संग्रह करा. प्रयोगशाळेत शिक्षकांच्या मार्गदर्शनाखाली त्यांना चकाकी कशी देता येईल यासंदर्भात कृती लिहा.

