

शैक्षणिक

• प्रदर्शनी •

अंक - ३

डिसेंबर १९९९-

जानेवारी २०००

शिक्षण आणि विज्ञानात रूची असणाऱ्यांसाठी द्वैमासिक

संपादक :

नीलिमा सहस्रबुध्दे
संजीवनी कुलकर्णी
प्रदीप गोठोस्कर
नागेश मोने
प्रियदर्शिनी कर्वे

शैक्षणिक

संदर्भ.

अंक- ३

डिसेंबर १९९९ -

जानेवारी २०००

सल्लागार :

नरेश दधीच

अक्षरजुळणी व मुद्रण :

श्वेता कॉम्प्युटर सर्व्हिसेस

निर्मिती आणि वितरण

पालकनीती परिवार

अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा,
कर्वे रोड, पुणे ४११ ००४.

दूरध्वनी : ५४४९२३०

किंमत : रूपये २०/-

वार्षिक मूल्य : रूपये १००/-

होशंगाबाद येथील 'एकलव्य' या संस्थेच्या सहयोगाने व सर रतन टाटा ट्रस्ट यांच्या आर्थिक मदतीने हा अंक प्रकाशित केला जात आहे.



हवाई बेटामधील माऊना लोआ डोंगरावर जिवंत ज्वालामुखी पाहायला मिळतो. हा सर्व प्रदेशच भूगर्भातील लाव्हा थंड होऊन तयार झाला आहे. इथे आजही छोटी छोटी विवरे आढळतात. यातून पृथ्वीच्या पोटातील वायू बाहेर येतात. अशाच एका जिवंत विवराचे हे छायाचित्र आहे. यातून बाहेर टाकल्या जाणाऱ्या वायूंमध्ये गंधकाचे प्रमाण

जास्त आहे. त्यामुळे या विवराला पिवळा रंग आला आहे. निसर्गात आढळणाऱ्या मूलद्रव्यांचे विविध गुणधर्म (जसे गंधकाचा हिरवट पिवळसर रंग) हे एक मोठे कोडेच होते. मूलद्रव्यांचे गुणधर्म, त्यांचा एकमेकांशी संबंध आणि त्यांच्या अणूंची रचना समजावून सांगणारी एक पध्दत तयार झाली. त्यालाच आज आपण 'पिरिऑडिक टेबल' किंवा 'आवर्तसारणी' म्हणतो. 'ओळख आवर्तसारणीची' या लेखात त्याचा इतिहास वाचूया.

(छायाचित्र : हवाई, द वर्ल्डस् वॉर्डल्ड प्लेसेस, टाईम लाईफ बुक्स यांच्या सौजन्याने)

'शैक्षणिक संदर्भ' हे द्वैमासिक 'पालकनीती परिवार' करिता नीलिमा सहस्रबुध्दे यांनी अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ४११ ००४ येथे प्रकाशित केले. रजि. क्र. PHM/SR-207/VIII/99

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक - ३

डिसेंबर १९९९ - जानेवारी २०००

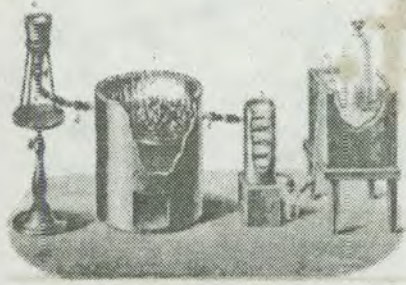
शिक्षण आणि विज्ञानात रूची असणाऱ्यांसाठी द्वैमासिक



रंग माझा वेगळा ५
रात्रीच्या आकाशात आपल्याला असंख्य तारे दिसतात. पण तुम्ही जर नीट पाहिलं तर या सर्व ताऱ्यांचे रंग सारखेच नसतात. ऐतिहासिक शिलालेखात व्याधाचा रंग तांबडा होता असे लिहिलेले आढळून येते. मात्र आज तुम्हाला तो पांढरा शुभ्र दिसून येतो. खरोखरच व्याधाने रंग बदलला असेल का?

बियांचे निःश्वास ९
आपण श्वासोच्छ्वास करतो त्यावरून आपण सर्वच सजीव आहोत. वाळवून ठेवलेली बी-बियाणे जिवंत असतात का ? अनेक वर्षे साठवून ठेवलेल्या बिया पेरल्यानंतर त्यांना पालवी फुटते, म्हणजे त्या जिवंत असतात. पेरणीपर्यंत त्यांचा श्वासोच्छ्वास कसा चालतो ?





ओळख आवर्तसारणीची २५

आजच्या रसायनशास्त्राप्रमाणे विश्वात एकूण १०९ मूलद्रव्ये आहेत. ही मूलद्रव्ये वापरूनच जगातील विविध पदार्थ तयार होतात. या मूलद्रव्यांचे गुणधर्म समजून घेण्यासाठी शास्त्रज्ञांनी अनेक वर्षांच्या संशोधनातून आवर्तसारणीची कल्पना मांडली. अर्थात आवर्तसारणी समजली तर सर्व मूलद्रव्यांचे गुणधर्म लक्षात ठेवणे सोपे जाईल.



शीतलता देता घेता १५

उष्णता हे ऊर्जेचे महत्त्वाचे रूप आहे. उष्णतेची पैशासारखी देवाण-घेवाण करता येते. अर्थात यामध्ये देखील कोणालातरी ऊर्जा खर्च करावी लागतेच. तरीही जर आपण युक्ती केली तर आपल्याला अनेक गोष्टीतून उष्णता काढून घेऊन त्या अतिशय थंड करता येतात. या पद्धतीचा वापर अतिशय कमी तापमान मिळविण्यासाठी करतात. कसे ते बघू या - या लेखात.



शून्याच्या पाठीमागे ... ५७

शाळेत अगदी सुरुवातीपासूनच आपण अंकांची ओळख करून घेतो. आपल्या रोजच्या जीवनात बहुतेकदा आपली धनसंख्यांशी भेट होते. उदाहरणार्थ, तुम्ही मित्राला चार पेरू दिले. परंतु तुम्ही जर मित्राकडून चार पेरू काढून घेतले तर ते ऋण संख्येने मांडता येतात. म्हणजे तुम्ही मित्राला 'ऋण चार पेरू'च दिले असे म्हणाना. ऋणसंख्या समजावून घ्यायच्या सोप्या युक्त्या बघू या लेखात.

अनुक्रमणिका

संदर्भ अंक-३ डिसेंबर १९९९ - जानेवारी २०००

- ❖ रंग माझा वेगळा !..... ५
- ❖ बियांचे निःश्वास ९
- ❖ शीतलता देता घेता १५
- ❖ ओळख आवर्तसारणीची २५
- ❖ थायमस पुराण ३५
- ❖ आपला हात जगन्नाथ ४७
- ❖ माती रंगे खेळताना ५३
- ❖ शून्याच्या पाठीमागे ५७
- ❖ गुरुनानकांचा दोहा ६६
- ❖ कोणे एके काळी ७१
- ❖ मोजमापे - वॉट ७७
- ❖ इलेक्ट्रॉनचा शोध ८१



आवाहन

शैक्षणिक संदर्भ या द्वैमासिकातून आम्ही विद्यार्थी, शिक्षक व पालकांसाठी विज्ञान व शिक्षण या विषयांवरील उत्कृष्ट लेख तुम्हापर्यंत पोहोचवू इच्छितो. अर्थात या प्रकल्पासाठी विविध स्वरूपात आपली मदत आवश्यक आहे. संदर्भ वाचकांच्या पाठबळाने स्वतःच्या पायावर उभे रहावे यासाठी या प्रकल्पाला आपण खालील प्रकारे मदत करू शकता.

- हा अंक आपण जरूर विकत घ्या. वाचा व इतरांना दाखवा.
- वर्षातील सहा अंकांसाठी रु. १००/- वर्गणी पाठवा.
- तुमच्या माहितीतील एखादी संस्था आर्थिक मदत देऊ शकत असेल तर अशा संस्थेची माहिती कळवा.
- तुमच्या परिचयातील शाळा, शिक्षक आणि पालक यांच्यापर्यंत शैक्षणिक संदर्भ पोचवा.

शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिकासाठी देणगी मूल्य किंवा आर्थिक मदत ड्राफ्ट/मनीऑर्डर/चेक (बाहेरगावचा चेक पाठविल्यास रु. १५ अधिक पाठवावेत) पालकनीती परिवार या नावाने 'संदर्भ' करिता असा स्पष्ट उल्लेख करून पाठवावे.

- देणगी मूल्य प्रत्येक अंकासाठी रु. २०/-
- वार्षिक वर्गणी सहा अंकासाठी रु. १००/-
- पहिल्या दोन नमुना अंकांसाठी (प्रत्येकी) रु. १५-

● पालकनीती परिवार ●

अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा,
कर्वेरोड, पुणे ४११००४. फोन : ५४४१२३०

रंग माझा वेगळा !

वेगवेगळ्या रंगांचे, कमी अधिक चमकणारे असंख्य तारे आपण रात्री आकाशात बघतो. काही तारे पांढरे शुभ्र, काही तांबूस तर काही निळसर वाटतात. ताऱ्याच्या अंतरंगात होणाऱ्या प्रक्रियांचा त्याच्या रंग व तेजस्वीपणावर परिणाम होत असतो.

लेखक : आयझॅक अॅसिमॉव्ह • अनुवाद : विनया कुलकर्णी

बऱ्याच ताऱ्यांचे हायड्रोजन हे प्रमुख इंधन असते. अतिउच्च तापमानाला (साधारणपणे १ कोटी अंश) हायड्रोजनचे हिलियमध्ये रूपांतर होते व प्रचंड प्रमाणात ऊर्जा बाहेर टाकली जाते. या वायूंच्या गोळ्यावर दोन शक्ती कार्य करत असतात. एक म्हणजे गुरुत्वाकर्षण, जे प्रत्येक अणूला ताऱ्याच्या

केंद्राकडे खेचते आणि दुसरी शक्ती म्हणजे आंतरिक दाब. ह्या दाबामुळे बाहेरचा थर ताऱ्याच्या आतल्या थराला आत ढकलतो, तर आतला थर बाहेरच्या थरावर तेवढ्याच प्रमाणात दाब देतो. या दोन्ही शक्तींमुळे तारा गोलाकार होतो आणि थर स्थिर रहातात.

ताऱ्यांचा रंग हा त्यांच्या पृष्ठभागावरील तापमानावर अवलंबून असतो. ताऱ्याचे तापमान जास्त असेल तर तो निळसर दिसतो व जसजसा तो थंड होतो तसतसा पिवळा आणि नंतर तांबूस दिसायला लागतो. जसे लोहाराने तापवलेले लोखंड आधी लाल आणि नंतर पिवळे होते ना तसेच.

ताऱ्यांकडचे हायड्रोजनचे इंधन संपल्यावर गुरुत्वाकर्षण शक्ती व दाब यांच्यातील तौल ढळतो. तारा आकुंचन



पावतो. आकुंचन पावल्यामुळे ताऱ्याचे पृष्ठफळ कमी होते व त्यामुळे तो कमी तेजस्वी दिसायला लागतो. याचवेळी गाभ्याचे तापमान, ताऱ्याची घनता आणि दाब गुरुत्वाकर्षण शक्तीवर मात करतील एवढे वाढतात व हळूहळू ताऱ्याचे आवरण फुगायला लागते. पुन्हा दाब व गुरुत्वाकर्षण यांच्यात संतुलन निर्माण होते. पूर्वीपेक्षा ताऱ्याची त्रिज्या शंभर-दोनशे पटींनी आता वाढलेली असते. म्हणजेच ताऱ्याचे पृष्ठफळ वाढते. त्यामुळे त्यातून अधिक प्रमाणात ऊर्जा बाहेर पडते व आपल्याला तो तारा जास्त तेजस्वी वाटतो. अशा ताऱ्यांना राक्षसी तारे म्हणतात.

व्याध हा आकाशातील सर्वात तेजस्वी तारा आहे. शुभ्र हिऱ्याप्रमाणे तो चमकतो. व्याधासारखे तारे सहसा आपला रंग व तेजस्विता बदलत नाहीत. म्हणूनच प्राचीन व मध्ययुगात व्याधाचा तांबड्या रंगाचा तारा म्हणून वरचेवर आढळणारा उल्लेख थोडासा विस्मयकारक वाटतो. व्याध तांबड्या रंगाचा कसा झाला असावा बरं ?

व्याध हा खरं तर एकच तारा नसून त्याच्या जोडीने आपल्या डोळ्यांना न दिसणारा एक ताराही आहे. तो म्हणजे व्याध (बी) (SiriusB). हा श्वेतबटू आहे. श्वेतबटू तारा इतर ताऱ्यांसारखाच असतो व तो प्रसरण



मृगनक्षत्रातील वायूच्या प्रचंड ढगाचे हे छायाचित्र. प्रत्यक्ष आकाशात तुम्ही मृग नक्षत्र नीट निरखून बघितले तर बाणाच्या तीन ताऱ्यांखाली तुम्हाला हा अंधुक ढग नुसत्या डोळ्यांनीही दिसून येईल. अशा अतिशय तप्त ढगांपासून हजारो ताऱ्यांचा जन्म होतो.

पावून तांबडा राक्षसी तारा बनू शकतो. व्याध 'बी' हा फुगत जाऊन राक्षसी तारा बनला व त्यामुळेच व्याधाचा रंग तांबडा झाला असण्याची देखील शक्यता आहे.

पण हे कारण फारसं पटण्याजोगं नाही. व्याध (बी) हा व्याधापासून बराच लांब आहे. त्याच्या तांबड्या रंगाचा व्याधाच्या पांढऱ्या रंगावर फारसा परिणाम होणार नाही. तसंच तारा राक्षसी झाल्यावर त्याचा स्फोट होतो व हजारो वर्षे दिसत राहिल एवढा मोठा ढग तयार होतो. असा ढग व्याधापाशी आज दिसत नाही.

व्याध व व्याध (बी) हे दोन्ही ढगांनी वेढल्यामुळे आपल्याला अंधुक व तांबूस रंगाचे दिसत असावेत ही दुसरी शक्यता.

याहीपेक्षा वेगळे कारण असू शकेल. प्राचीन इजिप्शियन काळात व्याधाला विशेष महत्त्व होते. या ताऱ्याचे आकाशातील अस्तित्व फार महत्त्वाचे मानले जायचे. ख्रिस्ती धर्मगुरूही व्याधाच्या प्रथम दर्शनाची वाट बघत असत. क्षितिजालगत असलेल्या धुक्याच्या वातावरणामुळे कदाचित तो तांबडा दिसला असेल.

मध्ययुगीन काळातील खगोलशास्त्रज्ञांचे व्याधाला तांबडा तारा समजणं कदाचित चूकही असू शकेल. कदाचित त्यावेळेचे खगोलशास्त्रज्ञ व्याधापेक्षा त्याच्याजवळ

असणाऱ्या 'आर्क्टुरस' या ताऱ्याला व्याध म्हणत असावेत. आर्क्टुरस हा तारा व्याधाइतकाच तेजस्वी पण अगदी तांबूस रंगाचा आहे.

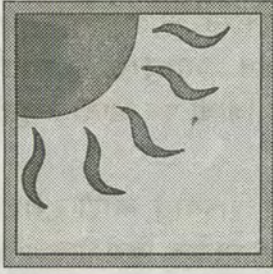
मध्ययुगात चीनमध्ये काही हुशार खगोलशास्त्रज्ञ होऊन गेले. चिनी शास्त्रज्ञांनी ताऱ्यांच्या बदलत्या रंगाची नोंद घेतलेली आढळते. यामागची कारणे मात्र पूर्णपणे फलज्योतिषाकडे झुकणारी आहेत. वास्तवातील बदलांकडे लक्ष देऊन त्यांना आकाशातील ग्रह-ताऱ्यांच्या बदलांची जोड देण्याऐवजी चिनी शास्त्रज्ञांनी आधी

आकाशातील बदल शोधले व त्यानुसार जगात काय काय बदल घडून येत आहेत हे पाहिले. तरीही चिनी ग्रंथांमध्ये व्याध हा पांढरा असल्याचा उल्लेख आढळतो व त्यात कधीही बदल झालेला नाही.

याचा अर्थ असा नाही की तारे कधीच रंग बदलत नाहीत. काही तारे नक्कीच आपला रंग बदलतात. कंपन पावणारे काही तांबडे राक्षसी तारे नेहमीपेक्षा अधिक मोठे व तांबूस दिसतात. मृग नक्षत्रातील काशी हा असाच एक सुपरिचित तारा आहे. असाच दुसरा एक तारा सेप्टस मधील मायरा होय. यांचा रंग अगदी पांढऱ्यापासून तांबड्यापर्यंत नसला तरी थोडाफार बदलतो असे आजही दिसते.

काही तारे असेही असतात की जे आपला





रंग नव्हे तर तेजस्विता बदलतात. ययाती समूहातील अल्गॉल हा तारा ठराविक काळानंतर अंधुक आणि पुन्हा तेजस्वी होतो. अल्गॉल हा एक द्वैती तारा^(१) आहे. दोन्हीतील एक तारा बराच मोठा व मंद आहे. ठराविक कालानंतर मंद तारा तेजस्वी ताऱ्याच्या पुढे येतो व अल्गॉलची तेजस्विता कमी होते. मंद तारा बाजूला गेला की पुन्हा अल्गॉल तेजस्वी बनतो. अशा ताऱ्यांना ग्रहण पाळणारे द्वैती तारे म्हणतात. द्वैती नसलेल्या काही ताऱ्यांची तेजस्विताही अशी कमी-जास्त होते. हे तारे स्पंदमान असतात म्हणजे ते कंप पावत असतात. आधी ते मोठे व कमी तेजस्वी होतात व नंतर लहान व अधिक तेजस्वी बनतात. अशा प्रकारच्या ताऱ्यांना सिफिड व्हेरिअबल्स^(२) म्हणतात.

(१) द्वैती तारे : जेव्हा एकमेकांच्या गुरुत्वाकर्षणाने दोन ताऱ्यांची जोडी तयार होते तेव्हा त्यांना द्वैती तारे म्हणतात. ते एकमेकांभोवती फिरतात.

(२) शर्मिष्ठा, ध्रुव आणि कालेय या तीन तारकापुंजांमध्ये असणारा 'सिफिअस' (वृषपर्वी) नावाचा पुंज आहे. या मध्ये स्पंदमान तारा पहिल्यांदा सापडला म्हणून सर्व स्पंदमान ताऱ्यांना 'सिफिड व्हेरिअबल्स' असे नाव प्राप्त झाले.

दीर्घिकांची अंतरे मोजण्यासाठी या ताऱ्यांचा उपयोग केला जातो. म्हणून ते तारे महत्त्वाचे आहेत.

काही तारे मात्र खरोखर तांबूस रंगाचे असतात. खरं तर आकाशातील बरेचसे तारे हे तांबडेच आहेत. ते लहान व कमी तेजस्वी आहेत. या ताऱ्यांमधील (हायड्रोजन) इंधन अगदी संपत आले आहे. अशा ताऱ्यांचं पृष्ठीय तापमान २०००° सें. असतं. एकूण ताऱ्यांच्यापैकी तीन चतुर्थांश तारे हे याच प्रकारचे आहेत. मात्र आपल्या सूर्याचं पृष्ठभागावरील तापमान ५७००° सें. आहे. म्हणूनच सूर्य तांबडा न दिसता पिवळा दिसतो.

तांबड्या ताऱ्याभोवती जीवसृष्टी अस्तित्वात येऊ शकेलच असे म्हणता येणार नाही. जीवसृष्टीच्या निर्मितीसाठी सूर्यासारखा तारा हवा. मात्र आकाश गंगेतील केवळ १०% तारेच सूर्यासारखे आहेत. व्याध हा सूर्यापेक्षा बराच मोठा व तेजस्वी तारा आहे. पण त्याच्या भोवताली जीवसृष्टी विकसित होण्याची शक्यता खूपच कमी आहे. ❖

लेखक : आयझॅक अँसिमॉव्ह, हे प्रसिद्ध जीवशास्त्रज्ञ होते. विज्ञान कथा आणि विज्ञानावरील लेख यांच्यासाठीच त्यांना जास्त प्रसिद्धी मिळाली.

अनुवाद : विनया कुलकर्णी, खगोलशास्त्राची आवड. दुर्विण बनविण्याचा अनेक वर्षांचा अनुभव. आयुका मध्ये विज्ञान शिक्षण आणि प्रसारासाठी कार्यरत.

बियांचे निःश्वस



जीवशास्त्राच्या तासाला वर्गात बरेचदा प्रश्न विचारला जातो की, सुकलेल्या बिया सजीव असतात का ? 'अर्थातच' असं उत्तर तज्ज्ञ देतात. कारण उघड आहे. सजीवच दुसऱ्या सजीवाला जन्म देतात. सुकलेल्या बिया पेरल्यानंतर नवी रोपं उगवतात. म्हणून शुष्क बिया सजीवच असतात.

पण बिया न पेरता हे ठरविता येईल का ? शुष्क बिया श्वसन करतात असं जर सिध्द करता आलं तर त्यांना सजीव समजावंच

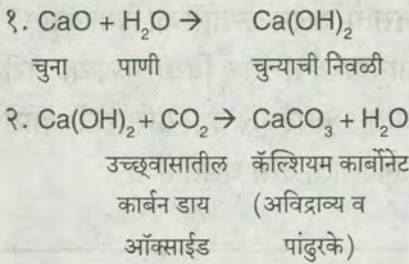
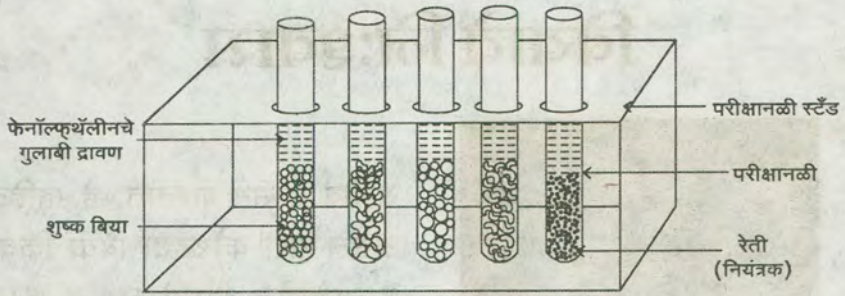
सजीव श्वसन करतात, हे माहित असलं तरी कोरड्या बिया किंवा धान्यदेखील श्वासोच्छ्वास करत असेल याचा विचार आपण केलेला नसतो. खरंच करतात का बिया श्वसन? अनेक वर्षांनंतर बिया पेरल्या तरी यातून चमत्कार झाल्यासारखी झाडे उगवतात. कसे घडते हे ?

लेखक : किशोर पंवार

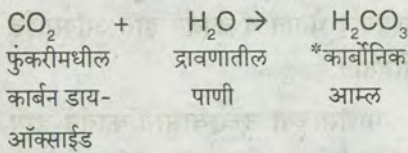
अनुवाद : प्रज्ञा पिसोळकर

लागेल. कारण श्वसन हे सुध्दा सजीवांचं खास वैशिष्ट्य आहे. श्वसनात बहुतांशी सजीव प्राणवायू घेतात व कार्बन डाय ऑक्साईड सोडतात.

माणसाच्या उच्छ्वासात कार्बन डाय ऑक्साईड जास्त प्रमाणात असतो. चुन्याच्या निवळीच्या द्रावणात स्ट्रॉमधून फुंकर मारीत राहिलो (म्हणजेच उच्छ्वास करत राहिलो) तर द्रावण पांढुरके होते. या प्रयोगात खालील रासायनिक अभिक्रिया होते.



तसंच फेनॉल्फ्थॅलीन या दर्शकाच्या गुलाबी द्रावणात फुंकर मारीत राहिलो तर ते रंगहीन होते कारण ह्या दर्शकाचे द्रावण आम्लाच्या संपर्कात रंगहीन होते. यात खालील अभिक्रिया होते.



चुन्याची निवळी किंवा फेनॉल्फ्थॅलीनच्या रंगीत द्रावणात जर पंपाने सतत हवा मिसळली तर त्यांच्या रंगात काही बदल होत नाही.

* कार्बोनिक आम्लच दर्शकाला रंगहीन बनविते.

झालाच तर अतिशय धीम्या गतीने होतो. कारण हवेतील कार्बन डाय ऑक्साईडचे प्रमाण अत्यल्प (०.०३%) असते. उच्छ्वासामधे कार्बन डाय ऑक्साईड बराच जास्त म्हणजे ५% असतो.

एक प्रयोग :

होशंगाबाद येथील एका शिक्षक प्रशिक्षण शिबिरात एक प्रयोग केला होता.

कृती : पाच परीक्षानळ्या एका स्टँडमध्ये ठेवल्या. प्रत्येक परीक्षानळी अर्ध्या पातळीपर्यंत शुष्क बियांनी भरली. बिया वेगवेगळ्या प्रकारच्या होत्या. पाचव्या परीक्षानळीत मात्र अर्ध्या पातळीपर्यंत धुतलेली वाळू भरली. पाचवी परीक्षानळी नियंत्रक (कंट्रोल) म्हणून ठेवली. पाचही परीक्षानळ्यांमध्ये ठराविक पातळीपर्यंत फेनॉल्फ्थॅलीनचे रंगीत द्रावण भरले. सुमारे १ तासानंतर निरीक्षणे घेतली.

निरीक्षण :

१. शुष्क बिया असलेल्या परीक्षानळ्यांमधील दर्शकाचे द्रावण हळूहळू रंगहीन होऊ लागले. विशेषतः रंगामधील हा बदल बियांच्या आसपास प्रथम दिसला. सुमारे २-३ तासांत या परीक्षानळ्यांमधील फेनॉल्फ्थॅलीनचे द्रावण पूर्णतः रंगहीन झाले.

२. वाळू टाकलेल्या परीक्षानळीतील फेनॉल्फ्थॅलीनचे द्रावण शेवटपर्यंत गुलाबीच राहिले.

अनुमान : बियांच्या श्वसनात कार्बन डाय ऑक्साईड बाहेर पडतो. त्यामुळे रंगीत फेनॉल्फ्थॅलीन रंगहीन झाले. वाळू श्वसन करत नाही. त्यामुळे नियंत्रकात रंगबदल झाला नाही. त्यावरून शुष्क बिया श्वसन करतात, त्यामुळे त्या सजीव असतात असे म्हणता येईल.

फसलो रे फसलो

पटेल गुरुजी हे आमचे सहकारी शिक्षक. त्यांनी या प्रयोगात सुकलेल्या बियांऐवजी सुकलेली पाने व झाडांची सुकलेली साल वापरली. तरी सुध्दा परीक्षानळ्यांमधील फेनॉल्फ्थॅलीनचे रंगीत द्रावण रंगहीन झाले. आता आली का पंचाईत ! आता असं म्हणायचं की काय की झाडांच्या मृत पेशी (पाने व खोडांमधील) श्वसन करतात ?

आम्ही सर्वच विचारात पडलो. चूक झाली तरी कुठे ? मग लक्षात आलं. फेनॉल्फ्थॅलीन हा दर्शक आम्लधर्मी

माध्यमात गुलाबीचा रंगहीन होतो. रंगबदलावरून आपण एवढंच म्हणू शकतो की माध्यम आम्लधर्मी झालंय. पण ते 'कोणत्या आम्लामुळे' याचा काहीच बोध होत नाही. कार्बन डाय ऑक्साईड पाण्यात मिसळून झालेल्या कार्बोनिक आम्लामुळे की इतर कोणत्या आम्लामुळे ? प्रयोगात याचा छडा लागत नाही.

जरा डोकं खाजविल्यावर लक्षात आलं की बहुतेक सुकलेली पानं व सालं आम्लधर्मीच असतात. त्यामुळेच फेनॉल्फ्थॅलीन रंगहीन होते. पण आता पटेल गुरुजींनी ज्या कोड्यात पाडलं ते कोडं सोडवायचं तरी कसं ? शुष्क बिया श्वसन करतात हे सिध्द करायचं कसं ?

आधीच्या प्रयोगात अजून एक गोम होती. फेनॉल्फ्थॅलीनच्या द्रावणात टाकल्यामुळे शुष्क बिया साहजिकच भिजतात. त्यामुळे आपण खरं तर असं म्हणायला हवं की "भिजविलेल्या बिया श्वसन करतात". "शुष्क बिया श्वसन करतात" असं कसं म्हणता येईल ?

म्हणून पुढचा प्रयोग करताना शुष्क बिया किंवा सुकलेली पाने फेनॉल्फ्थॅलीनच्या प्रत्यक्ष संपर्कात येऊ नयेत अशी योजना करण्याचं ठरलं. त्यामुळे दोन गोष्टी साध्य होतील. १. आम्लधर्मी असल्यावर सुध्दा एखादा पदार्थ फेनॉल्फ्थॅलीनचे रंगीत द्रावण रंगहीन करू शकणार नाही. २. श्वसन झालंच तर कार्बन डाय ऑक्साईड निर्मिती होईल.

हा वायूच द्रावण रंगहीन करेल. अन्यथा द्रावणाच्या रंगात कोणताच बदल होणार नाही.

अजून एक प्रयत्न :

वेडळी (गुजराथ) येथे विज्ञान शिक्षणाच्या कार्यक्रमांतर्गत असाच प्रयोग पुन्हा करता आला.

कृती : पाच परीक्षानळ्या एका स्टँडवर ठेवल्या. पाचही नळ्यांमध्ये फेनॉल्फुर्थॅलिनचे गुलाबी द्रावण थोडेसे भरले. द्रावणावर काळजीपूर्वक एक कापसाचा बोळा बसविला. चार परीक्षानळ्यांमध्ये कापसाच्या बोळ्यावर शुष्क बिया भरल्या. पाचवी परीक्षानळी नियंत्रक म्हणून ठेवली. तिच्यामधील बोळ्यावर धुऊन वाळवलेली वाळू भरली. सर्व परीक्षानळ्या हलणार नाहीत व कापसाचा बोळा द्रावणात भिजणार नाही अशी काळजी घेतली. ४-५ तासांनी निरीक्षणे घेतली.

निरीक्षण :

१. ज्या परीक्षानळ्यांमध्ये कापसाच्या

बोळ्यावर शुष्क बिया ठेवल्या होत्या त्या नळ्यांमधील फेनॉल्फुर्थॅलिनचे द्रावण रंगहीन झाले.

२. नियंत्रक परीक्षानळीतील (जिच्यात वाळू भरली होती) द्रावण गुलाबीच राहिले.

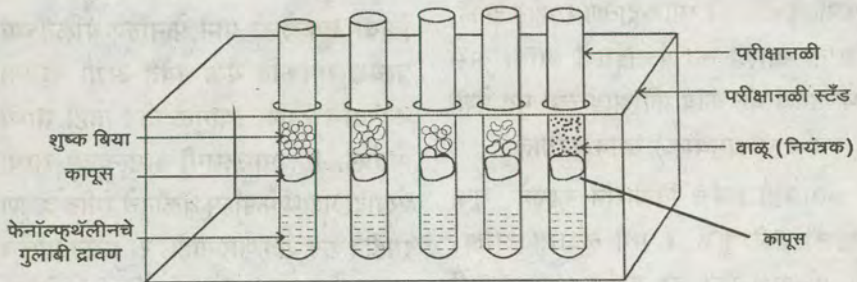
अनुमान : यावरून सिध्द होते की शुष्क बिया श्वसन करतात. म्हणून त्या सजीव असतात.

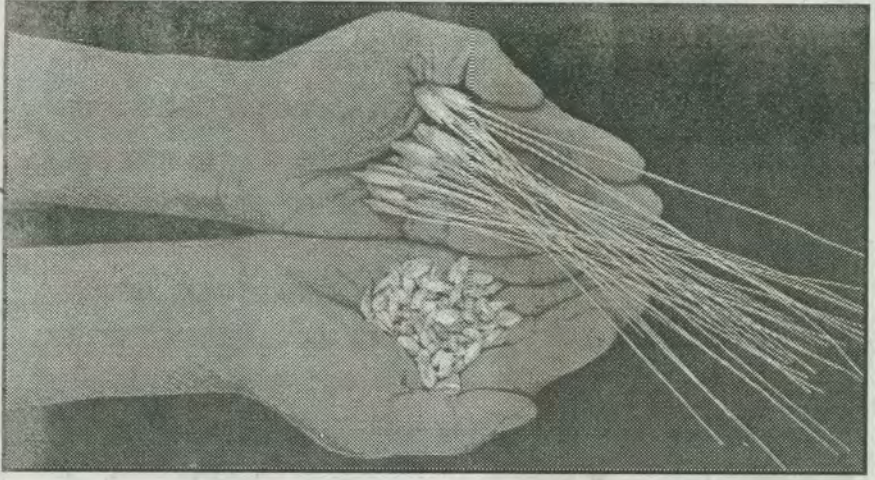
स्पष्टीकरण : शुष्क बियांमधील श्वसनाची शक्यता पडताळून पाहणारा हा प्रयोग अधिक चांगला आहे. पहिल्या प्रयोगात बिया दर्शकाच्या द्रावणात भिजतात. या प्रयोगात कापसाचा बोळा बिया व दर्शकाच्या द्रावणास एकमेकांपासून दूर ठेवतो. त्यामुळे बिया शुष्कच राहतात. म्हणून ठामपणे शुष्क बियांच्या श्वसनाबद्दलचे अनुमान काढता येते.

कार्बन डाय ऑक्साईड हवेपेक्षा जड आहे. तो कापसाच्या सच्छिद्र बोळ्यातून दर्शकाच्या द्रावणापर्यंत पोहोचतो. कार्बोनिअम आम्लाच्या सान्निध्यात दर्शक रंगहीन होतो.

जरा विचार करा बरं :

शुष्क बियांऐवजी या प्रयोगात सुकलेली





पाने व झाडाची साल वापरली तर दर्शकाचा रंग कसा असेल ? का?

डोक्याला अजून जरा चालना :

तुम्ही स्वतः हा प्रयोग करून पहा. विद्यार्थ्यांनाही करायला सांगा. खालील प्रश्न सुटतात का बघा.

१. सर्व परीक्षानळ्यांमधील रंगपरिवर्तनाचा वेग सारखाच आहे का ? यावरून आपण वेगवेगळ्या शुष्क बियांच्या श्वसनाच्या दराबद्दल ठामपणे काही मांडू शकतो का?
२. कापसाऐवजी इतर एखादा पदार्थ बियांना फेनॉल्फ्थॅलीनपासून अलग ठेवण्यासाठी वापरता येईल का ? प्लॅस्टिक वापरले तर ?
३. शुष्क बिया व त्याच जातीच्या मोड आलेल्या बिया यांच्या श्वसन दरामध्ये काही फरक असेल का ?
४. फेनॉल्फ्थॅलीन ऐवजी दुसरा कोणता दर्शक वापरता येईल का ? कोणता ? दुसरा

दर्शक वापरल्यास बियांच्या श्वसनाच्या दराबद्दल अशीच निरीक्षणे मिळतील का? निदान श्वसनदराचे प्रमाण (Ratio) एक सारखेच असेल का ?

५. याखेरीज तुम्हाला अजून काही प्रश्न पडतात का ? पत्रातून आम्हाला ते जरूर कळवा.

प्रयोगाच्या या साऱ्या प्रक्रियेत एक गोष्ट लक्षात आली. विचार करण्यामुळे प्रयोग अधिक नेटका व नेमका झाला. पेच सोडविण्याच्या धडपडीतूनच विज्ञानाची आगेकूच होते ना ? ❖

शैक्षिक संदर्भ अंक ६ मधून साभार

लेखक : किशोर पंवार. सेंघवा (म.प्र.)
वनस्पतिशास्त्राचे प्राध्यापक

अनुवाद : प्रज्ञा पिसोळकर (M.Sc.)
चिंचवड येथील स्वास्थ्य केंद्रात स्वास्थ्य तज्ञ
म्हणून काम पाहतात.



शैक्षणिक संदर्भचे अंक तुम्ही

इतरांना भेट म्हणूनही देऊ शकता !

ज्ञान आणि आनंद फक्त स्वतःजवळ ठेवू नये, तो सर्वांना वाटावा. तो वाटल्यानं कमी होत नाही, तर आणखी वाढतो. शैक्षणिक संदर्भ तुमच्या स्नेहीसोबत्यांना भेट द्या. वर्षभरातल्या सहा अंकांनी आनंद शतगुणित करा. सोबतच्या नमुना फॉर्मप्रमाणे तुमच्या स्नेही - मित्रांचे पत्ते आणि वर्गणी ड्राफ्ट किंवा मनीऑर्डरने पाठवा. तुमच्या आठवणींसह वर्षभर आम्ही त्यांना 'शैक्षणिक संदर्भ' द्वैमासिक पाठवू.

दिनांक / /

श्री. _____

पत्ता _____

यांना शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिकाचे पहिले सहा अंक भेट म्हणून पाठवावेत.

ही भेट श्री. _____ यांच्याकडून दिली जावी.

पत्ता _____

वर्गणी रु. १०० म. ऑ./ड्राफ्टद्वारे पाठविली आहे.

(म. ऑ., ड्राफ्ट 'पालकनीती परिवार' नावे काढावेत.)

शीतलता देता घेता

उष्णता देणं ही क्रिया अगदी नेहमीच्या बघण्यातली असते. पण काढून घेणं ही क्रिया जरा वेगळी. अनेक युक्त्या करून माणसांनी उष्णता काढून घेण्याचे तंत्र अवगत केले आहे. म्हणूनच तर तुम्ही उन्हाळ्यात थंडगार पेये आणि आईस्क्रिमचा आनंद घेऊ शकता. नक्की कशी काढून घेतली जाते उष्णता ?

लेखक : सुशील जोशी • अनुवाद : योगेश शिंदे

या विषयाबाबत विचार करण्यासाठी गरमागरम चहा घेऊन मी बसलो. विचार करता करता चहाला पूर्णपणे विसरून गेलो. चहा थंडगार होऊन गेला. थंड झालेला चहा बघून मी अधिकच विचार करू लागलो. या



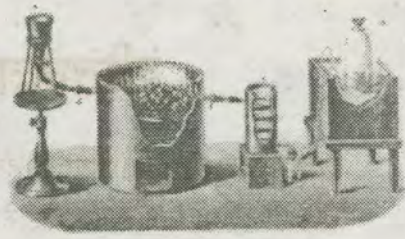
बाबतीत तुम्ही विचार केला आहे की नाही कोणास ठाऊक ? मला वाटलं की दहा मिनिटात चहा इतका थंडगार होऊ शकतो तर आणखी २-४ तास तो तसाच ठेवला तर काय घडेल ? तो अजून थंड होईल ? त्याचा बर्फ होईल ? तुमचा माझा सर्वांचाच हा अनुभव आहे की चहा एका विशिष्ट मर्यादित थंड होतो. त्यानंतर तो कितीही वेळ जरी ठेवला तरी आणखी थंड होत नाही. तर प्रश्न असा आहे की चहा किती थंड होऊ शकतो ? आसपासच्या वातावरणावर हे अवलंबून असते खरे. गरम चहाचे तापमान कमी होत होत जितके वातावरणाचे तापमान आहे तितकेच होणार.

परंतु या चहाला आणखी थंड करावयाचे असेल तर ? साधी गोष्ट आहे. त्यात बर्फ टाकावा झालं. बर्फ खूप थंड असतो, त्यामुळे

बर्फ टाकल्यावर चहा आणखी थंड होईल. परंतु बर्फ कसा बनवला ? ज्याप्रमाणे थंडगार चहाला आणखी थंड करण्यासाठी बर्फाची मदत घ्यावी लागते त्याप्रमाणे पाण्याला थंड करून त्याचा बर्फ बनविण्यासाठी आणखी कोणत्यातरी थंड गोष्टीची गरज आहेच की. म्हणजे बर्फपेक्षा आणखी कोणती तरी गोष्ट आणखीन थंड नक्कीच असणार ! त्याच्या मदतीने पाण्याला थंड करून त्याचा बर्फ बनवता येणार. तर मग बर्फपेक्षा अधिक थंड वस्तू कशी बनवली ? आणि ती इतकी थंड झाली तरी कशी ? झाला ना सापशिडीचा खेळ सुरू ? प्रश्नाकडे जरा निराळ्या दिशेने बघूया तर. शीतलता निर्माण करतात तरी कशी ? हा तर मुख्य प्रश्न आहे आणि कोणत्या मर्यादित आपण शीतलता निर्माण करू शकतो हाही मुद्दा आहेच. चला तर मग पाहू या.

एक गारेगार अन् दुसरा गरम :

मगाशी चहा थंड होण्याचे एक कारण हे आहे की तो चहा हवेच्या संपर्कात होता. चहा मधली थोडी उष्णता हवेत निघून गेली. हवा थोडी गरम झाली, आणि चहा थोडा थंड. चहा थंड होण्याचे आणखी एक कारण आहे ते मी तुम्हाला नंतर सांगेन. गरम तवा देखील असाच थंड होतो. त्याची थोडी उष्णता हवेला मिळते, म्हणजे हवा थोडी गरम होते अन् तवा थोडा थंड. हवा गरम झाल्याचे आम्हाला जाणवत नाही असे तुम्ही म्हणाल. कारण हवेचे प्रमाण भरपूर आहे आणि हवा वाहती



देखील आहे. तापलेला तवा पाण्यात टाकला की तो थंड होतो पण थंड होता होता पाण्याला गरम करतो. हे तुम्ही कधी ना कधी जरूर पाहिले असणार. थंड करण्याच्या या पध्दतीत एक वस्तू थंड होते तर दुसरी गरम. परंतु एका विशेष पध्दतीमध्ये एक वस्तू थंड होते पण दुसरी मात्र गरम होत नाही !

सारेच गारेगार :

पाणी थंड करण्याची एक साधी अन् सोपी पध्दत आहे; माठ वापरण्याची. माठातून जितके पाणी पाझरेल तितके अधिकाधिक पाणी थंड होते असे म्हणतात. पाणी पाझरण्याचा अन् पाणी गार होण्याचा काय संबंध आहे ?

माठाच्या बारीक छिद्रातून पाणी पाझरते. त्यातले बरेचसे पाणी गळूनच जाते. परंतु माठाच्या पृष्ठभागावरचे काही पाणी वाफ बनून उडून जाते. पाण्याची वाफ बनविण्यास उष्णता लागते हे तर तुम्हाला ठाऊक असेलच. मग माठाच्या पृष्ठभागावरील पाण्याची वाफ होण्यासाठी उष्णता येते कोठून ? आसपासच्या हवेतून अन् माठात शिल्लक असणाऱ्या पाण्यातून ही उष्णता

मिळत राहते म्हणून तर माठातील पाणी आणखी थंड होत जाते.

तुम्हाला वाटेल पाण्याची वाफ बनविण्यासाठी जर उष्णता लागत असेल तर ते पृष्ठभागावरचे पाणी नक्कीच गरम होत असणार, पण असे नाही घडत. पाण्याची वाफ होण्याची क्रिया मोठी मजेदार आहे. पाण्याला जर उष्णता दिली तर जोपर्यंत ते उकळण्याच्या स्थितीला येते, तोपर्यंत त्याचे तापमान वाढते. त्यानंतर पाण्याला कितीही उष्णता द्या, त्याचे तापमान वाढत नाही. पाण्याची वाफ बनताना पाणी उष्णता शोषते खरे पण त्याच्या तापमानात वाढ होत नाही. म्हणूनच त्याला “अप्रकट उष्मा” असे म्हणतात. आपल्या कपातला चहा थंड करण्यात काही “परकीय हात” आहे. हेच ते दुसरे कारण जे मी तुम्हाला नंतर सांगेन असे म्हटलो होतो. जेव्हा बर्फ वितळते तेव्हाही अर्थात असेच घडत असते. वितळण्यासाठी बर्फाला उष्णता द्यावी लागते. जोपर्यंत बर्फ वितळत असतो तोपर्यंत त्याच्या तापमानात वाढ होत नाही. पण एकदा बर्फ वितळून पाणी बनल्यानंतर त्याला उष्णता दिली गेली की त्याच्या तापमानात वाढ होऊ लागते.

वस्तूंना थंडगार करण्यासाठी ‘माठ पध्दती’ चा वापर अनेकदा केला जातो. आपल्या शरीरातून बाहेर पडणारा घाम या अप्रकट उष्मामुळेच आपल्याला शीतलता प्राप्त करून देतो. याला आपण माठ क्रिया देखील म्हणू शकतो. सुरुवातीला बर्फ याच

प्रक्रियेने बनविला गेला होता. कमी दाबाखाली पाण्याला उकळवून!

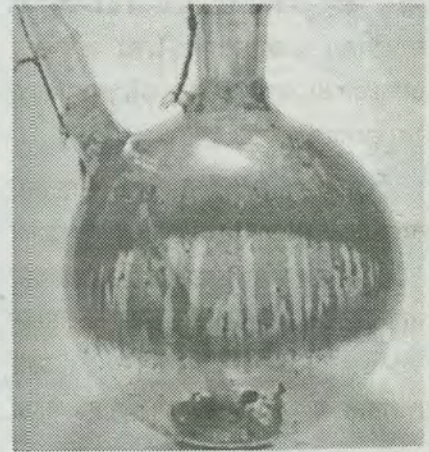
थंडगार सरबत :

थोड्याशा नवसागरावर थोडे पाणी टाकून पहा. पाणी थंडगार होते. याचप्रमाणे पाण्यात साखर, मीठ वगैरे टाकल्यावर पाणी थोडे थंड होतेच. असे का बरे होते ? जेव्हा नवसागर, मीठ, साखर पाण्यात विरघळतात तेव्हा पाण्यातील उष्णता शोषून घेतात. त्यामुळे पाणी थंडगार होते.

चुना पाण्यात घालून पहा. उलटी क्रिया होतो. पाणी गरम होते. आपल्याला जाणवते सुध्दा ते गरम होते आहे ते !

कुल्फी बनवा कुल्फी :

तुम्ही कधी कुल्फी बनवली आहे ? किंवा कुल्फी बनवताना कधी पाहिले आहे ? एका डब्यात कुल्फीचा दूधमसाला भरतात. हा डबा बर्फ असणाऱ्या दुसऱ्या डब्यात ठेवतात.



बर्फाचे तापमान 0° सें. असते हे तर तुम्हाला ठाऊक आहेच. मीठ टाकल्यावर त्याचे तापमान आणखी कमी होते म्हणजे ऋण होऊ लागते. एक किलो बर्फावर 80 ग्रॅम मीठ टाकले तर बर्फाचे तापमान -1.6° सें. होते. 100 ग्रॅम मीठ टाकले तर मिश्रणाचे तापमान -4.4° सें. होईल म्हणजे असे मिश्रण बनवून आपण 0° सें. पेक्षा कमी तापमान मिळवू शकतो.

आणखी थंडगार :

वर पाहिलेल्या साऱ्या पद्धतीत आपण अधिकात अधिक गरवा म्हणजे 4° सें. ते 6° सें. तापमान मिळवू शकतो. समजा आपल्याला आणखी कमी तापमान करावयाचे असेल तर ? कठीण आहे ! पण उत्साह थंड होऊ देऊ नका ! खरे तर -4° सें. किंवा -6° सें. पेक्षा कमी तापमान आपण रोज एका ठिकाणी उपयोगात आणतो. ते म्हणजे फ्रिज ! त्यातही बर्फ असणारा त्याचा भाग म्हणजे फ्रिजर. पण वैज्ञानिकांना याहीपेक्षा कमी तापमानाची अनेकदा आवश्यकता असते. कमीत कमी तापमानाचा जरा तुम्हाला अंदाज देतो.

विज्ञानाच्या सिद्धांतांनुसार कमीतकमी तापमानाची परमसीमा आहे शून्याच्या खाली 273° सें. म्हणजेच -273° सें. पेक्षा कमी तापमान होऊ शकत नाही. म्हणूनच वैज्ञानिक -273° सें. ला “परमशून्य” असे म्हणतात. या शून्याच्या आधारावर एक मापन

पद्धती विकसित केली आहे. त्याला केल्विन पद्धत म्हणतात. या पद्धतीत सेल्सियसचे कमीतकमी तापमान असते तेथून सुरुवात होते. म्हणजे -273° सें.ला 0 केल्विन म्हणूयात. म्हणजे बर्फ वितळण्याचे तापमान केल्विन मापन पद्धतीत 273 केल्विन व पाणी उकळण्याचे तापमान 373 केल्विन. थोडक्यात काय केल्विन तापमानात -273 मिळविले की सेल्सियस. आणखी एक गोष्ट. केल्विन मापन पद्धतीत अंश असा शब्द नाही वापरत. 273 केल्विन होतात. 273° केल्विन नव्हे. इथे हे ही सांगून ठेवतो की आज पर्यंत 0 केल्विन तापमान प्राप्त झालेले नाही. आपण त्याच्याजवळ पोहोचलो आहोत, पण पूर्णांशाने नव्हे. अखेर इतके कमी तापमान निर्माण करायचे तरी कसे ?

खरे तर वैज्ञानिकांनी इतके कमी तापमान मिळविण्याचे कारण ते वायुरूप पदार्थाचे द्रवरूप पदार्थात रूपांतर करू पाहत होते. जसे वाफ थंड करून पाणी मिळते तसे ऑक्सिजनला थंड करून द्रवरूप ऑक्सिजन मिळतो का ते पाहात होते.

वायूंना द्रव बनविणे :

1732 मध्ये म्हणजे जवळजवळ 274 वर्षापूर्वी वायूचे द्रवात रूपांतर करण्याचे प्रयास सुरु झाले होते. बोरहावे नावाच्या वैज्ञानिकाने हवेचे द्रवात रूपांतरण करण्याचा प्रयत्न केला खरा. पण तो असफल झाला. एका भांड्यात हवा भरून त्यावर दाब वाढवत न्यायचा ही

अतिशीत तापमानाचा त्वचारोगांवर उपचार

अतिशय गार वस्तूला हात लागला किंवा बर्फावर पाय पडला तर जोरदार झिणझिण्या येतात हा अनुभव आपण कधी ना कधी घेतला असेल. अतिशीत तापमानाच्या सान्निध्यात त्वचा क्षणभर जरी राहिली तरी त्वचेच्या वरच्या थरातील पेशींवर परिणाम होतो. त्या मरतात. एका विशिष्ट प्रकारच्या शल्यक्रियेत 'क्रायोसर्जरी' मध्ये हे तत्त्व वापरतात. अनेक प्रकारच्या त्वचरोगांवरील उपचारांमध्ये त्याचा उपयोग केला जातो. निरनिराळ्या प्रकारचे मस, चामखीळ, गाठी, अतिशय सुरुवातीच्या अवस्थेतील त्वचेचे कर्करोग यांसाठी यापध्दतीचे उपचार केले जातात. ही त्वचा उपचार पध्दती तुलनेने सोपी असते. त्यासाठी भूल देण्याची गरज नसते. शिवाय योग्य प्रकारे हाताळल्यास सहसा व्रणही रहात नाहीत. उपचारांसाठी वापरण्यात येणाऱ्या द्रवाचा उत्कलन बिंदू जितका कमी - तितकी गोठण्याची प्रक्रिया अधिक खात्रीशीरपणे होते. फ्रिऑन १२ चा उत्कलन बिंदू - २९.८° सें. असतो. कार्बन डाय ऑक्साईडचा - ७८.५° सें. नायट्रस ऑक्साईडचा - ८९.५° सें. आणि नायट्रोजनचा - १९५.६° सें. वैद्यकीय उपचारांसाठी मिळणारा द्रवरूप नायट्रोजन तुलनेने सहज उपलब्ध होतो, स्वस्त असतो - आणि त्यामुळे उपचारांसाठी सर्वात जास्त प्रमाणात वापरला जातो. उपचार चालू असताना जाणवणाऱ्या तात्पुरत्या पण तीव्र खंखासारख्या वेदना या व्यतिरिक्त कोणतेही दुष्परिणाम सहसा होत नाहीत.

डॉ. विनय कुलकर्णी

त्याची पध्दत होती. ती पध्दत अयशस्वी ठरली. पण १७९९ मध्ये याच पध्दतीचा वापर करून द्रवरूप अमोनिया तयार केला गेला. बर्फ व मीठ यांच्या मिश्रणाच्या साहाय्याने -४०° सें. तापमान मिळवून त्याच्या साहाय्याने अमोनिया थंड करून त्याचाही द्रव बनविला गेला. एकदा का द्रव अमोनिया मिळाला की त्याचा वापर करून आणखी कमी तापमान प्राप्त करणे सोपे झाले. द्रवरूप अमोनियाच्या बाष्पीभवनातही अप्रकट उष्ण्याचा हात आहेच. जर बाहेरून उष्णता मिळत नसेल तर पृष्ठभागावरचा अमोनिया आतील अमोनियाची उष्णता शोषून घेतो अन्

वाफ बनून उडून जातो. या पध्दतीने द्रवरूप अमोनियाचे बाष्पीभवन होऊ दिले की उरलेल्या अमोनियाचे तापमान -४०° सें. पेक्षा कमी होणार. अर्थात एका वायूला द्रवरूप बनवून त्याचे बाष्पीभवन घडवून कमी तापमान मिळवता येते ही एक प्रकारची 'माठ पध्दतीच' आहे.

दाब वाढवून द्रव बनविणे :

क्लोरीन, हायड्रोजन क्लोराईड, सल्फरडाय ऑक्साईड या वायूंवर दाब वाढवून त्यांचे द्रव अवस्थेत रूपांतरण केले गेले. मायकल फॅरेडेने तर कमालच केली.

उलट्या V आकाराची काचेची एक नळी घेतली. या नळीच्या एका बाजूत वायू तयार होत होता आणि हळूहळू वायूचा दाब इतका वाढत जात होता की दुसऱ्या बाजूत वायू द्रव अवस्थेत जमा होत होता. या पध्दतीच्या सहाय्याने फॅरेडेने, सल्फर डाय ऑक्साईड, हायड्रोजन सल्फाईड, नायट्रीक ऑक्साईड, अमोनिया या वायूंना द्रव अवस्थेत आणले.

एका वैज्ञानिकाने तर कार्बन डाय ऑक्साईडला द्रवात रूपांतरित केलेच पण पुढे जाऊन त्याचा स्थायूच बनवून टाकला ! म्हणजे कार्बनडाय ऑक्साईडची कुल्फीच की! यालाच 'कोरडा बर्फ' असेही म्हणतात. या कोरड्या बर्फाबाबत त्याने आणखी एक मजेशीर काम केले.

बर्फात मीठ ठाकून बर्फाचे तापमान 0° सें. च्या खाली नेता येते हे मी आधी सांगितले. तसेच या कोरड्या बर्फातही काही पदार्थ

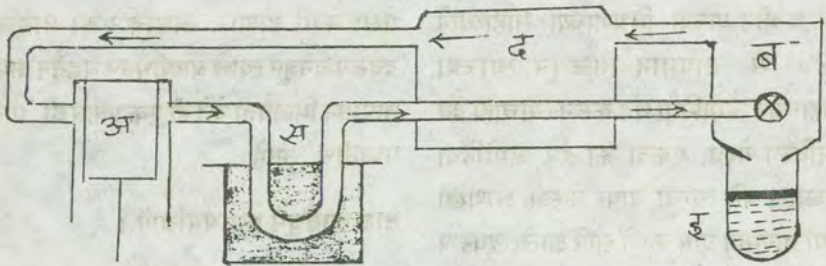
मिसळून तापमान कमी करता येते. यात इथर मिसळून शास्त्रज्ञांनी - 110° सें. म्हणजे 163 केल्विन हे तापमान मिळविले आहे.

दाबाची अडचण :

केवळ दाबाच्या सहाय्याने वायूचे सर्व द्रवात रूपांतरण होत नाही. हायड्रोजन, ऑक्सिजन व नायट्रोजन सारखे वायू यात आहेत. मग या वायूंना "नित्य वायू" म्हणून संबोधण्यात आले. म्हणजे असे वायू की जे कोणत्याही परिस्थितीत आपली वायुरूप अवस्था बदलायला अजिबात तयार नसतात.

समस्या ही आहे की वायूंवरील केवळ दाब वाढवून त्यांचे द्रव बनविले जाऊ शकत नाहीत. सुरुवातीला त्यांचे तापमान विशिष्ट तापमानापेक्षा कमी करावयास हवे. त्यानंतर त्यांचे द्रव अवस्थेत रूपांतर होते. प्रत्येक वायूसाठी हे तापमान निश्चित असते. या

ज्यूल - थॉमसन परिणाम



'अ' या भांड्यात हवेच्या दोनशे पट दाबाखाली हवा साठवली जाते. मग ती 'स' या भांड्यात फक्त पन्नास पट दाबाखाली सोडली जाते. इथे ती थोडी थंड होते. 'ब' या तोटीमधून ती हवा 'द' या भांड्यात पोहोचते आणि प्रसरण पावून 'अ' या भांड्यात येते. अर्थात प्रसरण पावताना हवा आणखी थंड होते. हे चक्र सतत चालू ठेवल्यास हळूहळू हवा थंड होऊन द्रवरूपात 'इ' येथे साठायला लागते.

तापमानापेक्षा निराळ्या तापमानाला आपण कितीही दाब दिला तरी त्याचा द्रव तयार होऊ शकत नाही. या तापमानाला “संक्रमण तापमान” असे म्हणतात. “संक्रमण तापमान” म्हणजे असे तापमान की या तापमानाला गेल्यावरच पदार्थाची अवस्था बदलू शकते.

काही वायूंचे संक्रमण तापमान कक्ष तापमानाइतके किंवा थोडे कमी असते. अशा वायूंना आपण सर्वसाधारण तापमानालाच दाब वाढवून द्रव अवस्थेत नेऊ शकतो. पण काही वायूंचे संक्रमण तापमान फारच कमी असते. हे वायू पहिल्यांदा तितक्या तापमानापर्यंत थंड करावयास हवेत. तेव्हाच त्याचे द्रव बनविले जाऊ शकतात. हायड्रोजन, नायट्रोजन, हेलियम वगैरे तथाकथित नित्य वायू असेच आडमुठे आहेत झाले !!

आणखी किती थंडगार :

हायड्रोजनचे संक्रमण तापमान ३१ केल्विन (-273° सें.) तर हेलियमचे संक्रमण तापमान ५.१५ केल्विन (-271° सें.) आहे.

आधी आपण माठ पध्दतीचा वापर करून बघितला. वायूला थंड करण्यासाठी याचाच वापर करतात. प्रथम एखादा वायू घेऊन त्याचा द्रव बनवितात मग त्याचे वेगाने बाष्पीभवन केले जाते आणि मग राहिलेला वायू आणखी थंड होऊन जातो. पण

हायड्रोजन व हेलियम वायूंचे संक्रमण तापमान एवढे कमी आहे की ही पध्दतीही निरूपयोगी ठरते. तेथे दुसऱ्याच एका पध्दतीचा अवलंब करावा लागतो.

एखाद्या वायूचे कमी दाबावर प्रसरण होऊ दिले तर तो थोडा थंड होतो हे आपल्याला माहिती आहे. यालाच ज्यूल - थॉमसन परिणाम म्हणतात. फ्रीज याच तत्वावर काम करतो. याचाच उपयोग करून हवा प्रथम द्रव स्वरूपात आणली गेली. यासाठी हवेवर प्रचंड दाब दिला गेला. जवळपास २०० वातावरणीय दाबाइतका. मग ही हवा एका अशा भांड्यात सोडली की ज्यात हवेचा दाब होता फक्त ५० वातावरणीय दाबाइतका. हवा थोडी थंड झाली. अशीच कृती अनेकदा अवलंबली व शेवटी हवा द्रव स्वरूपात मिळाली.

हायड्रोजनवरही असेच प्रयोग करण्याचा प्रयत्न झाला पण त्यात प्रत्येक टप्प्यावर अडचणी आल्या. हायड्रोजनच्या बाबतीत एक मजेदार गोष्ट अशी की प्रसरण पावताना थंड होण्याचे सोडा पण तो गरमच झाला. पण नंतर लक्षात आले की जर आपण प्रथम हायड्रोजनचे तापमान -10° सें. वर आणले तर मग प्रसरण पावल्यावर तोही थंड होतो. त्यासाठी द्रव हवेच्या बाष्पीभवनाने हायड्रोजनला -10° सें. पर्यंत थंड केले गेले. मग याच थंड हायड्रोजनचे वारंवार आकुंचन व प्रसरण केले गेले. नंतर तो द्रवरूपात मिळाला. रॉकेट तंत्रज्ञानात या द्रव

द्रवरूप हेलिअमची चमत्कारिक वर्तणूक

२ केल्विन इतक्या कमी तापमानाला द्रव स्थितीत राहणारा एकमेव पदार्थ म्हणजे हेलिअम. द्रवरूप अवस्थेत हेलिअम सर्वप्रथम मिळवला तो कॅमरलॅंग ओनेस या संशोधकाने १९०८ साली. तेव्हापासून या द्रवाच्या २ केल्विन तापमानाजवळच्या चमत्कारिक वागणुकीचा अनेक संशोधकांनी अभ्यास केला.

२.१५ केल्विन तापमानाला द्रवरूप हेलिअमचे अनेक गुणधर्म अचानक बदलतात. त्याची घनता तसेच उष्णतेची वाहकता अचानक वाढते. या तापमानापासून द्रवरूप हेलिअम तापवायला सुरुवात केली तर तो उष्णतेच्या स्रोताकडे वाहू लागतो. याला उष्म-यांत्रिक परिणाम (thermo-mechanical effect) म्हणतात. याच्याउलट असलेला यंत्र-औष्णिक परिणामही (mechano-caloric effect) दिसून आला आहे. उंचावरून खालच्या पातळीला वाहत आलेला द्रव हेलिअम गार होतो. द्रव हेलिअमची विष्यंदता (Viscosity) जवळजवळ शून्य आहे. यामुळे एकाद्या भांड्यात ठेवलेला हा द्रव भांड्याच्या आतील पृष्ठभागावर जमा झालेल्या हेलिअमच्या ५०-१०० अणूंच्या जाडीइतक्या पातळ फिल्ममधूनही केशाकर्षणाने गुरुत्वाकर्षणावर मात करून, भांड्याच्या कडांवर चढून बाहेर वाहू लागतो.

द्रवरूप हेलिअमच्या या चमत्कारिक वागण्याचं सैध्दांतिक स्पष्टीकरण लांडाउ या रशियन संशोधकाने दिले. त्यामुळे शून्य तापमानाजवळ पदार्थ, विज्ञानाचे वेगळेच नियम पाळतात, याची वैज्ञानिकांना जाणीव झाली. या मूलभूत संशोधनाबद्दल लांडाउला नोबेल पारितोषिक मिळालं.

हायड्रोजनला फार महत्त्व आहे. क्रायोजेनिक रॉकेट मध्ये द्रव ऑक्सिजन व हायड्रोजन हे इंधन म्हणून वापरतात.

याच पध्दतीचा वापर करून हेलियमलाही थंड केले गेले व आकुंचन व प्रसरण करून त्यालाही द्रवरूपात आणले गेले. द्रव हेलियम मिळवला म्हणजेच आपण - २६८° सें. तापमान प्राप्त केले. ही गोष्ट आहे १०० वर्षांपूर्वीची. याच काळात हेलियमचे वेगाने

बाष्पीभवन करून (पुन्हा तीच “माठ पध्दत”) त्याला चक्क घनरूपात रूपांतरित करण्यात यश मिळाले. अशा प्रकारे १९१० च्या सुमारास ०.७१ केल्विन म्हणजेच (- २७२° सें.) तापमान प्राप्त झाले होते.

शून्याचा शोध :

आता याहूनही कमी तापमान कसे प्राप्त करावयाचे ? वैज्ञानिकांची इच्छा तर ० केल्विन पर्यंत पोहोचण्याची आहे.या

शून्याच्या सर्वात जवळ

जून १९९५ मध्ये अमेरिकेतील जॉईंट इन्स्टिट्यूट ऑफ लॅबोरेटरी अँस्ट्रोफिजिक्स (JILA) या संस्थेतील संशोधकांनी १७० नॅनोकेल्विन (म्हणजे १७०×१०^{-९} केल्विन) इतके कमी तापमान प्रयोगशाळेत मिळवले. शून्य तापमानाजवळ जाण्याच्या प्रयत्नांतला आजतागायतचा हा सर्वात यशस्वी प्रयत्न आहे. या शास्त्रज्ञांनी चुंबकीय बल व लेसरचा वापर करून रुबिडिअमच्या २००० अणूंच्या वायुरूप पुंजक्यात हे तापमान मिळवले. या महत्त्वपूर्ण संशोधनामुळे पदार्थांच्या शून्य तापमानाजवळील वर्तणुकीचा थेट अभ्यास करणे शक्य झाले आहे. आतापर्यंत या संदर्भात करण्यात आलेली सैध्दांतिक भाकिते आता प्रत्यक्ष पडताळून पाहता येतील. JILA मधील शास्त्रज्ञांच्या प्रयोगांतूनच जवळजवळ ७५ वर्षापूर्वी केल्या गेलेल्या एका भाकित्याचा पडताळा तर ताबडतोब मिळालाच आहे.

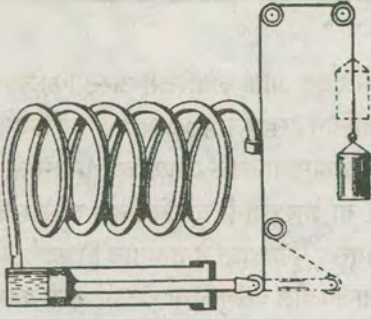
१९२१ साली प्रसिध्द शास्त्रज्ञ अल्बर्ट आईन्स्टाईन यांना भारतातून एक पत्र मिळाले होते. या पत्रात एका शोधनिबंधाचा मसुदा होता आणि सोबतच्या पत्रात लिहिलं होतं, "..... तुम्हाला जर हा निबंध प्रसिध्द करण्याजोगा वाटला तर कृपया Z. fur Physik (जर्मनीतून प्रसिध्द होणारे एक आंतरराष्ट्रीय दर्जाचे शास्त्रीय नियतकालिक) मध्ये प्रसिध्द करण्यात मदत करावी..." हे पत्र तेव्हाच्या भारतात असलेल्या ढक्का विद्यापीठातील एक प्रपाठक सत्येंद्रनाथ बोस यांनी लिहिलेलं होतं. आईन्स्टाईनने या प्रबंधाचे जर्मन भाषेत भाषांतर करून तो प्रसिध्द तर केलाच, पण बोस यांनी मांडलेल्या सिध्दांतावर आणखी काम करून बोस-आईन्स्टाईन संख्याशास्त्र (Bose-Einstein statistics) हा प्रसिध्द सिध्दांतही मांडला. या सिध्दांताचं एक भाकित असं आहे की, या संख्याशास्त्राच्या नियमांचं पालन करणारे मूलभूत कण जर शून्य केल्विन तापमानाला गार केले, तर हे सर्व कण एकाच नीचतम ऊर्जा पातळीला येऊन बसतात, आणि हा कणांचा समूह एकच कण असल्याप्रमाणे वागू लागतो. याला बोस-आईन्स्टाईन संघनन (Bose-Einstein condensation) असं म्हणतात. JILA मधील शास्त्रज्ञांनी मिळवलेल्या रुबिडिअमच्या पुंजक्यात असे संघनन झाल्याचे प्रत्यक्ष दिसून आले.

संदर्भात १९२६-२७ मध्ये एका नव्याच विचाराची लाट निर्माण झाली.

चुंबकाची शीतलता :

चुंबक कसे बनवितात हे तुम्हाला माहीत असेल. लोखंडी सळईवर चुंबक घासला की

सळई चुंबक होऊन जाते. एखाद्या चुंबकीय पदार्थाला चुंबकाच्या प्रभाव क्षेत्रात ठेवूनही त्याचे चुंबकात रुपांतरण करता येते. १९२७ मध्ये दोन शास्त्रज्ञांनी एक प्रस्ताव मांडला होता. त्यांचे म्हणणे होते की एखाद्या पदार्थाचे चुंबकत्व नष्ट केले तर तो थोडा थंड होतो.



परंतु चुंबकत्व अशा पध्दतीने नष्ट करावे लागले की उष्णता पदार्थातून बाहेर येणार नाही अथवा बाहेरून पदार्थात जाणार नाही.

याचा उपयोग व्यवहारात १९३३ मध्ये केला गेला यात सीरीयम फ्लोराईड नावाच्या एका क्षाराला थर्मासमध्ये ठेवले गेले. या थर्मासमध्ये दोन भिंती असतात. प्रथम या दोन भिंतीमध्ये द्रवरूप हेलियम भरला गेला. (मग आतले म्हणजे सीरीयम फ्लोराईडचे तापमान झाले -२६८° सें.). आता या भांड्याला एका चुंबकाच्या प्रभावात ठेवले. सीरीयम फ्लोराईडमध्ये चुंबकत्व आले.

नंतर चुंबकीय क्षेत्र बाजूला केले आणि दोन भिंतीमधला द्रवरूप हेलियम काढून निर्वात पोकळी तयार केली. आता उष्णता ना आत येऊ शकते ना आतून बाहेर जाऊ शकते. चुंबकीय क्षेत्र काढताच सीरीयम

फ्लोराईडचे चुंबकत्व कमी होऊ लागते व त्याचे तापमान घटते. अशा प्रकारे ०.२७ केल्विन (-२७२.७३° सें.) तापमान मिळविले गेले.

याचाच वापर करून १९५० मध्ये ०.००१४ केल्विन तापमान प्राप्त झाले. आजकाल तर या पध्दतीने 2×10^{-4} (०.००००२) केल्विन तापमान मिळविले जाते.

आणि शेवटी लेझर पध्दती येते. पण आपण याची फार चर्चा इथे करणार नाही.

तर आपण ० केल्विनच्या खूप जवळ आलोय. पण ० केल्विन अजूनही खूप दूर आहे. कदाचित हे कधीच प्राप्त होणार नाही.

आता तुम्ही विचाराल एवढे कमी तापमान मोजतात तरी कसे ? बास. आता विचारूच नका, त्याची गोष्ट काढलीत तर फार दूरवर जाईल, त्याची कहाणी !!



(चकमक : जून ९९ मधून साभार.)

लेखक : सुशील जोशी, एकलव्यच्या विज्ञान कार्यक्रमात सहभागी

अनुवाद : योगेश शिंदे, बी.टेक. (अॅग्री.) राहुरी



ओळख आवर्तसारणीची

मूलद्रव्यांची आवर्तसारणी Periodic Table हे विज्ञानातील विशेषतः रसायनशास्त्रामधील अत्यंत महत्त्वाचे असे प्रकरण आहे. मूलद्रव्यांची कोष्टकातील मांडणी असे वरकरणी साधे वाटणारे. पण प्रत्यक्षात या मांडणीमागील विचार अन् प्रयत्नांचा विचार करताना हे प्रकरण किली मनोरंजक आहे याचा आपल्याला अनुभव येईल. विज्ञानाच्या अनेक शाखा संशोधनांमुळे अनेकदा बदलत गेल्या, पण या कोष्टकाचे स्थान मात्र अबाधितच राहिले आहे.

लेखक : नागेश मोने

आपल्या सभोवतालचे विश्व किती विविधतेने भरलेले आहे हे आपण सारे अनुभवतोच. पण ही इतकी विविधता फारच थोड्या घटकांच्या वेगवेगळ्या जुळणीतून उत्पन्न झाली आहे याची आपल्याला कल्पना नसते. अगदी प्राचीन काळी पृथ्वी, आप, तेज, वायू अन् आकाश या पंचमहाभूतांनी विश्व बनले असे आपली संस्कृती सांगते. थेलस् या ग्रीक तत्त्ववेत्त्याला पाणी हाच मूलभूत घटक आहे असे वाटले तर हेराक्लितूला अग्नी महत्त्वाचा घटक वाटला! पुढे पाणी, हवा, अग्नी व जमीन यांचेबरोबर इथरला स्थान मिळाले. इथरला का-तर

अरिस्टॉटलला वाटले म्हणून इतकेच सांगता येईल. त्याच्या मताचा प्रभाव १८ व्या शतकातही तसाच होता. पण रॉबर्ट बॉईल, लॅव्हाझिए अन् कॅव्हेंडिश यांनी प्रयोग करून सत्यासत्यता पडताळण्याचा प्रयत्न केला अन् प्रयोग, निरीक्षणे यांना विज्ञानाच्या अभ्यासात मानाचे स्थान प्राप्त झाले. त्यानंतर मात्र मूलद्रव्यांबाबत म्हणजे विश्वातील पदार्थांच्या मूळ घटकांबाबत गांभीर्याने विचार सुरू झाला. त्यांचे एकत्रीकरण केले गेले, त्यांच्या संज्ञा ठरल्या, वाद झाले, चर्चा झडल्या. एक ना अनेक स्थित्यंतरामधून तावून सुलाखून निघून त्यांचे वर्गीकरण नक्की



अणूंच्या विशिष्ट गुणधर्मांमुळे मूलद्रव्यांचे नैसर्गिकरित्या असे सुंदर स्फटिक तयार होतात.

झाले अन् विज्ञानाच्या इतिहासात मानाचे स्थान मिळावे असे प्रकरण निर्माण झाले.

मूलद्रव्यांच्या आवर्तसारणीमागे दोनशे वर्षांचा प्रदीर्घ इतिहास आहे. निरनिराळ्या मूलद्रव्यांच्या शोधांमुळे अन् संशोधकांच्या वृत्तीमुळेही वाद उत्पन्न झाले. सापेक्षतावाद अन् पुंजयामिकीमुळे वर्गीकरणात आमूलाग्र बदल करावा लागतो की काय असे वाटले. पण आमूलाग्र वाटावेत अन् क्रांतिकारी ठरावेत असे बदल या कोष्टकात झाले नाहीत. आपली मूळची रचना कायम ठेवून नवीन मूलद्रव्यांना सामावून घेण्यात कोष्टकाने आपली 'लवचिकता' सिध्द केली आहे हे त्याचे उत्तर आहे.

या वर्गीकरणाला आवर्ती म्हटले याचे कारण मूलद्रव्यांच्या गुणधर्मांचे पुन्हा पुन्हा आढळणे हे आहे. आवर्तन म्हणजे या कोष्टकातल्या आडव्या ओळी अन् उभे स्तंभ म्हणजे गण. हे वर्गीकरण आपल्याला उपयोगी ठरले कारण थोड्या मूलद्रव्यांच्या

गुणधर्मांवरून इतर मूलद्रव्यांचे गुणधर्म आपल्याला समजू शकतात अन् अर्थात त्या मूलद्रव्यांचा वापर अन् त्यांच्या वापराची शक्यता सहजच लक्षात येते.

अर्थात हे काही अकस्मात घडून आलेले नाही. अथवा कुणाच्या मनात लहर आली म्हणूनही याची निर्मिती झालेली नाही. यामागे अनेक शास्त्रज्ञांचे अथक परिश्रम आहेत. कल्पनाशक्तीचे सामर्थ्यही या मागे दडलेले आहे. १७ फेब्रुवारी १८६९ हा दिवस मूलद्रव्यांच्या वर्गीकरणाच्या दृष्टीने फारच संस्मरणीय ठरला. त्या दिवशी मेंडेलीफने आपले आवर्तसारणीचे संशोधन जगापुढे आणले. त्याकाळी उपलब्ध असणाऱ्या ६३ मूलद्रव्यांची, अणुभारांच्या चढत्या क्रमाने त्याने मांडणी केली. हे करताना जिथे 'संशय हा मनी आला' तिथे रिकाम्या जागा ठेवल्या व त्या ठिकाणच्या मूलद्रव्यांचे अणुभार व त्यांचे गुणधर्म यांचे भाकित वर्तवले. या अंदाजांना 'मेंडेलीफची भाकिते' असे म्हणतात. हे अंदाज इतके खरे ठरले की मेंडेलीफ मूलद्रव्यांच्या वर्गीकरणाचा जनक ठरला. मेंडेलीफची ही भाकिते अनेकांना दिशा देणारी अन् संशोधनाला प्रेरणा देणारी होती. अर्थात याच्या अगोदर कुणी संशोधन केले नव्हते असे नव्हे. १७८७ मध्ये म्हणजे मेंडेलीफचे संशोधन जगासमोर येण्याच्या पाऊणशतके अगोदर लॅव्हाझिएने ३३ मूलद्रव्यांची मांडणी शास्त्रशुद्धपणे केली होती. पण हे प्रयत्न थोड्या फुटकळ स्वरूपातच राहिले, ते एकाच दिशेने होत

राहिले. त्यामुळे त्रिमितीत अथवा द्विमितीत मूलद्रव्यांचे वर्गीकरण करण्याच्या आधुनिक पध्दती किती वैशिष्ट्यपूर्ण आहेत हे सहज लक्षात यावे. नव्याने शोधल्या जाणाऱ्या मूलद्रव्यांना आधुनिक आवर्तसारणीत स्थान देता येते. किती विस्मयकारक आहे हे!

१८१७ मध्ये म्हणजे मेंडेलीफच्या संशोधनाआधी ६० वर्षे डोबेरायनरने एक मजेशीर पध्दत विकसित केली होती. त्याला माहीत असणाऱ्या मूलद्रव्यांची त्याने त्रिके बनविली म्हणजे तिघा-तिघांचे गट केले. हे करताना त्याने समान रासायनिक गुणधर्म असणारी मूलद्रव्ये निवडली. त्यांच्या अणुभारांच्या चढत्या क्रमाने मांडणी केल्यावर मधल्या मूलद्रव्याचा अणुभार इतर मूलद्रव्यांच्या अणुभारांच्या सरासरीइतका येतो असे त्याने प्रतिपादले. उदाहरणार्थ लिथियम, सोडियम व पोटॅशियम किंवा क्लोरीन, ब्रोमीन, आयोडीन. लिथियम, सोडियम व पोटॅशियम हे पाण्याबरोबर तीव्र अभिक्रिया करता, पण लिथियमच्या अभिक्रियेचा वेग थोडा कमी तर पोटॅशियमचा सर्वाधिक. म्हणजे डोबेरायनरने अणुभार व रासायनिक गुणधर्म यांची सांगड घातली. त्याचा प्रयत्न हा अनेकांना प्रेरित करणारा ठरला नसता तरच नवल ! अनेकांपैकी एक म्हणजे क्रेमर. त्याने वेगळीच दिशी दिली या त्रिकांना. दोन परस्परांना लंब असणारी त्रिके त्याने विचारात घेतली अन् वर्गीकरणाला द्विमिती प्राप्त करून दिली. अवघ्या ४० वर्षांनी

कॅव्हेंडिश हा अत्यंत बुद्धिमान व शिस्तप्रिय भौतिकशास्त्रज्ञ होता. हायड्रोजनचा शोध लावणारा हा शास्त्रज्ञ संशोधनात गढून जाणारा, स्वतःच्या विचारविश्वात जगणारा व अत्यंत मितभाषी होता. स्वतःच्या ग्रंथालयातून पुस्तके घेतानाही तो नोंदपत्रकावर नोंद केल्याशिवाय घेत नसे.

ड्युमास या फ्रेंच वैज्ञानिकाने त्रिकांपासून फारकत घेऊन मूलद्रव्याचे रासायनिक गुणधर्म आणि अणुभार यांच्यातील सहजसंबंध गणितीय मांडणीने दाखवून दिला. पण इथपर्यंत अणुभार याच निकषाबाबत संशय उत्पन्न झाल्याने या प्रयत्नांची 'एक प्रयत्न' इतकीच विज्ञानाच्या इतिहासात नोंद झाली. मेंडेलीफचे वैशिष्ट्य आपल्याला इथे जाणवते. मूलद्रव्याच्या गुणधर्मांची पुनरावृत्ती अन् अणुभार यांच्यातील नाते त्याच्या लक्षात आले. पण मेंडेलीफ पूर्वी ७ वर्षे अगोदर, १८६२ मध्ये चानकोरटिस याने एका दंडगोलावर सर्पिलाकार पध्दतीने अणुभारांच्या चढत्या क्रमाने मूलद्रव्यांची मांडणी केली होती. हे करताना सर्पिलाकार रेषा 45° चा कोन करून काढली होती. पहिला पूर्ण वेढा ऑक्सिजनपाशी अन् दुसरा बरोबर गंधकापाशी आला. दंडगोलाच्या पृष्ठावरील उभ्या रेषांवर असलेली मूलद्रव्ये समान गुणधर्मांची होती. पण त्याचे हे महत्त्वाचे संशोधन अनेक कारणांनी मागे

न्यूलँडसच्या संशोधनाची विविधता लक्षात घेता त्याच्या बुद्धीचा आवाका आश्चर्य करण्यासारखाच आहे. त्याच्या वडिलांनी त्याला शिक्षण दिले अन् आईकडून त्याला संगीताचा वारसा मिळाला. त्याची आई इटालियन होती. आपल्या अष्टकाच्या नियमाच्या मांडणीसाठी आईकडून प्राप्त झालेला संगीताचा वारसा तर त्याला प्रेरक ठरला नाही ना? मूलद्रव्यांची सर्वसाधारण रचना करणाऱ्या या शास्त्रज्ञाला राजकीय विषयातही रस होताच. अष्टकांच्या संशोधनानंतर २३ वर्षांनी त्याला डेव्ही मेडल देऊन सन्मानित करण्यात आले.

पडले. एक म्हणजे त्याच्या मूळच्या लेखात कोष्टकच नव्हते अन् एकूणच मांडणी थोडी गुंतागुंतीची होती, क्लिष्ट होती. मूलद्रव्यांचे रासायनिक गुणधर्मही तितक्या ठळकपणे जाणवत नव्हते. त्यानंतर २ वर्षांनीच न्यूलँडसने महत्त्वाचा प्रयत्न केला. चानकोरटिस या भूगर्भशास्त्रज्ञापेक्षा त्याची रचना वेगळीच होती. अणुभारांच्या चढत्या क्रमाने त्याने मूलद्रव्यांची मांडणी केली अन् त्याच्या लक्षात आले की आठव्या मूलद्रव्याचे गुणधर्म पहिल्या किंवा त्या मूलद्रव्याच्या पुढील आठव्या मूलद्रव्यासारखेच आहेत. म्हणजे डोबेरायनरची जशी त्रिके तशी न्यूलँडसची अष्टके! न्यूलँडसने त्याच्या मूळच्या लेखात काही मोकळ्या जागा ठेवल्या होत्या पण १८६६ च्या सुधारित आवृत्तीत मात्र त्याने मोकळ्या जागा कमी करून टाकल्या. त्यामुळे नव्याने शोधल्या जाणाऱ्या मूलद्रव्यांना तुमच्या आवर्तसारणीत कुठे बसवणार, या प्रश्नाला त्याला काहीच उत्तर देता आले नाही. त्या सालच्या लंडनच्या

केमिकल सोसायटीच्या सभेत जॉर्ज केरी फॉस्टरने न्यूलँडसला विचारले की इंग्रजी आद्याक्षरानुसार का मांडत नाही, त्यातही काही क्रम सापडेलच की ! अर्थात या सान्याचा परिणाम म्हणजे न्यूलँडसचे संशोधन मागे पडले.

जर्मनीच्या ज्युलियस लोथरमेयरने १८६८ मध्ये रसायनशास्त्राच्या एका पुस्तकाच्या संदर्भात मूलद्रव्यांच्या वर्गीकरणाचा खूप विचार केला होता. १८६९ च्या मेंडेलीफच्या कोष्टकात अन् त्याच्यात कमालीचे साम्य आढळते पण लोथरमेयरचे पुस्तक बाजारात यायला १८७० साल उजाडले अन आवर्तसारणीच्या जनकत्वाचे श्रेय कुणाचे हा वादाचा विषय ठरला !

अर्थात मेंडेलीफही त्याचवेळी त्यावर संशोधन करीत होता. नवीन मूलद्रव्यांचा अंदाज अन् त्यांच्या गुणधर्मांचे भाकीत करता येईल याची त्याला खात्री होती अन् माहीत असणाऱ्या काही मूलद्रव्यांचे अणुभारही त्याने दुरुस्त केले होते. न्यूलँडस वगैरेंच्या

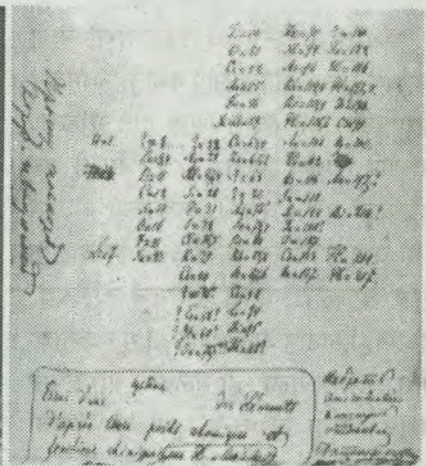
मतांचा, विचारांचा, कोष्टकांचा त्याने विचार केला होता आणि हे त्याने मोकळेपणाने मान्यही केले होते. पण लोथरमेयरच्या कार्याबाबत त्याला काहीच ठाऊक नव्हते असेही त्याने सांगितले आहे.

अर्थात विज्ञानाच्या इतिहासकारांनी मॅंडेलीफच्या भाकीत वर्तविण्याच्या गुणाची जरा जादाच प्रशंसा केली आहे. काहीजण तर पुढे जाऊन हे सांगतात की त्याचे कोष्टक

स्वीकारले गेले ते त्याच्या या गुणामुळेच. पण हे तज्ज्ञ हे विसरतात की १८८२ मध्ये त्याला मिळालेल्या डेव्ही मेडलच्या सन्मानपत्रात या गुणाचा पुसटसा उल्लेखही नाही. मूलद्रव्यांच्या वर्गीकरणाच्या पध्दतीबाबत, परिश्रमांबद्दल प्रशंसोद्गार आहेत आणि ते योग्यच आहे. आपल्या कोष्टकाची, मूलद्रव्यांच्या वर्गीकरणाच्या योग्यतेची मॅंडेलीफने आयुष्यभर चिकित्सा केली, ते कोष्टक अचूक

दिमित्री मॅंडेलीफ (१८३४ ते १९०७)

मॅंडेलीफ या रशियन रसायनशास्त्रज्ञाने मूलद्रव्यांचे वर्गीकरण एका वेगळ्याच पद्धतीने केले. त्याने रासायनिक गुणधर्मानुसार मूलद्रव्यांचे गट पाडले तेव्हा त्याच्या लक्षात आले की मूलद्रव्यांच्या गुणधर्मात आणि त्यांच्या अणुभारात एक विशिष्ट संबंध आहे. ही कल्पना आधुनिक आवर्तसारणीचा गाभा ठरली. म्हणून मॅंडेलीफला आजच्या आवर्तसारणीचा जनक म्हणावा लागेल. उजवीकडील छायाचित्रात मॅंडेलीफने बनविलेले आवर्तसारणीचे पहिले हस्तलिखित दाखविले आहे.



हॅरी जी.जे.मोस्ले (१८८७ ते १९१५)

आपल्या पदवीपरीक्षेचा अभ्यास पुरा करून मोस्ले ऑक्सफर्डमधून मॅचेस्टरला रुदरफोर्डच्या प्रयोगशाळेत संशोधनासाठी गेला. त्याचवेळी बोर आपल्या 'अणुप्रतिकृतीत' गुंतला होता. भौतिकशास्त्रज्ञांनी केलेली अणूची प्रतिकृती अन् रसायनशास्त्रज्ञांनी केलेली आवर्तसारणी यांतला दुवा मोस्लेच्या कार्याने जोडला गेला ! प्रतिभावान, प्रयोगशील शास्त्रज्ञ व अथक परिश्रम करणारा असाच ज्याचा गुणगौरव करावा असा मोस्ले ! अधिक तरंग लांबीचे क्ष किरण निर्वात नळीच्या काचेमध्ये शोषले जात. यातील एक समस्या सोडविण्यासाठी त्याने काचेला एक भोक पाडले अन् बैलाच्या मोठ्या आतड्याचा तुकडा पडदा म्हणून वापरला ! विशेष म्हणजे त्याला या प्रयोगात यश मिळाले !!

एका शास्त्रीय सभेसाठी हे संशोधन घेऊन तो ऑस्ट्रेलियाला गेला अन् त्याच दिवशी १९१४ मध्ये इंग्लंडने जर्मनीविरुद्ध युद्ध पुकारले. काही आठवड्यांनी घरी परतल्यावर त्याने सैन्यात भरती होण्याचा निर्णय घेतला अन् संशोधनात रममाण होण्याच्या ऐवजी २८ व्या वर्षी त्याने युद्धात, गॅलीपोली येथे हौतात्म्य पत्करले.

रहावे यासाठी त्याने चिंतन केले. पुन्हा पुन्हा मूल्यमापन करून त्याची वैधता त्याने सिध्द केली.

अर्थात आपल्या वर्गीकरणाची बाजू लढविणे वाटते तितके सोपे नव्हते. नवनवीन शोधांमुळे सतत संशय व्यक्त होत राहिला, आन्हाने निर्माण झाली. १८९४ साली एक महत्त्वाची घटना घडली. लंडनच्या विल्यम रॅमसे अन् लॉर्ड रॅले यांनी आरगॉन वायूचा शोध लावला. काही वर्षातच हेलियम, निऑन, क्रिप्टॉन अन् झेनॉन या मूलद्रव्यांचा शोध लावला गेला. ही मूलद्रव्ये वायूरूपात असून त्यांना निष्क्रिय मूलद्रव्ये अथवा राजवायू म्हणतात. ही मूलद्रव्ये इतर

मूलद्रव्यांबरोबर अभिक्रिया करित नाहीत म्हणून हे 'राजवायू'. त्यामुळे काही रसायनशास्त्रज्ञांचे म्हणणे असे की ही मूलद्रव्ये आवर्तसारणीत समाविष्ट होऊ शकत नाहीत. मॅडेलीफने कुठे यांचे अंदाज वर्तवले होते ? सहा वर्षांच्या अथक परिश्रमांनंतर खात्री पटली अन् त्यांना हॅलोजन्स अन् अल्कधर्मी धातू यांच्यामध्ये स्थान प्राप्त झाले.

मूलद्रव्यांचे अणुभार हाच निकष आत्तापर्यंत विचारात घेतला गेला. १९१३ मध्ये एका डच वैज्ञानिकाने, अँटन ब्रूकने अणुकेंद्रकातल्या धनप्रभारांच्या संख्येवरून म्हणजे अणुक्रमांकावरून वर्गीकरण केले जावे असे सुचविले. हेन्री मोस्ले याने १९१३

मध्येच हा प्रयोग करून पाहिला अन् तो यशस्वीही झाला. पण दुर्दैवाने पहिल्या महायुद्धात वयाच्या अवघ्या २८ व्या वर्षी त्याचे निधन झाले. त्याने १२ मूलद्रव्यांच्या क्ष किरणांच्या वर्णपंक्तींचा अभ्यास केला अन् त्यातील १० मूलद्रव्यांची अणुक्रमांकानुसार मांडणी वर्णपंक्तीप्रमाणे होते आहे असे त्याच्या लक्षात आले. त्या वर्णपंक्तीतल्या K लाईन्सची वारंवारिता व मूलद्रव्याच्या स्थानक्रमांकाचा वर्ग यातील सहसंबंध त्याच्या लक्षात आला. मोस्ले लिहितो, “जसजसे आपण एका मूलद्रव्याकडून दुसऱ्या मूलद्रव्याकडे जातो तसतसे क्रमाक्रमाने वाढत जाणारी एक बाब, एक राशी अणूमध्ये आहे.” १९२० मध्ये या राशीला अर्नेस्ट रूदरफोर्डने अणुक्रमांक म्हणून संबोधिले. अणुक्रमांक म्हणजे अणुकेंद्रकातील धनप्रभारांची संख्या.

मोस्लेच्या या कामामुळे आवर्तसारणीत कुठे व किती मोकळ्या जागा सोडावयाच्या याचा उलगडा झाला. अन् यावेळी रसायनशास्त्रज्ञांचे ‘अणुभारांऐवजी अणुक्रमांक हा मूलद्रव्याचा विशेष आहे’ यावरती एकमत झाले. मेंडेलीफचा अणुभार आता साच्यांनाच भारभूत वाटायला लागला जणू! रासायनिक गुणधर्मांमध्ये पडणारा फरक अणुक्रमांकामुळे आता पडेनासा झाला अन् प्रत्येक मूलद्रव्याचे स्थान निश्चित अन योग्य झाले.

वर्गीकरणाच्या या प्रयत्नांनी रसायनशास्त्रज्ञांमध्ये एक चैतन्य प्राप्त झाले.

लिथियम हा सर्वात हलका धातू आहे. अत्यंत क्रियाशील असणाऱ्या या मूलद्रव्याच्या फ्लोराईडच्या स्फटिकापासून तयार करण्यात आलेले भिंग सर्वाधिक पारदर्शक असते. म्हणूनच खगोलशास्त्रात या लिथियमचे महत्त्व वादातीत आहे. तंबाखूमध्ये लिथियमचे प्रमाण बरेच असते.

अर्थात केवळ रसायनशास्त्रज्ञांपुरतेच हे घडले असे नव्हे तर भौतिकशास्त्रज्ञांनाही प्रेरणा मिळाली. १९०४ मध्ये केंब्रिज विद्यापीठात काम करणाऱ्या जे.जे.थॉमसन यांनी अणूची एक प्रतिकृती निर्माण केली. ती प्रतिकृती त्यांनी मूलद्रव्यांच्या वर्गीकरणाबाबत सखोल चिंतन करूनच निर्माण केली होती !

नील्स बोर, जो पुंजयामिकीचा उद्गाता, तोही या वर्गीकरणामुळे अचंबित झाला होता. बोरने केलेल्या अणूच्या प्रतिकृतीत केंद्रकाभोवती समकेंद्री कक्षा आहेत. एकाच गणात, म्हणजे उभ्या स्तंभात, असणाऱ्या मूलद्रव्यांच्या अणूंच्या सर्वात बाहेरील कक्षेतील इलेक्ट्रॉन संरूपण व संख्याही समान असते. अन् मूलद्रव्यांची रासायनिक क्रियाशीलता ही बाह्यतम कक्षेतील इलेक्ट्रॉनच्या संख्येवर व संरूपणावर अवलंबून असते म्हणूनअशी प्रतिकृती केली, असे त्याचे म्हणणे होते. राजवार्युंबाबत व संक्रामक मूलद्रव्यांबाबत बोरने दिलेले स्पष्टीकरण हे बोरवर रसायनशास्त्राचा प्रभाव किती होता याचे निदर्शक आहे.

पुंजयामिकीचा आधार न घेता मूलद्रव्यांच्या रासायनिक गुणधर्मावर आधारित असे हे बोरचे स्पष्टीकरण त्याच्यावर पडलेल्या आवर्ती वर्गीकरणाच्या प्रभावावर प्रकाश टाकण्यास पुरेसे आहे. पुढे १९२४ मध्ये ऑस्ट्रियन शास्त्रज्ञ पाऊली याने कोष्टकातील आडव्या ओळी व स्तंभ किती घरांचे असावेत यावर सखोल संशोधन केले. कोणतेही २ इलेक्ट्रॉन एकाच ऊर्जास्थितीत राहू शकत नाहीत हे त्याने दाखवून दिले. कक्षांमधील इलेक्ट्रॉन्सची संख्या अन् आवर्तनातील मूलद्रव्यांची संख्या कशा समान असतात हे त्याने प्रतिपादन केले. पहिल्या कक्षेत इलेक्ट्रॉन्सची संख्या २ अन् पहिल्या आवर्तनात मूलद्रव्यांची संख्या २, दुसऱ्या कक्षेत इलेक्ट्रॉन्सची संख्या ४ अन् दुसऱ्या आवर्तनात मूलद्रव्यांची संख्या ४ याप्रमाणे.

पुंजयामिकीच्या आधुनिक संकल्पनेनुसार अणूची संरचना ही बोरच्या प्रतिकृतीपेक्षाही खूपच वेगळी आहे. पुंजयामिकीने अणू व पदार्थांच्या रचनेविषयीच्या अनेक कल्पना पूर्णपणे बदलून टाकल्या. पण आवर्तसारणीवर मात्र याचा काहीही परिणाम झाला नाही, हे विशेष आहे.

आधुनिक काळात मूलद्रव्यांचे वर्गीकरण त्रिमिती पध्दतीने करण्याचे प्रयत्न झाले आहेत. अर्थात तिथेही गुणधर्मांचे पुन्हा पुन्हा येणे घडते आहेच. पिरेमिडच्या आकारात मूलद्रव्ये मांडून तोच “मोलाचा गुण” सतत दृष्टीसमोर येतो. हा पिरेमिड विल्यम जेनसन यांनी बनवला. यात मूलद्रव्यांऐवजी

ग्रहांवरून, गावांवरून, शास्त्रज्ञांच्या नावांवरून आणि अंगभूत गुणधर्मांवरून मूलद्रव्यांचे नामकरण झाले आहे.

नेपच्युन, प्लुटोनियम, युरेनियम ही ग्रहांवरून तर बर्केलियम, इटरबियम ही गावांवरूनची नावे. क्युरियम, आईन्स्टिनियम, सिबोर्गीयम ही शास्त्रज्ञांवरून नावे तर प्रकाश देणारा म्हणून फॉस्फोरस अन् आम्लता उत्पन्न करणारा म्हणून ऑक्सिजन अशी काही नावे.

अर्थात लोखंडाला लोखंडच अन् चांदीला चांदीच का म्हणायचं हे मात्र कसे सांगणार?

संयुगाच्या गुणधर्मांना प्रमाणभूत मानून मूलद्रव्यांचे वर्गीकरण केले गेले आहे. कार्बनी संयुगातील बॅन्झेनॉईड ऑरोमॅटिक हायड्रोकार्बन्सचे वर्गीकरण डायस या शास्त्रज्ञाने अलीकडे केले आहे.

एकूण काय ही आवर्तसारणी अनेकांना अनेक स्तरांवर प्रेरित करते आहे, हे किती विलक्षण आहे. दोनशे वर्षांचा इतिहास सांभाळत ही आवर्तसारणी रसायनशास्त्रज्ञांना आजही अधिक संशोधनासाठी खाद्य पुरवीत आहे. डार्विन, न्यूटन यांच्या सिध्दांतांना छेद देणारे सिध्दांत जसे विकसित झाले, तशी वेळ या आवर्तसारणीवर कधीच आली नाही. उलट साऱ्या नवीनतम संशोधनांना सामावून घेऊन स्वतःचे मूळ स्वरूप अबाधित ठेवून,

पुन्हा नवनवीन आव्हाने संशोधकांसमोर निर्माण करीत ही आवर्तसारणी रसायनशास्त्राच्या प्रयोगशाळांत अनुस्तकात साऱ्यांना खुणावते आहे. अन हेच या आवर्तसारणीचे मोल आहे. ❖

संदर्भ : a) Story of periodic table by V.G. Kulkarni & Lodage

b) Chemistry made easy - Louis Masson

c) Tales about metals - Vasant Sahasrabudhe

d) Evolution of periodic system - Eric Scerri

लेखक : नागेश मोने, द्रविड हायस्कूल वाई येथे शिक्षक. विज्ञान वाचनालय चालवतात. विज्ञान लेखनाची आवड.

सर आयझॅक न्यूटन (१६४२ ते १७२७)

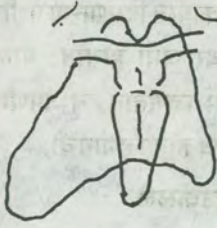
न्यूटनने आयुष्यभर नवीन कल्पना शोधल्या आणि नियम मांडले. आज आपण ज्या शक्तिशाली दुर्बिणी बनवितो त्यांची सुरवात न्यूटनपासूनच झाली हे फार कमी जणांना



माहित आहे. न्यूटनने प्रकाश किरणांचा अभ्यास करून त्यावर आधारित पहिली दुर्बिणी बनविली. या दुर्बिणीत न्यूटनने मुख्य भिंगाचा वापर न करता अंतर्वक्र आरशाचा उपयोग केला. या आरशातून परावर्तित झालेले प्रकाश किरण वापरून न्यूटनने छायाचित्रातील दुर्बिणी बनविली. या दुर्बिणीत वापरल्या गेलेल्या तंत्राला आजही न्यूटनची पद्धत असे मानतात. ही दुर्बिणी लंडन येथे रॉयल सोसायटीच्या संग्रहालयात बघायला मिळते. या

पहिल्या दुर्बिणीचा व्यास होता फक्त ३.४ सेंमी. आज जगातील मोठ्या दुर्बिणी तर काही मीटर व्यासाच्या असतात. परंतु आजही न्यूटनची ही पहिली दुर्बिणी हा एक अनमोल ठेवा आहे.

थायमस पुराण



थायमस ग्रंथीविषयी फार प्राचीन काळापासून अभ्यास केला गेला. वेगवेगळ्या कल्पना मांडल्या गेल्या, त्यांचा पाठपुरावा केला गेला. आजपर्यंतचे संशोधन आपल्याला असे सांगते -

लेखक : डेनिस ब्लॅकॅस्ली • अनुवाद : डॉ. शंतनू अभ्यंकर

आयु आणि आरोग्य या दोन्ही बाबीत थायमस ग्रंथीकडे कळीचे कार्य आहे. पण अगदी अर्धशतकापूर्वीही थायमसबद्दल अनेक प्रवाद प्रचलित होते. प्राचीन काळापासून या ग्रंथीबद्दल माणसाला कुतूहल आहे. दुसऱ्या शतकात गॅलनने या अवयवाबद्दल सर्व प्रथम लिहिले. त्याच्या मते हृदयापुढे असणारा हा वेडा वाकडा मांसल गोळा मनुष्याला 'हिंमतवान' बनवतो. अन्य काहींना थायमसला 'आत्म्याचे सिंहासन' असे संबोधले आहे. 'थायम' नावाच्या एका ग्रीक वनस्पतीच्या नावावरून थायमस शब्द आला असं मानतात, पण थायमचा एक अर्थ आत्मा असाही होतो.

प्रबोधन काळातही थायमसबद्दल विविध मतं मांडली गेली आहेत. गर्भावस्थेत रक्त

तयार होण्याची जागा, चयापचयासाठी आवश्यक अवयव, हृदयाला इजा होऊ नये म्हणून आतून लावलेली उशी, नवजात अर्भकाची फुफ्फुसे जास्त फुलू नयेत म्हणून असलेले टेकण एक ना अनेक मते.

काहींनी तर थायमस आरोग्याला अपायकारक असल्याचा निर्वाळा दिला. १८९० च्या सुमारास अचानक घडणाऱ्या बालमृत्यूसाठी थायमसला दोषी ठरविण्यात आले. तान्ह्यांमध्ये मुळातच भली मोठी असणारी ग्रंथी पुढे आणखी वाढते आणि तिच्या दाबामुळे बाळाचा श्वासोच्छ्वास बंद पडतो अशी कार्यकारण मीमांसा देण्यात आली. या आजाराला 'स्टेटस लिम्फॅटिक्स' असे छानसे नाव दिले गेले. या समजुतीपायी काही डॉक्टर मंडळींनी क्ष किरणे वापरून

थायमस ग्रंथी नष्ट करण्याचे 'उपचार' सुरु केले. त्यामुळे थायमसचा कॅन्सर होत असे.

पुढे सूक्ष्मदर्शकाचा शोध लागला आणि थायमसची रचना लसिका ग्रंथी, पाणथरी वगैरे सारखी असल्याचं लक्षात आलं. थायमसचा प्रतिकार शक्तीशी संबंध असावा असं सुचवलं गेलं.

अगदी १९१० पर्यंत अशी समजूत होती की गर्भावस्थेत या ग्रंथीचे काहीतरी कार्य असते. मूल जन्मायच्या सुमारास ते पूर्ण होते. आपल्याला दिसणारी छोटीशी ग्रंथी म्हणजे काम संपून गेलेला उरलेला अवयव.

थायमस ग्रंथीच्या आकारात होणारे बदल पाहिले म्हणजे हा सारा घोळ स्वाभाविक वाटू लागतो. तान्हेपणापासून पौगंडावस्थेपर्यंत ही ग्रंथी बरीच मोठी असते. तिचे तीन चार मांसल भाग एकमेकाला जोडलेले दिसतात. छेद

घेतला तर बाहेर घट्ट आणि फिट्ट असलेल्या पेशींचा बाह्य भाग आणि मध्यावर पेशींची निव्वळ पखरण असलेले डेख असे चित्र दिसते.

प्रौढपणी मात्र थायमस आक्रसत जाते. परवा परवा पर्यंत कार्यरत दिसणाऱ्या पेशींच्या जागी चरबीचे थर जमा होतात. यालाच Involution असं म्हणतात. वृद्धपणी तर थायमस नामशेषच होते म्हणायची.

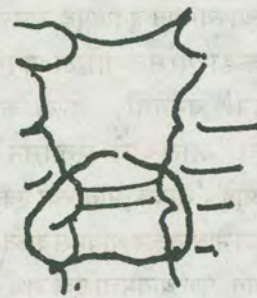
थायमसचे गूढ उकलले

१९५० च्या सुमारास काही गोष्टी स्पष्ट झाल्या. या दशकात थायमस एक लिम्फ संस्थेतील एक घटक आहे हे सर्वमान्य झाले. रोग प्रतिकारात हिचं नेमकं स्थान अजूनही धूसरच असलं तरी ती निरूपयोगी, निरुद्योगी नाही हेही पटू लागलं. थायमसच्या विकारांचा

मनुष्य बाल्यावस्थेत असताना थायमस मोठी असते. आयुष्यात उत्तरार्धाकडे ती लहान लहान होत जाते.



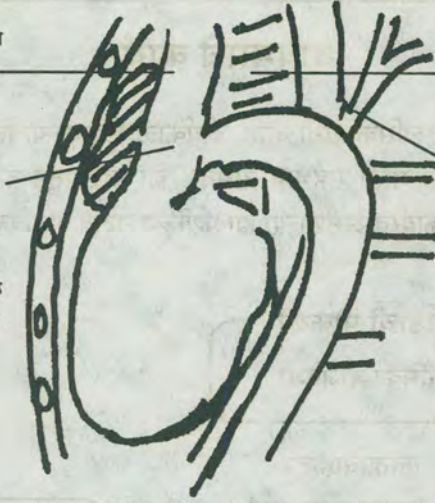
ही ग्रंथी हृदयाच्या बाह्यावरणाच्या वर असते. सर्वसाधारण वजन-२५ ग्रॅम



उत्तरायुष्यात आक्रसलेली, त्यामानाने नीटस नसलेली थायमस ग्रंथी सर्वसाधारण वजन-१५ ग्रॅम

छातीच्या पोकळीतील
थायमसचे स्थान

महानीला
दाब पडल्यास अशुद्ध
रक्त हृदयात येण्यात
अडथळा. नखे, डोळे, ओठ
इ. ठिकाणी निळसर झाक



श्वासनलिका
दाब पडल्यास खोकला,
श्वास घेण्यास त्रास

अन्ननलिका
दाब पडल्यास गिळण्यास
त्रास, अन्न खाली जात नाही
अशी जाणीव

या ग्रंथीची यदाकदाचित अनिर्बंध वाढ झाली तर आजूबाजूच्या अवयवांवर तिचा दाब पडतो आणि त्यानुसार लक्षणे दिसू लागतात.

प्रतिकारशक्तीवर, लसींच्या उपयुक्ततेवर विपरीत परिणाम दिसतो हे सिध्द झालं. थायमसचा आजार / अपघात उद्भवला तर प्रतिकारशक्ती ढेपाळते हे दिसून आलं.

थायमसवरच्या प्रयोगांची ही पार्श्वभूमी. या प्रयोगातूनच पुढे थायमस आणि प्रतिकारशक्तीबद्दल कितीतरी माहिती पुढे आली. याच सुमारास प्रतिकारशक्तीशास्त्र (इम्युनॉलॉजी) ही स्वतंत्र ज्ञानशाखा म्हणून उदयास आली. काहींनी थायमस काढलेल्या नवजात उंदरांचा अभ्यास सुरु केला. हे उंदीर त्वचारोपण करताच आता अन्य कोणत्याही उंदरांची त्वचा स्वीकारत होते. त्यांची प्रतिपिंडे तयार करण्याची क्षमता मंदावली होती आणि काही तर विशिष्ट कॅन्सरचे बळी ठरले होते. हे सारे उंदीर अशक्त होत होते. मात्र अशा उंदरात

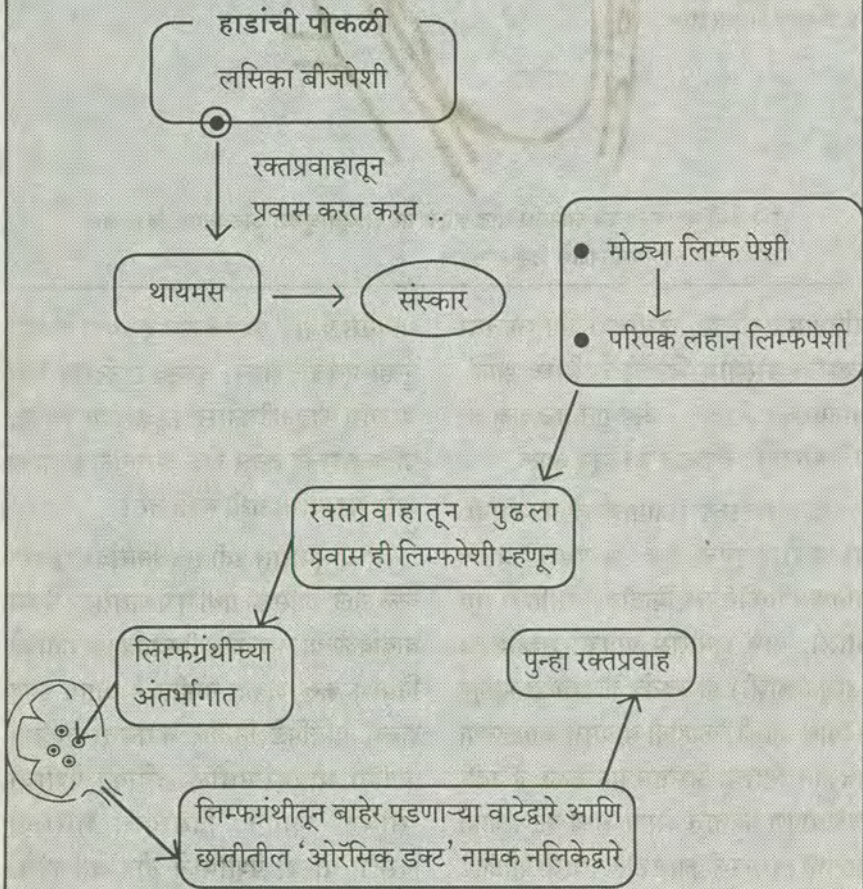
थायमस ग्रंथी / पेशी कलम केल्यास हे उंदीर पुन्हा पूर्ववत झाले. वयस्कर उंदरात मात्र थायमस काढूनही फारसा फरक पडत नव्हता. प्रतिकारशक्ती तयार होत असताना थायमस अति महत्त्वाची ग्रंथी होती तर !

याच सुमारास उती संवर्धनासंबंधी प्रयोग केले गेले. लसिका ग्रंथी व पाणथरीतून घेऊन वाढविलेल्या लसिकापेशी स्वतंत्रपणे प्रतिपिंडे निर्माण करू शकत नाहीत हे आता स्पष्ट झालं. प्रतिपिंडे निर्माण करायची तर त्या पेशींना थायमसमधील लसिका पेशींची 'सोबत' लागते. दिसायला सारख्या दिसणाऱ्या या पेशींमध्ये दोन वर्ग होते. प्रतिपिंडे निर्माण करणाऱ्या त्या 'बी पेशी' आणि त्यासाठी उद्युक्त करणाऱ्या 'टी पेशी'.

यापूर्वी लसिका पेशींची वर्गवारी मोठ्या,

थायमसचे कार्य

थायमस ही मूलतः लसिका ग्रंथी आहे. दीर्घकाळ टिकणाऱ्या लिम्फपेशींची वाढ व विकासात, या ग्रंथीचा मोठा सहभाग असतो. ह्या प्रक्रियेतून तयार झालेल्या “टी लिम्फपेशी”, आधी कार्यरत असणाऱ्या ह्या पेशींच्या गटात पाठविल्या जातात.



वर उल्लेखिलेल्या सर्व क्रिया गर्भावस्था व बाल्यावस्थेत अत्यंत जोशात, जोरात होतात. पौगंडावस्थेनंतर हा सारा मामला थंड होतो. वेग कमी होतो व ग्रंथी आक्रसू लागते.

मध्यम आणि लहान अशी आकारमानानुसार होत असे. पुढे असंही लक्षात आलं की मोठ्या लिम्फ पेशी या प्रत्यक्ष कार्य करणाऱ्या आहेत तर छोट्या पेशी विश्रांती घेणाऱ्या आहेत. त्या आत्ता विसावल्या असल्या तरी गरजेप्रमाणे कोणत्याही क्षणी 'कार्यान्वित' होऊ शकतात.

आता ही आकारमानानुसार वर्गवारी मागे पडून टी व बी पेशी अशी वर्गवारी आली. टी पेशींमध्येही दोन गट आढळले. एक 'टी मारक' पेशी आणि दुसरा 'टी मदतगार' पेशी. टी मारक पेशी त्वचारोपणाचे rejection, विषाणू विघटन आणि काही कर्करोगांपासून संरक्षण ही कार्ये करतात तर टी मदतगार पेशी बी आणि टी मारक पेशींना मदत करतात.

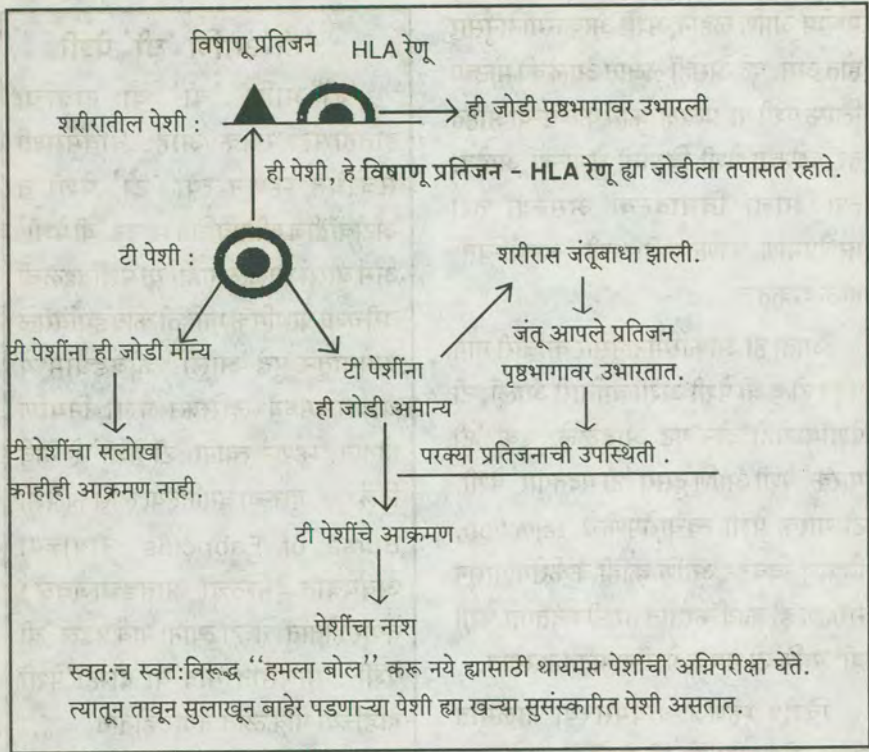
विशेष म्हणजे थायमसच्या तालमीत तयार होणाऱ्या या टी पेशींचा जन्म मात्र रक्तातील अन्य पेशींप्रमाणेच हाडातील पोकळीत होतो. पुढे थायमस ऋषींच्या आश्रमात योग्य ते संस्कार झाल्यावर त्या टी पेशी होतात. बी पेशींचा जन्मही असाच हाडांच्या पोकळीमध्ये होतो. यांनाही 'संस्कारासाठी' काही काळ जन्मस्थळी आणि पुढे लसिका ग्रंथी, पाणथरी वगैरेत जावं लागतं. प्रश्न असा उद्भवतो की या पेशींवर संस्कार, संस्कार म्हणजे नेमकं काय केलं जातं?

१९७० च्या दशकात या प्रश्नांची उकल होऊ लागली. आपल्या पांढऱ्या पेशींचा आपपरभाव थक्क करणारा होता. कोणताही

'टी' आणि 'बी' पेशी

'टी' आणि 'बी' या नावांचा इतिहासही रंजक आहे. थायमसशी संबंधित म्हणून त्या 'टी' पेशी व अँटीबॉडीज शी संबंधित म्हणून 'बी पेशी' असं बारसं झालेलं नाही. या पेशींबद्दलची बरीचशी प्राथमिक माहिती कॉंबड्यांवरील प्रयोगातून पुढे आली. कॉंबड्यांमध्ये थायमसमध्ये लसिका पेशी निर्माण होतात. म्हणून त्यांना 'टी पेशी' हे नांव दिलं गेलं. दुसऱ्या वर्गातल्या लसिका पेशी Bursa of Fabricius नावाच्या अवयवात (मोठ्या आतड्याजवळ) तयार होतात. तेव्हा त्यांना नाव पडलं 'बी पेशी'. माणसात मात्र या दोन्ही पेशी हाडांच्या पोकळीत तयार होतात.

परका पदार्थ वा रेणू शरीरात शिरतांच पांढऱ्या पेशी त्यावर नेमकेपणानं तुटून पडतात. ही जादू काही औरच होती. जादू कसली, गौडबंगालच ते. 'जिवाणू असो कि विषाणू, परकीय प्रथिन असो की रोपण केलेली उती; पेशी हरएक परकी चीज ओळखतात तरी कशा ? या प्रश्नाचे उत्तर अगदी सोपे होते. ते असे - विषाणू, परकी प्रथिन वगैरेंना "प्रतिजन" संबोधण्यात येते. या प्रतिजनांविरूद्ध ह्या पेशी प्रतिपिंडे तयार करतात. पण यच्चयावत प्रतिजन ओळखून त्या विरूद्ध प्रतिपिंडे तयार करण्याचं सामर्थ्य या पेशींना कसे प्राप्त होते? यासाठी आपण

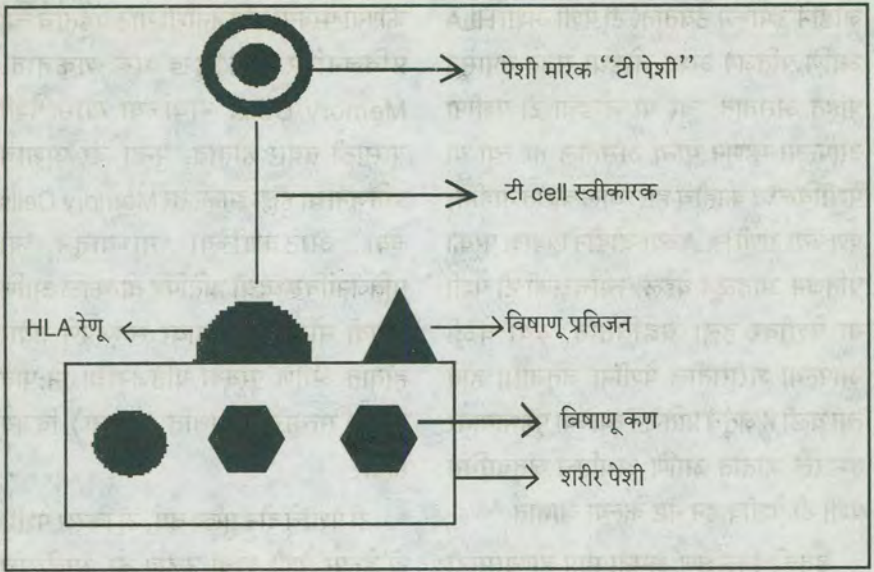


प्रतिपिंडांची रेण्वीय रचना समजावून घेऊ. प्रतिपिंडांच्या रेणूचा काही भाग सर्व प्रतिपिंडात समान असतो. विविध प्रतिजन ताडणारा, ओळखणारा भाग मात्र वेगवेगळा असतो. हा प्रतिजन ताडणारा भाग एका जनुकापासून न बनता अनेक जनुकांकडून संदेश स्वीकारून बनलेला असतो. अशा अनेक संदेशांची सरमिसळ होऊन निरनिराळ्या पध्दतीने फेरजुळणी होऊन हा भाग विविध प्रकारे साकारला जातो. जणू जेवढ्या पेशी तेवढेच प्रतिपिंडांचे प्रकार. एका अंदाजानुसार सुमारे शंभर दश लक्ष !. अशा परिस्थितीत परकी प्रतिजन (जिवाणू,

विषाणू वगैरे) यायचाच अवकाश, त्याला ओळखणाऱ्या पेशी जणू टपूनच बसलेल्या असतात. या पेशी मग वेगाने द्विगुणित, त्रिगुणित शतगुणित होतात आणि पाहुण्या प्रतिजनाविरुद्ध मोठ्या प्रमाणावर प्रतिपिंडे तयार केली जातात.

टी पेशींचे कार्यही काहीसं असंच चालतं, त्यांच्या पृष्ठभागावर प्रतिजन ओळखणारे रेणू T Cell receptor (TCR) असतात. यातील विविधताही बी पेशी प्रमाणेच थक करणारी असते.

पण या साऱ्यात एक गोम आहे. प्रतिजन ओळखणारी यंत्रणा वाटेला तशा नेमावाचून



(Random पध्दतीने) तयार झालेली असते. न जाणो एखाद्या पेशीमध्ये स्वतःच्या शरीरातील प्रतिजनांविरूद्ध (उदा. प्रथिनांविरूद्ध) प्रतिपिंडे तयार करणारी यंत्रणा निर्माण झाली तर ? हे म्हणजे कुंपणानेच शेत खाण्याचा प्रकार. असे घडू नये म्हणून विशेष काळजी घेतली जाते. नव्या टी व बी पेशींची क्षमता शरीरातल्या सर्व प्रतिजनांशी ताडून पाहिली जाते. एखादी पंचमस्तंभी* पेशी उत्पन्न झाली असलीच तर ते लक्षात येताच ही पेशी नष्ट केली जाते. अशा रीतीने फक्त निवडक टी व बी पेशींना रक्तात मुक्तद्वार असते.

टी व बी पेशींवर संस्कार होतात ते हे. पैकी बी पेशींचे संस्कार त्यामानाने सोपे असतात. टी पेशींवर मात्र 'संस्कार' करण्यासाठी एका वेगळ्या अवयवाची गरज

भासते. तो अवयव म्हणजे - थायमस ग्रंथी.

टी पेशी स्वतःविरूद्ध लढत नाहीत याचे कारण जरा गुंतागुंतीचे आहे. त्यांच्यावरील TCR आपल्या शरीरातील प्रतिजन ओळखण्यासाठी एक खास यंत्रणा वापरतात. आपल्या शरीरातील पेशी सतत त्यांच्या पृष्ठभागावर निरनिराळे प्रतिजन आणि आपल्या शरीरातील HLA (Human Lymphocytic Antigen) गटातील काही रेणू

*पंचमस्तंभी : स्पॅनिश सिव्हील वॉर (१९३६) मध्ये माद्रिदवर बंडखोरांच्या चार तुकड्या चालून आल्या. त्यांना शहरातील अनेकांचा छुपा पाठिंबा होता. त्यामुळे बंडखोरांचा विजय झाला. या छुप्या मदतनीसांना बंडखोरांची पाचवी तुकडी (Fifth column) असे म्हटले गेले. त्यावरून बाहेरच्या शत्रूला आतून छुपा पाठिंबा देणाऱ्यास पंचमस्तंभी (Fifth columnist) म्हटले जाते.

जोडीने उभारून ठेवतात. टी पेशी अशा HLA आणि प्रतिजन अशा जोड्या सतत तपासून पाहत असतात. जर या जोड्या टी पेशीना आपल्या म्हणून मान्य असतील तर त्या या पेशींविरुद्ध काहीच हालचाल करित नाहीत; पण ज्या क्षणी HLA च्या जोडीनं एखादा परका प्रतिजन आढळून येईल. त्याचक्षणी टी पेशी या पेशींवर हल्ला चढवितात. ज्या वेळी आपल्या शरीरातील पेशींना जंतूबाधा होते त्या वेळी हे जंतूंचे प्रतिजन त्यांच्या पृष्ठभागावर उभारले जातात आणि अर्थातच जंतूबाधित पेशी टी पेशीकडून नष्ट केल्या जातात.

इतकी विलक्षण क्षमता प्राप्त होण्यासाठी टी पेशींना दोन अग्निदिव्यातून जावे लागते. तान्ह्या टी पेशीपैकी सुरुवातीला स्वतःचे HLA रेणू ओळखतील एवढ्याच पेशी शिल्लक ठेवल्या जातात आणि पुन्हा एकदा स्वतःचे HLA रेणू आणि स्वतःचे प्रतिजन हे जोडीने ओळखणाऱ्या पेशी वेगळ्या काढून त्याच फक्त रक्तामध्ये सोडल्या जातात. या भानगडीत मोठा वंशसंहार घडतो. उदा. छोट्या उंदरांमध्ये रोज काही दशलक्ष पेशी थायमस मध्ये उमेदीने प्रवेश करतात आणि यापैकी सुसंस्कारित होऊन दिवसागणिक फक्त दोन पेशी बाहेर पडतात. (थायम म्हणजे आपल्या शरीरातील जणू नॅशनल डिफेन्स अॅकॅडमीच).

थायमसच्या अग्निपरीक्षेतून तावून सुलाखून बाहेर पडलेल्या या पेशी आपल्या प्रतिकार शक्तीचा कणा आहेत. पुढे या पेशी

कोण्या परक्या प्रतिजनांशी गाठ पडतांच त्या प्रतिजनांवर चक्क डूख धरू शकतात. Memory Cells नावांच्या खास पेशी यासाठी तयार होतात. पुन्हा जर अशाच प्रतिजनांचा हल्ला झाला तर Memory Cells च्या आठवणींच्या गाभ्यातून या प्रतिजनांविरुद्धची प्रतिपिंडे तात्काळ आणि अगदी मोठ्या प्रमाणावर सहजपणे तयार होतात आणि परक्या प्रतिजनांचा निःपात होऊन सत्याचा (अर्थात आपला) विजय होतो.

टी पेशींचे दोन मुख्य वर्ग, टी किलर पेशी, टी हेल्पर पेशी यांचा उल्लेख वर आलेलाच आहे. हे दोन्ही वर्ग मुख्यत्वे या पेशींच्या पृष्ठभागावरील भिन्न प्रथिनांद्वारे ओळखले जातात. किलर पेशी वर 8 तर हेल्पर पेशींवर CD 4 अशी या प्रथिनांची नावे आहेत. पैकी CD 4 पेशी या एडसच्या विषाणूंचे लक्ष्य असतात. जगभर धिंगाणा घालणाऱ्या या आजारावर जगभर संशोधन चालू आहे. त्यामुळेच येत्या दशकात थायमस आणि तिच्या या पिढ्यावळीवरच बऱ्याच शास्त्रज्ञांचे लक्ष केंद्रित झाले असणार. काही वर्षांतच हाच लेख नव्याने लिहावं लागला तर आश्चर्य वाटायला नको. ❖

लेखक : डेनिस ब्लॅकेस्ली

अनुवाद : डॉ. शंतनू अभ्यंकर, स्त्री रोग तज्ज्ञ, नाट्य दिग्दर्शक, विज्ञान प्रसारक

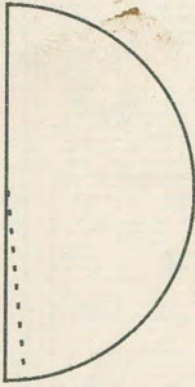
आपला हात जगन्नाथ
अंक ३, डिसेंबर १९९९, जानेवारी २०००

हे पान अंकापासून
वेगळे करा.

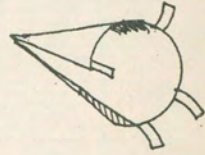
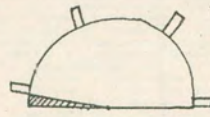
हे शक

या अंकातील हा मधला कागद वापरून आपण आज एक अशक्य तो हाताशी तयार ठेवा. तुम्हाला नेहमीचा अनुभव असेल की, गुरुत्वाकर्षण धरणात साठवलेल्या पाण्याची गती वापरून आपल्याला वीज निर्मिती आपल्याला ऊर्जा द्यावी लागते. जसे विहिरीतील पाणी आपण पाण्याचा गुरुत्वाकर्षणाच्या विरुद्ध दिशेने आपणहून जाईल आणि तेही बाहेरून ऊर्जा

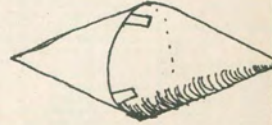
- प्रथम या कागदातील दोन अर्ध गोल व्यवस्थित कापून वेगळे करा.
- या दोन अर्धगोलातून खाली दाखवल्याप्रमाणे दोन आईस्क्रिमचे क



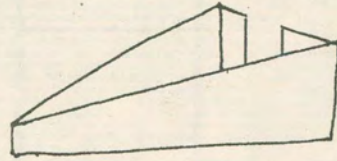
भाग (१)



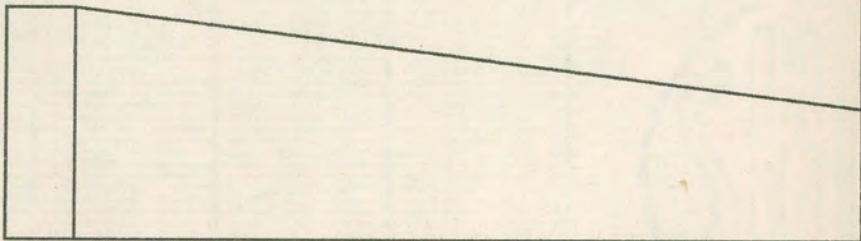
- हे दोन कोन एकत्र जोडा आणि गोंद नीट वाळू द्या.



- उरलेल्या कागदावरील आकार आता नीट कापा व त्यापासून खाल



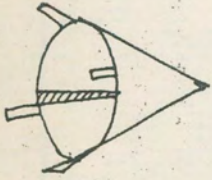
- या घसरगुंडीवर आता आपण तयार केलेला दोन कोनांचा गाडा ठेव काढा. एक ठराविक कोन असेल तेव्हा गाडा खालून वर जाईल.



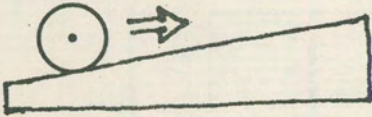
य आहे ?

वाटणारं सोपं यंत्र बनवूया. यासाठी तुम्हाला फक्त कात्री आणि गोंद लागेल. र्षणामुळे कुठलीही गोष्ट मोकळी सोडली की खालच्या दिशेने घरंगळत येते. करता येते. या उलट पाणी जर जमिनीपासून उंचावर चढवायचे असेल तर पंप वापरून उपसतो. आज मात्र आपण असे यंत्र बनवू या, जे खालून वरती र्जा न देता. मग आहात तयार ?

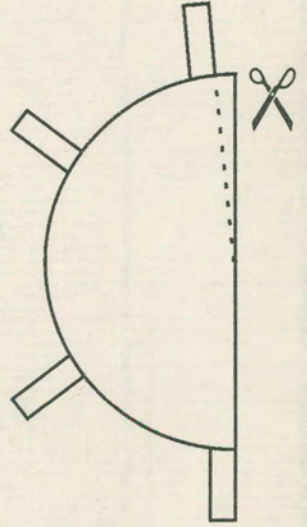
न बनवा.



नी दिसते तशी घसरगुंडी तयार करा.



या रूळामधील कोन बदलून ज्या कोनात हा प्रयोग यशस्वी होतो तो शाधून



भाग (२)

आपला हात जगन्नाथ
अंक ३, डिसेंबर १९९९, जानेवारी २०००

हे पान अंकापासून
वेगळे करा.

आपला हात जगन्नाथ

संदर्भच्या प्रत्येक अंकात मधल्या पानावर स्वतः करून बघावी अशी कृती आम्ही देतो. त्यांच्या मागे काही वैज्ञानिक अथवा गणितातील तत्त्व असते. हा लेख वाचून झाल्यावर मधलं पान वेगळं करा. त्यात दिलेली कृती आणि प्रयोग तुम्ही जरूर करून बघा

हे शक्य आहे ?

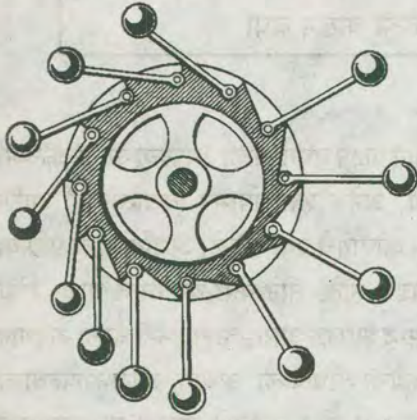
अनेक वर्षांच्या अनुभवांनंतर जेव्हा आपण मागे वळून बघतो तेव्हा आपल्या अनेक कल्पना आपल्यालाच हास्यास्पद वाटतात. उदाहरणार्थ, अनेक शतकांपासून विचारवंतांनी आणि वैज्ञानिकांनी सोने बनवण्याची गुप्त प्रक्रिया शोधून काढायचे प्रयत्न केले. अर्थात जो ही प्रक्रिया शोधेल तो प्रसिध्द आणि श्रीमंत होईल हे उघडच होते. सोने कसे बनवायचे याचा शोध लावण्यासाठी अनेकांनी आयुष्य घालवली. प्रसिध्द शास्त्रज्ञ आयझॅक न्यूटनही याला अपवाद नव्हता. न्यूटनने अनेकदा सोने बनवण्याच्या प्रक्रियेचा शोध केला. अर्थात, आज आपल्याला माहिती असलेले विज्ञान आपल्या सांगते की असे सोने बनविणे म्हणजे मृगजळापाठी धावण्यासारखेच होते.

हे स्पष्ट आहे की कोणा एका वेगळ्या मूलद्रव्यावर फक्त रासायनिक प्रक्रिया करून काही सोनं तयार होऊ शकत नाही. सोन्याची निर्मिती अणूच्या केंद्रातील घटकांची अदलाबदल करूनच होऊ शकते. अशा प्रकारे सोनं हे रासायनिक प्रक्रियेतून नव्हे तर आण्विक प्रक्रियेतूनच होऊ शकते. परंतु सोन्याचा एक एक अणू तयार करून असे किती सोने आपण तयार करणार आणि ही तर खूप खर्चिक प्रक्रिया होईल ! इतर मूलद्रव्यांपासून सोने बनविण्याचा नाद रासायनशास्त्रज्ञांना शेवटी अर्थात सोडून द्यायला लागला.

आज आपण अशी एक कृती करणार आहोत जी तुम्हाला वरवर पाहाता अशक्यच वाटेल. तंत्रज्ञान जसे विकसित झाले तसे मानवाला नवीन आणि अधिक कार्यक्षम यंत्रे बनवण्याचे वेडच लागले. अर्थात या प्रयत्नांतूनच आपल्याला आज अनेक सुखसोयी उपलब्ध झाल्या. परंतु ही यंत्रे चालवण्यामागे एक मोठी अडचण होती. ती म्हणजे त्यासाठी लागणारी ऊर्जा. उदाहरणार्थ, उसाचा रस काढण्यासाठी रसवाल्याला 'कार्य' करावे लागते आणि तेवढी ऊर्जा दिल्यावरच उसापासून रस निघतो. आज हे 'काम' बरेचदा विजेवर चालणारी मोटर करते. पण समजा असे यंत्र आपण शोधले की जे ऊर्जा न घेता काम करेल ! किंवा त्या यंत्राने निर्माण

केलेली ऊर्जा जर यंत्र चालविण्यासाठी लागणाऱ्या ऊर्जेपेक्षा जास्त असेल ! तर मग आपल्याला अविरत ऊर्जेची जणू सोन्याची खाणच सापडेल.

अशा यंत्राचे आकर्षण एवढे जबरदस्त होते की अनेक मोठे वैज्ञानिक आणि तंत्रज्ञ असे 'अविरत यंत्र' (Perpetual machine) बनवण्याच्या मागे लागले. कल्पना अगदी साधी होती. असे यंत्र बनवा की ज्याला बाहेरून काही ऊर्जा देण्याची गरज नाही. तरीही ते यंत्र तुमचे

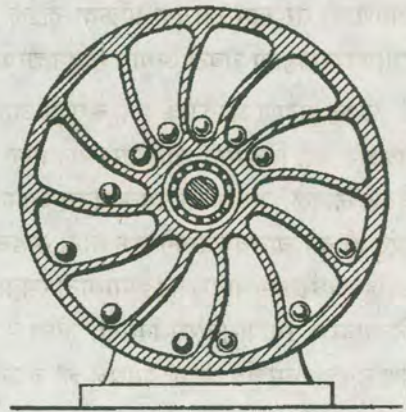


काम करेल. असे यंत्र प्रत्यक्षात बनवायला मात्र अनेक शतके लागतील असा अंदाज होता. सुमारे पाचशे वर्षांपूर्वी अशा अविरत उर्जा यंत्राचा संदर्भ आढळतो. हे यंत्र शेजारील चित्रात दाखवल्याप्रमाणे बनवले होते. असा विचार होता की या चाकाला जोडलेले गोळे जेव्हा उजव्या बाजूनी खाली पडतील तेव्हा या चाकाला गती देतील. मग आणखी गोळे वर उचलले जातील आणि डावीकडील काही गोळे उजव्या बाजूला येतील. मग ते खाली

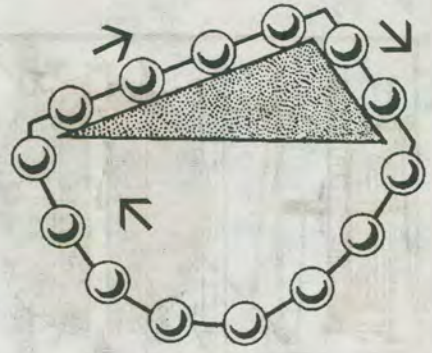
पडताना पुन्हा एकदा चाक फिरवले जाईल. अर्थात आपण काहीही कार्य न करता चाक आपणहून सतत फिरत राहील. काय पटतंय का तुम्हाला ?

पण असे काही घडले नाही. तुम्ही जर या आकृत्या नीट पाहिल्यात तर तुम्हाला असे आढळून येईल की चाकाच्या उजवीकडे चार गोळे आहेत तर चाकाच्या डावीकडे सात गोळे आहेत. म्हणजेच चार गोळे वापरून सात गोळे वर उचलण्यासारखे झाले. हे काही शक्य नाही आणि म्हणून हा 'अविरत यंत्र' बनविण्याचा पहिला प्रयत्न फसला.

यानंतर असे यंत्र बनवण्याचे अनेक प्रयत्न झाले. गेल्या शतकात अमेरिकेतील लॉस एन्जेलिस शहरात मॅककी नावाच्या एका मोठ्या व्यापाऱ्याने एक अविरत यंत्र बाजारात, अगदी रस्त्याच्या मध्यावर उभे केले. या यंत्राची त्याने खूप जाहिरात केली आणि बाजारात यंत्र बघायला दररोज गर्दी होऊ लागली. परंतु एकदा शहरातील वीज



पुरवठा बंद पडला आणि बरोबर त्याच वेळी मॅककीचं हे अविरत यंत्र बंद पडलं. तेव्हा सर्वांच्या लक्षात आलं की हे सतत फिरणारं यंत्र चोरून विजेवर चालवलं जात होतं. म्हणजे त्यालाही ऊर्जा लागत होतीच. आता अविरत यंत्र बनवण्याची स्पर्धाच सुरु झाली. जो कोणी असे यंत्र बनवू शकेल त्याला मोठी पारितोषिके जाहीर केली गेली.



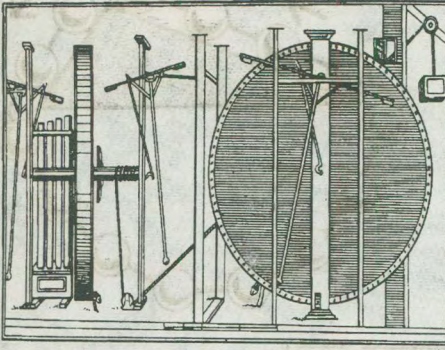
असेच एक अविरत यंत्र (किंवा ते बनवण्याचा प्रयत्न)

वरील आकृतीत दाखवला आहे. मण्याची एक माळ एका त्रिकोणी ठोकळ्याभोवती गुंफली आहे. हे मणी त्रिकोणाच्या जास्त उतारावरून खाली घसरतात आणि त्यामुळे माळ पुढे खेचली जाऊन पाठीमागचे मणी त्रिकोणाच्या डावीकडून वर सरकतात. अर्थात माळ त्रिकोणाभोवती सतत सरकत राहिल असेच भासते. परंतु एकदा तुम्ही त्रिकोणाच्या डाव्या आणि उजव्या बाजूंवरील मणी मोजून बघा.

अविरत यंत्राबद्दलचा उल्लेख पीटर द ग्रेट या रशियातील राजाच्या पत्रव्यवहारातही १७१५ च्या सुमारास आढळतो. जर्मनीतील एक गृहस्थ कॉन्सुलर ऑरफिरसने बनवलेले अविरत यंत्र प्रचंड किंमतीला विकत घेण्याचा राजाचा विचार होता. पण प्रथम या यंत्राची खात्री पटवून घेण्यासाठी राजाने त्याच्या शाही ग्रंथपालाला जर्मनीला पाठविले. ऑरफिरसने या अविरत



यंत्रासाठी कोट्यावधी रूपये मागितले तेव्हा राजाने हे यंत्र स्वतःच पहाण्याचे ठरवले. दुर्दैवाने (किंवा कॉन्सुलर ऑरफिरसच्या सुदैवाने म्हणाना) पीटर द ग्रेट हा प्रवास करण्यापूर्वीच मरण पावला. ऑरफिरसचे खरे नाव होते, बेसलर. बेसलरचा जन्म १६८० साली जर्मनीत झाला आणि त्याने अध्यात्म, वैद्यकीयशास्त्र इत्यादी विविध विषयांचे शिक्षण घेतले होते. शेवटी त्यालाही अविरत यंत्राचा ध्यास लागला. आजपर्यंतच्या इतिहासात बेसलरने बनवलेली अविरत यंत्रे खास म्हणावी लागतील. तो व्यापार करण्यात इतका पटाईत होता की, अशी यंत्रे बनवून लोकांना ती विकून तो खूप श्रीमंत झाला,

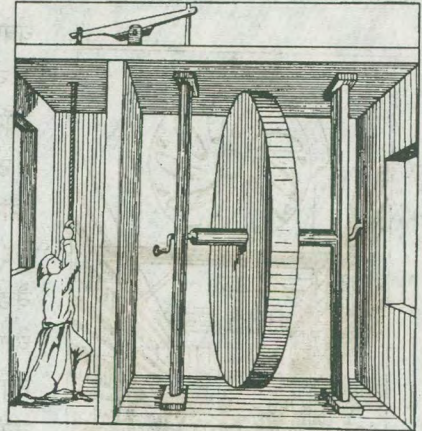


पण त्याच्या मृत्यूपर्यंत तरी यंत्रांचे गुपित त्याने उघडकीस येऊ दिले नाही. शेजारील चित्रात बेसलरच्या एका अविरत यंत्राची रचना दाखवली आहे. या यंत्राची चाके नुसतीच फिरायची नाहीत तर ती जड वजनपेटीही उचलू शकत असे सांगितले जायचे.

पोलंडच्या राजाने बेसलरची परीक्षा घ्यायची ठरवली. राजाने त्याच्या

किल्ल्यामध्ये बेसलरला त्याचे अविरत यंत्र उभे करायला सांगितले. एकदा चाके फिरायला लागल्यावर राजाने किल्ल्याचे सर्व दरवाजे बंद केले आणि दोन दिवस पहारा ठेवला. दोन दिवसांनी जेव्हा राजाने खोली पुन्हा उघडली तेव्हा काय आश्चर्य? राजाला यंत्र त्याच गतीने फिरताना आढळले. आता मात्र राजाला बेसलरच्या यंत्राची खात्री पटली आणि त्याने बेसलरचा पारितोषिके देऊन सन्मान केला. हळूहळू बेसलरची ख्याती सर्व युरोपभर पसरली.

बेसलरचे गुपित मजेशीररीत्या उघडकीस आले. एकदा बेसलरचे त्याच्या बायकोबरोबर जबरदस्त भांडण झाले. त्याच्या बायकोने फितूर होऊन बेसलरच्या यंत्रामागील युक्तीचा बोभाटा केला. बेसलरच्या या प्रचंड यंत्रात अनेकदा बेसलरचा भाऊ किंवा नोकर लपून बसत आणि तेच दांडा फिरवून चाके फिरवीत. अर्थात ही यंत्रे 'अविरत' नव्हती. परंतु या यंत्रांनी अगदी राजे आणि सरकारांचीही फसवणूक केली. आता बेसलरचे पितळ साफ उघडे पडले. परंतु त्याची एवढी ख्याती झाली होती की, त्याच्या यंत्रांवर तरीही विश्वास ठेवणारे लोक बेसलरला आयुष्याच्या शेवटपर्यंत भेटले.



आणखी एक अविरत यंत्र आपल्याला खेळण्यांच्या दुकानात बघायला मिळते.

तुमच्यापैकी काही जणांच्या घरी ते असेलही. काचेचे दोन लांब मानेचे पक्षी असतात. त्यात लाल निळ्या रंगाचे द्रव्य भरलेले असते. ते सतत मागे - पुढे डोलत, त्यांच्या समोर ठेवलेल्या

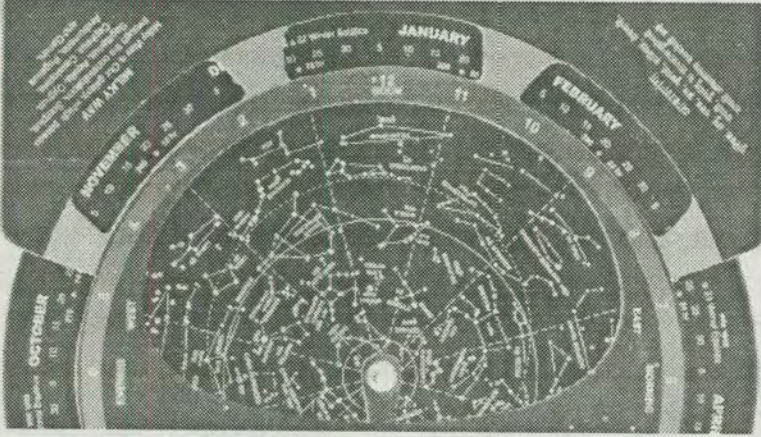
पेल्यातून पाणी पीतात. हे पक्षी कधीही थांबत नाहीत, सतत डोलत असतात. कुठून बरं मिळवतात ते इतकी शक्ती ? या खेळण्यात पक्ष्यांना चावी नसते किंवा ते वीजही वापरत नाहीत. पण तरीही ते पक्षी न दमता वर्षानुवर्ष डोलत राहतात. बघा विचार करून. या मजेशीर खेळण्यात एक युक्ती आहे. यात ऊर्जेचा आपल्याला अदृश्य असलेला साठा म्हणजे हवेतील उष्णता वापरली गेली आहे. गरम हवा लागून काचेच्या चंबूतील द्रव पदार्थ प्रसरण पावतो आणि पक्ष्याच्या मानेत तो चढतो. द्रव पदार्थ जस जसा वर चढतो तसा पक्ष्याचा तोल जाऊन तो कलंडतो आणि त्याची चोच पाण्याच्या पेल्यात बुडते. पाणी लागून द्रवपदार्थ थंड होतो आणि पुन्हा चंबूत गोळा होतो. मग वातावरणातील उष्णता पुन्हा काम करायला सुरू होते. अशा प्रकारे हवेतील उष्णतेचा साठा वापरून हे पक्षी अनेक वर्षे डोलू शकतात. पण जर तुम्ही हाच प्रयोग हिवाळ्यात किंवा शीतगृहात केला तर मात्र पक्षी डोलणार नाहीत. अविरत यंत्रे आपली कशी फसवणूक करू शकतात याचे हे खेळणे एक उत्तम उदाहरण आहे.

जो अविरत यंत्र बनवेल त्याला आजही कदाचित बक्षीस दिले जाईल. परंतु असे यंत्र बनविणे अशक्य आहे हे आज बहुतांशी लोकांना पटले आहे. यामागे विज्ञानातील एक महत्त्वाचा नियम आहे. अनेक शतकांच्या प्रगतीनंतर वैज्ञानिकांच्या लक्षात आले की कुठलीही प्रक्रिया केली की ती प्रक्रिया करण्यामध्ये काही ऊर्जा खर्च होते. अर्थात यंत्रातील विविध चाकं किंवा घटक चालवण्यासाठीही ऊर्जा खर्च होते. या व्यतिरिक्त ऊर्जा काही प्रमाणात उष्णतेच्या रूपाने वायाही जाते. उदाहरणार्थ, उसाचे यंत्र जास्त वेळ चालविल्यास ते गरम होते. उष्णतेच्या रूपात बाहेर पडलेली ऊर्जा सहजा सहजी वापरता येत नाही. अर्थात, प्रत्येक यंत्र हे काही प्रमाणात ऊर्जा वाया घालवते, हे अटळच आहे. म्हणजेच यंत्र चालवण्यासाठी कमीत कमी जेवढी वाया जाते तेवढीतरी ऊर्जा त्याला द्यावीच लागेल. म्हणजेच यंत्र ऊर्जा न वापरता चालू शकत नाही. म्हणून अविरत यंत्र बनवणे अशक्य आहे.

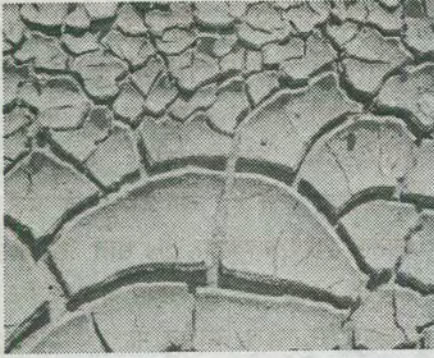
आपण आज संदर्भमधील मधलं पान वापरून एक वेगळे पण अशक्य यंत्र बनवणार आहोत. तुम्हाला माहित असेल की वस्तू गुरुत्वाकर्षणामुळे नेहमी वरून खाली येतात. पाणी धरणातून आणि नद्यामधून समुद्राकडे खाली वाहते. याचा उपयोग वीजनिर्मितीसाठी करतात. पण तुम्ही कधी एखादी वस्तू स्वतःहून खालून वरती जाताना पाहिली आहे ? तेही बाहेरील ऊर्जा न वापरता. या वेळच्या अंकात दिलेल्या कृतीत आपण असेच एक यंत्र बनवू की जे स्वतःहून खालील पातळीवरून वरच्या पातळीवर जाईल. म्हणजे जवळ जवळ 'अशक्य' यंत्रच की. पण ही कृती करून नुसती सोडून देऊ नका. हे कसं काय होतं याचा विचार करा. कदाचित तुम्हाला अविरत यंत्र बनविल्याबद्दल बक्षीस मिळेल.

विद्यार्थी मित्रांना आणि शिक्षकांना शैक्षणिक संदर्भतर्फे आकर्षक भेट !

शैक्षणिक संदर्भ तुमच्या मित्र-मैत्रिणींनी, शिक्षकांनी आणि विद्यार्थ्यांनी वाचावा आणि त्यात दिलेले प्रयोग करावेत असं आमच्याप्रमाणे तुम्हालाही वाटत असेल. तुमच्या परिचयातील पाच मित्र-मैत्रिणींचे पत्ते व त्यांची वार्षिक वर्गणी तुम्ही पाठवलीत तर शैक्षणिक संदर्भतर्फे तुम्हाला एक आकर्षक स्टारडायल भेट पाठवू.



आकाशातील ताऱ्यांबद्दल आपल्या सर्वांनाच आकर्षण असतं. धृवतारा आणि मृगनक्षत्र या व्यतिरिक्त इतर तारे आणि नक्षत्रे येतात ओळखता तुम्हाला? स्टारडायलच्या सहाय्याने जगाच्या पाठीवर कुठेही आणि कधीही तुम्ही तारे व नक्षत्रे शोधू शकता. एकदा का तुम्हाला उत्तर दिशा सापडली की मग इतर तारे शोधणे तुम्हाला सहज शक्य होईल. असे हे आकर्षक स्टार डायल शैक्षणिक संदर्भतर्फे तुम्हालाही भेट मिळू शकते.



माती रंगे खेळताना

लेखक : नागेश मोने

मातीचा रंग कोणता असं जर मी तुम्हाला विचारलं तर तुम्ही सहजच “तपकिरी” असं उत्तर द्याल. काहीजण काळा, पांढरा, लाल असंही उत्तर देतील. क्वचित प्रसंगी ग्रामीण भागातील व्यक्ती पिवळ्या रंगाचाही उल्लेख करतील. ग्रामीण भागात घरांना रंग द्यायला ‘पिवळी माती’ वापरतातच की ! हे सारे रंग मातीचे आहेत खरे, पण जर मी तुम्हांला “मातीचा रंग इंद्रधनुष्यप्रमाणे असतो” असं म्हटलं तर ...

तर कदाचित तुमच्या भुवया उंचावतील अथवा मी काही तरी मजा करतो आहे या भावनेनं तुम्ही माझ्याकडे पहाल. पण मी म्हणतो त्याला “सबळ पुरावा” आहे !

निळा अन् तांबडा लिटमस पेपर आपल्याला ठाऊक आहेच. आम्लात निळा लिटमस तांबडा होतो हे सांगताना आमचे सर “अनिता” अशा लघुरुपाचा मजेनं वापर करायचे अन् आम्लारीत तांबडा लिटमस निळा होतो यासाठीचे लघुरूप करायला

आमच्यावरच सोपवायचे. क्षारांच्या द्रावणात या पेपराचे रंग मात्र अजिबात बदलत नाहीत. आता थोडी कृती करू.

थोडी, चमचाभर माती घ्या-परीक्षानळीत वा छोट्या बाटलीत. त्यात थोडे पाणी घाला. मिश्रण हलवा अन् पाच दहा मिनिटांनी गाळण कागदाने गाळून घ्या. मिळालेल्या द्रावणात तांबड्या रंगाचा pH पेपर बुडवा. pH पेपरच्या रंगाच्या बदलाची नोंद घ्या. होता कोणता अन् कोणता झाला ! pH पेपरच्या पाकीटावर दाखवलेल्या रंगपट्टीबरोबर तो ताडून पहा. योग्य रंगापाशी असलेला क्रमांकही नोंदवा.

निरनिराळ्या ठिकाणच्या मातीवर असाच प्रयोग करा. अन् रंगपट्टीबरोबर ताडून पहा. एक खरे, ते मातीचेच कशावरून ?

मातीच्या द्रावणाची आम्लता मातीमधल्या हायड्रोजनच्या आयनांच्या संख्येवर अवलंबून असते. आयन म्हणजे विद्युत प्रभार असणारे अणू. वास्तविक अणू

हा विद्युत दृष्ट्या उदासीन म्हणजे त्याच्या केंद्रकात जितका धनप्रभार तितकाच ऋण प्रभार केंद्रकाभोवती. पण हा ऋण प्रभार दिल्याने अथवा घेतल्याने अणूवर प्रभार येतो म्हणजे अणूचे आयनात रूपांतर होते. हायड्रोजनच्या धनआयनांची संख्या जितकी जास्त जितके मातीचे द्रावण, म्हणजे माती, आम्लधर्मी. त्यातील हायड्रोजनच्या आयनांची संख्या लिहायला अन् वाचायला फारच किचकट बनते म्हणून त्या संख्येचा लॉग घेतला जातो. लॉग म्हणजे एखादी संख्या १० चा कितवा घात आहे हे सांगणे.

$pH = -\log H^+$ - (हायड्रोजनच्या धन आयनांच्या संख्येचा लॉग)

आम्लतेच्या विचाराबरोबरच द्रावणांच्या



आम्लारी धर्माचाही विचार स्वाभाविकच उत्पन्न होतो. द्रावणातील H^+ आयनांना विरोध करण्याची क्षमता असं म्हणता येईल आपल्याला त्याबाबतीत. आपल्या रंगपट्टीवर ० ते १४ च्या दरम्यानचे अंक आहेत. शुध्द पाण्याचा pH सात असतो. पाण्यात H^+ व OH^- चे आयन जवळजवळ संख्येने सारखेच आहेत म्हणून शुध्द पाण्याइतका pH असलेले द्रावण उदासीन मानले जाते. pH ची सात पेक्षा कमी किंमत ही द्रावणाची अधिकाधिक आम्लता व्यक्त करते तर सात पेक्षा अधिक किंमत आम्लधर्मातील कमीपणा अथवा सोप्या शब्दात आम्लारीधर्म प्रकट करते. अर्थात pH म्हणजे संख्येचा लॉग बघितला जात असल्याने प्रत्येक अंक १० च्या घाताच्या पटीत बदलतो म्हणजे ज्या पाण्याचा pH सहा आहे त्या पाण्याची आम्लता, pH सात असणाऱ्या पाण्याच्या १० पट किंवा pH पाच असणाऱ्या पाण्याच्या १/१० पट आहे.

pH मधल्या अक्षराचा अर्थ ठाऊक आहे का तुम्हाला? P म्हणजे Potential या शब्दातले पहिले अक्षर Potential म्हणजे सामर्थ्य. सोरेन सोरेनसन याने ही संकल्पना रुढ केली. आपण ज्या pH पेपरच्या साहाय्याने ही आम्लता मोजतो आहोत ती अगदी अचूकपणे मोजली जात नाही. त्यासाठी आता वेगवेगळी इलेक्ट्रॉनिक साधने देखील निर्माण झाली आहेत.



काय उपयोग pH चा ?

आपल्या रक्ताचा pH हा सामान्यतः ७.४ इतका असतो म्हणजे रक्त हे किंचित का होईना आम्लारीधर्मी ! जर याचा pH जाणवण्या-इतपत कमी झाला तर आपल्या आरोग्याला ते अपायकारकच असते. जाणवण्याइतपत असे म्हणावयाचे कारण म्हणजे आपल्या शरीरातही pH स्थिर ठेवण्यासाठी आणखी यंत्रणा आहेतच. जठरातील रसाचे pH दीड ते दोन यांच्या दरम्यान असताना पेप्सीन हे रासायनिक द्रव्य अधिक कार्यक्षम राहते. पिण्याच्या पाण्याचे शुध्दीकरण, साखर उद्योग, सांडपाण्यावरच्या प्रक्रिया, विद्युत विलेपन, औषधांची क्रियाशीलता, सौंदर्यप्रसाधने अशा क्षेत्रात pH चे महत्त्व मोठेच आहे. माती परीक्षा तर pH शिवाय होऊच शकत नाही. अर्थात माणसाच्या

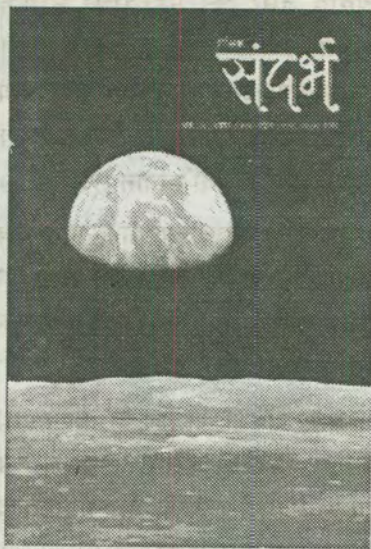
बाबतीत जसा pH महत्त्वाची भूमिका बजावतो तसेच त्याचे महत्त्व मनुष्येतर प्राण्यांमध्येही आहे. मनुष्येतर प्राण्यांच्या रक्ताचा pH मर्यादितपेक्षा कमी जास्त झाला तर प्राणी खंगतात अथवा मरतात सुध्दा.

आजकाल महत्त्वाच्या मानल्या गेलेल्या पर्यावरण प्रदूषणाच्या संदर्भातही पाणी अन् वायूंच्या द्रावणांच्या pH चा विचार प्राधान्याने केला जातो.

अर्थात द्रावणांच्या pH वर तापमानाचा परिणाम होतच असतो. द्रावणांच्या आयनीभवनाची म्हणजे आयननिर्मितीची प्रक्रिया तापमानावर अवलंबून असल्याने pH च्या किमतीत फरक पडतो. अर्थात तितक्या तपशीलात आत्ताच कशाला विचार करा ! लिटमसपेपर, pH पेपर बनवतात कशाचे व कसे असा प्रश्न सारे वाचून तुम्हाला पडलाच असणार ! त्याबद्दल पुन्हा कधीतरी ❖

लेखक : नागेश मोने, वाई येथे विज्ञान वाचनालय चालवितात. द्रविड हायस्कूल येथे अध्यापन करतात.





हिंदी संदर्भ

‘एकलव्य’ ही मध्यप्रदेशातील शालेय शिक्षणामध्ये सुधारणा घडवून आणण्यासाठी सतत कार्यरत असणारी संस्था आहे. त्यांच्यातर्फे चालविले जाणारे ‘शैक्षिक संदर्भ’ हे एक शैक्षणिक-विज्ञान आशयाचं हिंदी ‘द्वैमासिक’ आहे. त्याच्या प्रत्येक अंकामध्ये विविध विषयांवरील मनोरंजक लेख वाचायला मिळतात. हिंदी भाषक मित्रांसाठी अनमोल असं ज्ञानसाधन!

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी रुपये ५० आहे. वर्गणी मनिऑर्डर अथवा बँक ड्राफ्टद्वारा

(एकलव्यच्या नावे) पुढील पत्त्यावर पाठवावी. एकलव्य, ई-१/२५, अरेरा कॉलनी, भोपाल, मध्यप्रदेश पिन - ४६२०१६



‘पालकनीती’

पालकत्वाला वाहिलेले मासिक

■ वार्षिक वर्गणी रु. १००/-

■ आजीव वर्गणी रु. १०००/-

चेक / ड्राफ्ट ‘पालकनीती परिवार’ नावाने काढावेत.

पालकनीती परिवारचे उपक्रम

- पालकनीती मासिक
- माहितीघर
- खेळघर
- सल्ला केंद्र
- शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिक
- सामाजिक पालकत्व पुरस्कार

शून्याच्या पाठीमागे

ऋण संख्या ही संकल्पना समजणं हे अवघडच मानलं जातं. ही संकल्पना आली तरी कशी आणि कधी हे या लेखात जाणून घेऊ या.

लेखक : मार्टिन गार्डनर • अनुवाद : नीलिमा सहस्रबुध्दे

लहान मूल बोलायला शिकतं तेव्हा त्याच्या सुरुवातीच्या शब्द संपत्तीमध्ये अंक हे असतातच. चिऊ काऊ आणि मनीमाऊ इतकीच 'एक' 'दोन' ही नावं ओळखणंही आवश्यकच असतं. प्राचीन काळच्या आपल्या पूर्वजांनाही असाच अनुभव आला असणार. मोजणी करण्यासाठी ज्या अंकांना नैसर्गिक संख्या म्हटलं जातं त्यांना नाव देणं हे अगदी सुरुवातीलाच अत्यावश्यक ठरलं असणार.

या 'मोजणी' पासून फार दूरवरच्या टोकाला पोचलेल्या भयंकर, अमूर्त गोष्टींनाही आजचे गणितज्ञ 'संख्या' असंच म्हणतात.

'संख्या' संकल्पनेचा अर्थ विस्तारण्याची पहिली पायरी म्हणजे अपूर्णांकांना संख्या समजलं जाणं. निसर्गामध्ये बऱ्याचशा गोष्टी पूर्णांक स्वरूपातच अनुभवता येतात. नदी, गाय, चंद्र, तारे इ. पण अर्ध संत्र किंवा १५ गुरांच्या एक तृतीयांश हेही समजायला सोपं आहे.

पुढची पायरी म्हणजे ऋण संख्यांचा स्वीकार. हा मात्र भीतीदायक वाटतो. जवळजवळ १७ व्या शतकापर्यंत गणितज्ञांनी त्याचा सहज स्वीकार केलेला नव्हता. अजूनही अनेकांना ही संकल्पना त्रास देते. ही कविताच बघा ना -

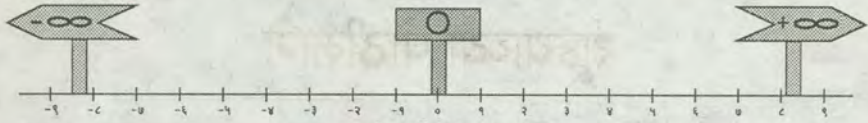
Minus times minus equals plus.
The reason for this
We need not discuss.

वजाबाकी करायला येणं आणि ऋण संख्यांची संकल्पना समजणं यातला फरक ध्यानात घ्यायला हवा. एखादा गुराखी किंवा लहान मूलही दहा गार्यांमधून सहा गायी सहज घालवू शकतं. पण 'उणे गाय' ही कल्पना भुतापेक्षा भयंकर आहे. 'गाय नसणे' हे एकवेळ ठीक, पण 'उणे गाय' असणे फारच अशक्य! एका गायीतून एक गाय कमी झाली तर काही उरत नाही. पण एका गायीमध्ये 'उणे गाय' मिळवून दोन्ही नाहीशा होतात हा काय प्रकार आहे ?

ऋण अनंताकडे

शून्य

धन अनंताकडे



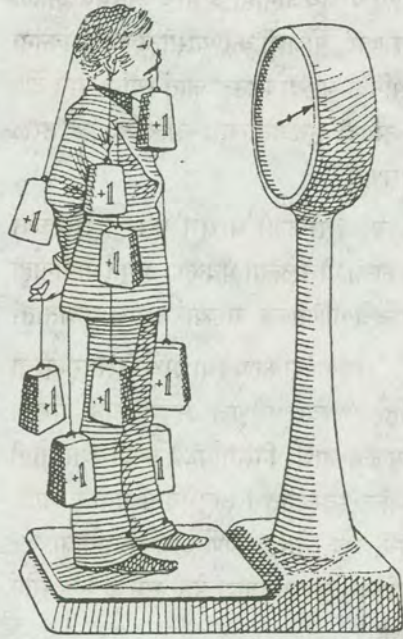
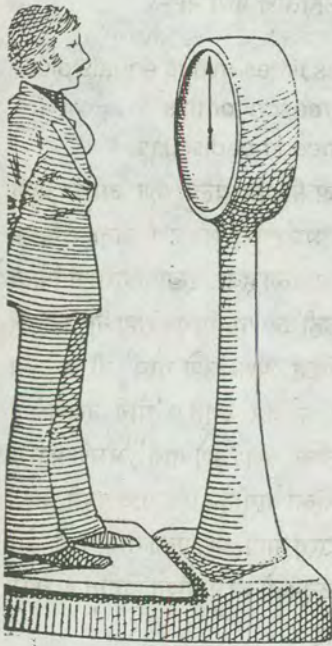
पूर्णाकाची संख्यापट्टी

असंच काहीसं प्राचीन काळातल्या ग्रीकांना ऋण संख्यांबद्दल वाटत असे. त्यांना भूमिती अतिशय आवडत असे. गणिती संकल्पना म्हणजे आकृत्या काढून दाखविता येणाऱ्या संकल्पना असे त्यांचे गृहीत होते. संख्या म्हणजे मोजणीसाठी वापरले जाणारे अंक आणि पाटीवर ठिपक्यांनी दाखविता येतील असे अपूर्णाक होते. ग्रीकांच्या मूळच्या बीजगणितामध्ये शून्य किंवा ऋण संख्या

नव्हत्या. 'एक' ही सुद्धा संख्या मानणं खरं तर त्यांना मंजूर नव्हतं. कारण अनेकत्व मोजण्यासाठीच हे एकक होतं.

इथे हे नीट लक्षात घ्यायला हवं की या वृत्तीमागे मुख्यतः भाषा वापरण्यातला वेगळेपणा होता.

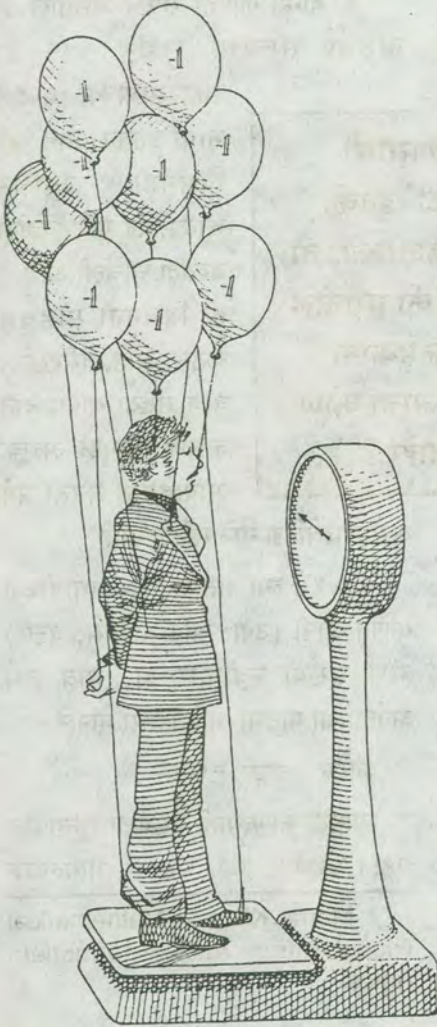
$(१० - ४) (८ - २) = (१० \times ८) - (४ \times ८) - (१० \times २) + (४ \times २)$ हे ग्रीक गणितज्ञांना माहित होतं. हे समीकरण



ओळखणं म्हणजेच एक प्रकारे धन व ऋण संख्यांचे (किंवा चिन्हांचे) नियम समजणं होतं. दोन सारख्याच चिन्हांच्या संख्यांचा गुणाकार धन असतो व दोन विरूद्ध

चिन्हांच्या संख्यांचा गुणाकार ऋण असतो. फक्त '-क्ष' याला ते संख्या म्हणत नसत. काढून घेतल्या जाणाऱ्या संख्येची ती फक्त खूण (Symbol) होती.

तुम्ही दहातून दोन फळं घेऊ शकता. पण दोनातून दहा फळं घेणं हा मूर्खपणाच नाही का? $४क्ष + २० = ४$ यामध्ये क्ष ची किंमत -४ येते हे त्यांना माहीत होतं. म्हणूनच अशी समीकरणं लिहिणं त्यांना मान्य नव्हतं. कारण त्याचं उत्तर 'संख्ये'मध्ये येत नसे. याच कारणामुळे $(n)^2$ या संख्येचे '-n' हे वर्गमूळ बरोबर मानलं जात नसे.



कसे कोण जाणे, बाबिलोनियाचे लोक ग्रीकांपेक्षा सहजपणे ऋण संख्या वापरत. प्राचीन काळी चिनी लोक बांबूच्या काठ्या वापरून वेगाने गणिते करत. धन संख्यांना लाल रंगाच्या व ऋण संख्यांना काळ्या रंगाच्या काठ्या. हेच रंग पुढे संख्या लिहितानाही वापरत. ख्रिस्तपूर्व २०० ते ख्रिस्तानंतर २०० या काळातल्या प्रसिद्ध चिनी ग्रंथामध्ये ऋण संख्यांचा पहिला लिखित उल्लेख आढळतो. मात्र इथे चिन्हांचे नियम किंवा उणे वर्गमूळ यांचा उल्लेख नव्हता. शून्य आणि ऋण संख्या वापरून पद्धतशीर बीजगणित सातव्या शतकापर्यंत विकसित झालं नव्हतं.

सातव्या शतकात भारतीय गणितज्ञांनी प्रथमच जमाखर्च किंवा कर्जाच्या रकमेच्या गणितांमध्ये ऋण संख्या वापरल्या. त्यांनी

पहिल्या प्रथम शून्याचा आधुनिक पद्धतीनं वापर चालू केला. शिवाय ऋणसंख्या लिहिताना टिंब किंवा संख्येच्या डोक्यावर छोटा गोल काढणं अशा खुणाही त्यांनी वापरल्या. चिन्हांचे नियम त्यांनी स्पष्टपणे मांडले. तसेच प्रत्येक धन संख्येला दोन वर्गमुळे असतात - एक धन आणि एक ऋण-हेही त्यांनी मांडले.

असेल तर त्याला संख्या म्हणणं हा मूर्खपणा होय असं पास्कल म्हणत असे.

पास्कलचा मित्र अर्नॉल्ड अँटोइन यानं ऋण संख्यातली विसंगती अशी दाखवली आहे :

$$\text{जर } \frac{-१}{१} = \frac{१}{-१}$$

ही दोन्ही गुणोत्तरे समान असतील तर मोठ्या संख्येचा लहान भाग हा लहानसंख्येच्या मोठ्या

भागा इतका आहे. ही विसंगती प्रबोधन काळातील गणितज्ञांनी बरेचदा चर्चिली आहे.* ही विसंगती सोडवणं कठीण आहे, तरीदेखील ऋण संख्या वापरल्यात कारण त्यामुळे अचूक आकडेमोड करता येते

एका माणसाची 'पर्सनॅलिटी' इतकी 'निगेटिव्ह' होती की, तो घरात आला की घरातील मंडळी एकमेकांना विचारीत "आत्ता कोण गेलं घराबाहेर?"

असे लाइबनिझ याने म्हटले आहे.

१७-१८ व्या शतकातील आघाडीच्या गणितज्ञांनी (उदा. जॉन वॉलिस, युलर) ऋण संख्या स्वीकारल्या, मात्र त्या अनंतापेक्षा मोठ्या आहेत असे मानले.

$$\text{कारण } \frac{a}{0} = \infty$$

त्यामुळे कोणत्याही संख्येला शून्यापेक्षा लहान संख्येने, उदा. -१००, भागल्यास

* Morris Kline in Mathematical Thoughts from Ancient to modern Times

प्रबोधन काळातील युरोपमधील गणितज्ञांना देखील ग्रीकांप्रमाणेच ऋण संख्यांबद्दल साशंकता होती. अर्थात ही साशंकता संकल्पना समजण्याबद्दल नसून त्या कोणत्या नावाने वापरल्या याबद्दल होती. या वेळच्या बीजगणितामध्ये ऋण वर्गमूळ काढण्याबद्दल अचूक माहिती होती. मात्र त्याला 'कल्पित मूळ' म्हटलं जाई. समीकरणांमध्ये ऋण संख्यांचा वापर अचूकपणे होई पण शून्यापेक्षा लहान किंमत असेल तर तिला 'संख्या' म्हटले जात नसे.

१७ व्या शतकापर्यंत काही थोड्या धाडसी गणितज्ञांनी ऋण संख्यांना संख्या म्हणायला सुरवात केली. पण त्याला विरोधच झाला. अनेकदा आघाडीच्या गणितज्ञांकडून. देकार्तनं ऋण वर्गमुळांना खोटी मुळं म्हटलंय. शून्यापेक्षा कमी किंमत

अनंतापेक्षा मोठी संख्या नाही का येणार ?

बेरीज आणि वजाबाकीची चिन्हे प्रबोधन काळात अनेकदा बदलली. आज प्रचलित असलेली चिन्हे पंधराव्या शतकात जर्मनीमध्ये गोदामात ठरलेल्या मोजमापापेक्षा जास्त माल आहे की कमी हे दाखवण्यासाठी प्रथम वापरली गेली होती. सोळाव्या शतकाच्या सुरवातीला ही चिन्हे जर्मन व डच बीजगणित तज्ज्ञांनी बेरीज व वजाबाकीसाठी वापरली. लवकरच इंग्लंडमध्ये ही पद्धत आली. इंग्लंडचा राजा सहावा एडवर्ड व राणी मेरी यांचा डॉक्टर रॉबर्ट रिक्टॉर्डे याने १५४१ मध्ये लोकप्रिय गणिताबद्दल लिहिलं, तेव्हा ही चिन्हं वापरली, मात्र बेरीज वजाबाकीसाठी नव्हेत, '+ हे चिन्ह आधिक्य दाखवते.'

‘-चिन्ह कमतरता दाखवते.’

असं स्पष्टीकरण त्यानं दिलं आहे. पुढच्या एका पुस्तकात = हे चिन्ह त्यानं 'समान' दाखवण्यासाठी वापरलं. कारण दिलं आहे 'यापेक्षा जास्त समान कोणत्या दोन गोष्टी असतील?'

अठराव्या शतकात ऋण संख्यांचा बीजगणितात वापर 'उणे चिन्ह' वापरून होऊ लागला. तरीही बरेच गणितज्ञ अजून गोंधळातच होते. त्यांच्या पुस्तकांमध्ये चिन्हांच्या नियमांबद्दल लंबेलांब स्पष्टीकरणं असत. दोन उणे संख्यांचा गुणाकार करावा लागू नये, म्हणून समीकरणांची पुनर्मांडणी करण्यातही ते टोकाला जात.

ऋण संख्या न वापरता बीजगणित करणार तरी कसं? एक तर वस्तूची किंमत किंवा संख्या ऋण येणार नाही अशी काळजी घ्यावी लागेल. शिवाय माहीत नसलेल्या संख्येची किंमत ऋण येऊ नये अशाच पद्धतीनं समीकरण मांडावं लागेल.

उदा. हे गणित पाहू. ४० वर्षांची आई तिच्या २२ वर्षांच्या मुलीच्या दुप्पट वयाची कधी असेल?

आपण अशी मांडणी करू शकतो.

$$४० + X = २(२२ + X)$$

$$\text{यावरून } X = -४$$

म्हणजे ४ वर्षांपूर्वी आई मुलीच्या दुप्पट वयाची (३६) होती

पण अठराव्या शतकातल्या गणितज्ञाला ऋण संख्या नकोशा वाटत असल्या तर त्याने हेच समीकरण $४० - X = २(२२ - X)$ असे मांडून उत्तर काढले असते.

आजच्या सारखीच पूर्वीही बीजगणिताच्या सुरवातीलाच अडखळण्याची जागा होती. ती म्हणजे ऋण संख्यांचा गुणाकार धन कसा होतो हे समजावून घेणं.

धन संख्यांच्या बाबतीत सोपं असतं. टोपलीत तीन वेळा संत्र्यांच्या जोड्या टाकल्या तर तिथे सहा संत्री होतील. काहीवेळा नुसत्या ऋण 'संख्या' समजणं फार अवघड जात नाही. एकदा ऋण संख्या मान्य केल्यावर तीनवेळा ऋण संत्र्यांच्या जोड्या

टोपलीत टाका. आता सहा ऋण संत्री तिथे असतील. पण ऋण संत्र्यांच्या जोडीला उणे तीनने गुणायचं म्हणजे काय करायचं? आधी तुमच्याकडे शून्यापेक्षा दोन कमी संत्री आहेत. त्यावर पुन्हा काहीतरी 'ऋण/उणे' क्रिया करायची आणि त्यानंतर त्यातून सहा (खरी) संत्री कुठून येतील? जादूमुळे ?

संख्यापट्टीवर हे समजावून सांगणं नव्याने शिकणाऱ्यांना फारसं उपयोगी पडत नाही. शून्याच्या उजवीकडे एक एकक अंतरावर धन पूर्णांक आणि डावीकडे ऋण पूर्णांक दाखवणं सोपं आहे.

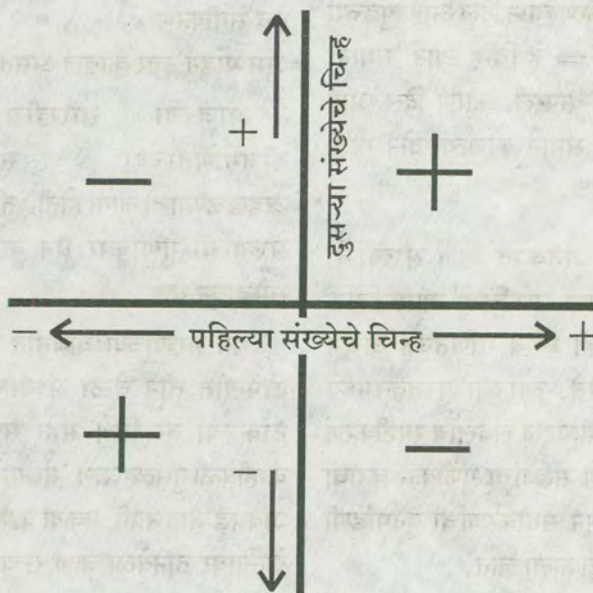
बेरीज म्हणजे उजवीकडे जाणं आणि वजाबाकी म्हणजे डावीकडे जाणं.

दोनला तीनने गुणण्यासाठी आपण एकावेळी दोन घरं उजवीकडे जातो आणि असं तीनवेळा केल्यानंतर सहावर पोचतो.

उणे दोनला तीनने गुणायचं तर एकावेळी दोन घरं डावीकडे असं तीन वेळा करायचं. आता आपण उणे सहावर आलो. पण उणे दोन गुणिले उणे तीन कसं करायचं?

प्राचीन काळच्या गणितज्ञांना ही संकल्पना खुळचटपणाची वाटली तर ते ठीकच समजावं लागेल. खरोखरीच ही प्रक्रिया समजणं हे संख्या संच आणि संख्याक्षेत्र (rings & fields) यांची व्याख्या होईपर्यंत अवघडच होतं. अर्थात ह्याबद्दल इथे स्पष्टीकरण देता येणार नाही. एवढं नक्की

ऋणसंख्यांचा गुणाकार



की जेव्हा शून्य आणि ऋण संख्यांना संख्या म्हणून स्वीकारलं गेलं तेव्हा त्यांनी शक्यतो जुन्या संख्यांसारखंच वागावं अशी गणितज्ञांची अपेक्षा होती.

जुन्या गणितामध्ये वितरण नियम (distributive law) हे महत्त्वाचं गृहीत होतं.

$$a(b+c) = ab + ac$$

उदाहरणार्थ :

$$२(३+४) = (२ \times ३) + (२ \times ४)$$

इथे दोन आणि तीन ऐवजी उणे दोन आणि उणे तीन घेतलं तर?

$$-२(-३+४) = (-२ \times -३) + (-२ \times ४)$$

आता 'दोन उणे संख्यांचा गुणाकार धन येतो हे गृहीत धरलं तरच वरील नियम बरोबर ठरेल. तसे न धरल्यास

$-२ = -१४$ असे विसंगत समीकरण येईल.

आधुनिक गणितानुसार पूर्णांक हे बेरीज, वजाबाकी व गुणाकारासाठी एक रिंग तयार करतात. याचा अर्थ असा की कोणत्याही पूर्णांकांची (धन किंवा ऋण पूर्णांकांची) बेरीज-वजाबाकी किंवा गुणाकार केल्यास त्याचे उत्तर (धन किंवा ऋण) पूर्णांकच येते. धन पूर्णांकाचे सर्व नियम ऋण पूर्णांकासाठीही सुसंगत ठरतात. (भागाकारासाठी मात्र उत्तर अपूर्णाकात येऊ शकते. अपूर्णांक या रिंगवर नसतात.) म्हणजे 'दोन ऋण संख्यांचा गुणाकार धन येतो असे सिद्ध करता येते' असे म्हणता येणार नाही. धन संख्यांचे नियम ऋण

संख्यांनीही पाळावेत म्हणून हे गृहीत धरावे लागते.

$-२ \times -३ = ६$ हे सिद्ध करता आलं नाही तरी चिन्हांचे नियम प्रत्यक्ष दाखवता येतात. संख्यापट्टीवर दोन विरूद्ध दिशा गृहीत धरल्या तर हे नियम खरे ठरतात. उदा. उजवी-डावी, वर-खाली, पूर्व-पश्चिम, पुढे-मागे (घड्याळाच्या दिशेने - घड्याळ्याच्या उलट) नफा-तोटा आणि कितीतरी ... याच उपयोगांमुळे चिन्हांकित संख्यांना सदिश संख्या म्हणतात.

अशा उदाहरणांना नियम लावण्यापूर्वी संख्यांची किंमत आणि क्रिया हे दोन्ही वेगवेगळे समजायला हवेत. विशेषतः चिन्हांकित किंमतीला ऋण संख्येने गुणताना.

धन किंवा ऋण किंमत 'न' वेळा घेणं हे समजू शकतं पण '-न' वेळा कशी घेणार ? अशी गूढ क्रिया करण्यापेक्षा ती दोन टप्प्यात करणं सोपं जातं -

१. न वेळा घेणे

२. उत्तर हे शून्याच्या विरूद्ध दिशेला नेणे. संख्या रेषेवर शून्याच्या जागी आरसा आहे असे समजले तर चिन्ह उलट करण्यासाठी उत्तराचे आरशातील प्रतिबिंब घेता येते.

उदाहरणार्थ : -२×३ .

समजा आपण उणे दोनवर आहोत. तीनने गुणण्यासाठी उणे दोन तीन वेळा घेऊन आपण उणे सहावर येतो.

उदाहरणार्थ : २×-३

जर आपण दोन वर आहोत आणि उणे तीनने गुणायचे आहे. आधी दोन हे तीनवेळा घेऊन नंतर दिशा उलट (विरुद्ध) करायची म्हणजे आधी सहावर जाऊन, चिन्ह विरुद्ध केल्यावर शेवटी उणे सहावर उत्तर मिळते.

$$\text{उदाहरणार्थ : } (-2) \times (-3)$$

उणे दोन गुणिले उणे तीन करायचे असेल तेव्हा आधी उणे दोन तीन वेळा म्हणजे उणे सहा आणि नंतर विरुद्ध चिन्ह केल्यावर उत्तर मिळेल सहा.

संख्या रेषेवर ही गणिते म्हणजे कसरत वाटेल. पण प्रत्यक्ष घटनांच्या संदर्भात हे सोपे जाते.

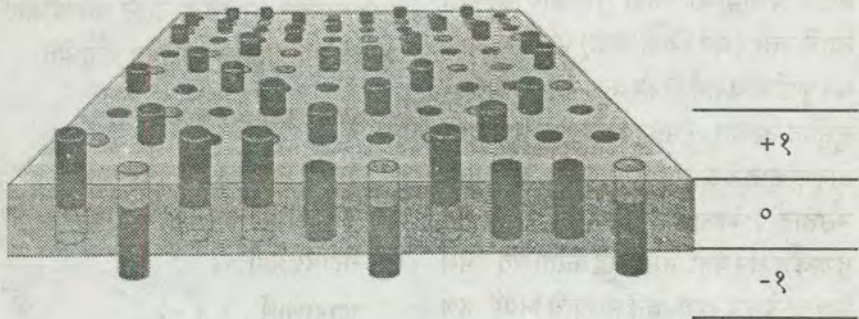
उदाहरणार्थ, एका माणसाला रोज १० रूपये तोटा होतो. भविष्यकाळ धन चिन्हाने व भूतकाळ ऋण चिन्हाने दाखवला तर ...

तीन दिवसानंतर त्याच्याकडे $(3 \times -10) = -30$ रू. असतील म्हणजे ३० रू. तोटा झाला असेल.

तीन दिवसांपूर्वी : $(-3 \times -10) = 30/-$ त्याच्याकडे आजच्यापेक्षा ३०/- रू जास्त होते. अशीच उदाहरणे - हौदातील पाण्याची कमी होणारी पातळी, उराविक वेगाने जाणारा कोळी इ. घटनांमध्ये घेता येतील. कमी आणि जास्त होणारे वजनही असाच गुणधर्म आहे.

धन आणि ऋण संख्यांवरील क्रिया दाखविण्यासाठी एक अगदी सोपे मॉडेल इथे दाखविले आहे. १ सें.मी. जाडीचा चौरस फळा, त्यावर १० ठिपके १० ओळी अशी भोके पाडली आहेत. या भोकांमध्ये बसणाऱ्या छोट्या खुंट्या तीन पद्धतींनी त्यात बसवता येतात

- फळ्यावर दिसणाऱ्या (+१).
- भोकात बसलेल्या (०) आणि फळ्याखाली असलेल्या (-१)
- सर्व खुंट्या भोकात असताना किंमत 'शून्य' असेल.



१. 'न' मिळवण्यासाठी :

'न' खुंट्या वर काढायच्या

२. 'म' वजा करण्यासाठी : म खुंट्या खाली ढकलायच्या. त्यासाठी आधी वर असलेल्या खुंट्या खाली ढकलून भोकात बसवायच्या. तरीही आणखी काही वजा करायचे राहिले असतील तर भोकामध्ये बसवलेल्या खुंट्या खाली ढकलाव्या.

३. गुणाकारासाठी : फळ्यावरची असलेली स्थिती तितक्या ठराविक वेळा पुन्हा पुन्हा आणायची.

४. ऋण संख्येने गुणण्यासाठी : आधी धन किंमतीने गुणून नंतर फळा उलट करून ठेवायचा.

आज ऑरिस्टॉटल जिवंत असता आणि आधुनिक बीजगणित त्याने अभ्यासले असते, तरीही कदाचित 'एकपेक्षा मोठ्या' अंकांनाच त्याने संख्या म्हणून मान्यता दिली असती. कारण सर्वच कृत्रिम संख्या या नैसर्गिक संख्यांच्या वेगवेगळ्या रचनांमध्ये वेगळ्या नाहीतच. ❖

अनुवाद : नीलिमा सहस्रबुद्धे, पालकनीती संपादक गटात सहभागी. पालकनीतीचे माहितीघर चालवितात.

आभार : 'सायंटिफिक अमेरिकन'. जून १७ च्या अंकातील 'मॅथेमॅटिकल गेम्स' या सदरातील काही भागाचा अनुवाद.

मार्टिन गार्डनर

सध्या ८५ च्या घरात असलेले मार्टिन गार्डनर २० व्या शतकातील सर्वात बुद्धिमान व्यक्तींपैकी एक मानले जातात. त्यांनी जवळजवळ ३० वर्षे 'सायंटिफिक अमेरिकन' या नियतकालिकात गणिती खेळांवर एक स्तंभ लिहिला. या स्तंभामुळे त्यांना जागतिक पातळीवर लोकप्रियता मिळाली. पण त्यांनी कोणत्याही प्रकारे गणिताचे शिक्षण घेतलेले नव्हते. एक सुप्रसिद्ध बुद्धिवादी म्हणून नावाजल्या गेलेल्या गार्डनर यांच्याकडे कोणत्याही विषयातील डॉक्टरेट नाही, की त्यांनी कोणत्याही शैक्षणिक संस्थेत कधी काम केलेले नाही. पण त्यांचे विज्ञानावर मनापासून प्रेम आहे आणि त्यांनी लिहिलेली अनेक विज्ञानविषयक पुस्तके जगभर प्रसिद्ध आहेत.

गार्डनर यांना 'सायंटिफिक अमेरिकन' मधून निवृत्त होऊन १५ पेक्षा जास्त वर्षे होऊन गेली आहेत. पण त्यांचा लेखनाचा वेग दिवसेंदिवस वाढतच आहे. आजतागायत त्यांची ६० पेक्षा जास्त पुस्तके प्रसिद्ध झाली आहेत आणि इतर अनेक प्रसिद्धीच्या मार्गांवर आहेत. ही सर्व पुस्तके विज्ञान, तत्वज्ञान, गणित, धर्म, अशा वेगवेगळ्या विषयांवर आहेत.

विज्ञानविषयक लिखाणाखेरीज, विज्ञानाच्या नावाखाली लोकांची फसवणूक करणाऱ्यांचे पितळ उघडे पाडण्याच्या कार्याला त्यांनी आपले जीवन वाहून घेतले आहे.

गुरुनानकांचा दोहा...

औरंगजेबाच्या तोंडी?



सुनीतीकुमार चटर्जी हे एक प्रसिद्ध भाषातज्ज्ञ होते. त्यांचा एक लक्षणीय लेख माझ्या वाचनात आला. त्यातून आपल्या इतिहासातील राजकीय, धार्मिक, सांस्कृतिक व भाषिक पैलूंवर प्रकाश पडतो. संदर्भच्या वाचकांना हा लेख आवडेल असे वाटले म्हणून त्याचे रूपांतर देत आहे.

लेखक : सी. एन. सुब्रमण्यम् • अनुवाद : श्रीनिवास पंडित

मुहम्मद साकी मुस्तअद हा औरंगजेबाच्या काळातील एक प्रसिद्ध इतिहासकार. 'मथाओर-ए-अलमगिरी' या त्याच्या पुस्तकात त्या काळातील समाज व शासन व्यवस्थेची खूप माहिती मिळते. इ.स. १६९० मध्ये औरंगजेबाचा मुकाम कृष्णेच्या किनारी होता. तेथे घडलेल्या एका घटनेचा वरील पुस्तकातील वृत्तांत असा आहे.

एके दिवशी सलाबतखान एका माणसाला औरंगजेबाच्या दरबारात घेऊन आला. तो माणूस औरंगजेबाला म्हणाला, "मी दूर बंगाल प्रांतातून आपला शिष्य बनण्यासाठी आलो आहे. माझी ही इच्छा पुरी करावी ही

विनंती" त्याचे बोलणे ऐकून बादशहा हसला. त्याने खिशातून शंभर रूपये तसेच सोन्या-चांदीची काही नाणी काढून सलाबतखानाला दिली व म्हणाला, "त्या माणसाला सांग. त्याची माझ्याकडून हीच अपेक्षा आहे, होय ना?" त्या बंगाली माणसाने ते पैसे वगैरे फेकून दिले व काही कळण्यापूर्वीच जवळून वाहणाऱ्या कृष्णेत उडी मारली. बादशहाने काही जणांना नदीत उतरवून त्या माणसाला बाहेर काढले. बादशहा आपल्या दरबान्यांकडे वळून म्हणाला "हा माणूस मूर्ख आहे. बंगालहून माझा शिष्य व्हायला आलाय!" त्यानंतर

त्याने एक हिंदवी दोहा
म्हणून दाखवला. तो
असा -

टपवी लिंडी बवरी दिंदि
खरे नलज ।

चवह खदन मवली
तव कल बनधी छज ॥

‘मआथीर’ मध्ये हा
दोहा (अर्थातच) फारशी

भाषेत दिला आहे. फारशी भाषेत (लेखनात)
मात्रांचा वापर एक तर केलाच जात नाही वा
विशिष्ट पद्धतीने केला जातो. वाचक
संदर्भानुसार (वाक्याच्या/शब्दाच्या
अर्थानुसार) मात्रा जुळवून वाचतो. अनेक
इतिहासकारांनी या दोह्याचा अर्थ लावण्याचा
प्रयत्न केला, परंतु अर्थ व वरील प्रसंग यांचा
कोणताच संदर्भ जुळोना. अखेरीस
औरंगजेबाचे चरित्रकार व प्रसिद्ध इतिहासकार
जदुनाथ सरकार यांनी या दोह्याचे लेखन अशा
प्रकारे केले :

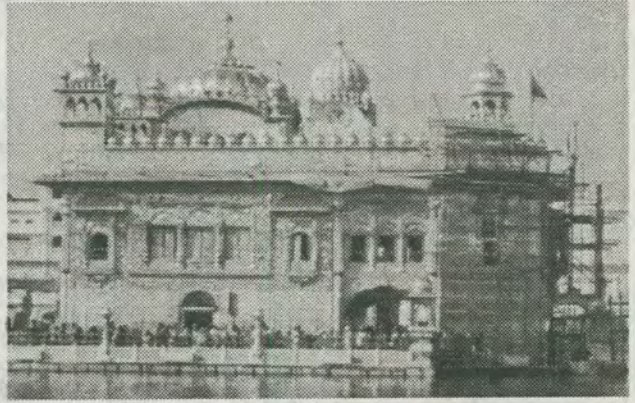
टोपी लेंदे बावरे हेंदे खरे निलाज ।

चूहा खादन मावली तू कल बंधे छज ॥

मराठीमध्ये याचे रूपांतर असे होईल:

‘अरे मूर्खा, तू टोपी घालून विहीर खणू
पाहतोयस? उंदरांनी तुझ्या घराचा पाया
पोखरलाय आणि तू घरावर मजला
चढवतोयस?’

तरीही त्या प्रसंगी औरंगजेब असे का
म्हणाला असावा हे स्पष्ट होत नाही.



सुनीतीबाबूनी या दोह्यावर बराच विचार
केला व त्याचा अर्थही लावला, पण तो
त्यांनाच समाधानकारक वाटला नाही.
दरम्यान ‘गुरु ग्रंथ साहिब’ मधील अशाच
आशयाचा एक दोहा त्यांच्या वाचनात
आला. तो दोहा असा :

‘कुल्हा देंदे बावरे सेंदे वडे निलज ।

चूहा खड ना मावई तिकली बंन्है छज ॥

अर्थात - मूर्ख (शिष्यांना) गंडा बांधतात
व निर्लज्ज तो बांधूनही घेतात, उंदीर बिळात
जाऊ शकत नाहीये, तरी त्याने पाठीला मोठं
सूप बांधून ठेवलंय ॥

आता या दोह्यांचा संदर्भ आपल्या लक्षात
येईल. औरंगजेबाला म्हणायचं होतं की
‘कुणीही गुरु बनू शकत नाही, जो स्वतःच
(भवसागर) पार करू शकत नाही, तो
दुसऱ्याला पार कसा करू शकेल?’ कदाचित
स्वतःच्या दुबळेपणाची जाणीव झाल्यामुळे
तो हे म्हणाला असावा.

आता सुनीतीबाबू विचारतात

गुरू ग्रंथसाहिब

गुरू ग्रंथसाहिब हा शिख धर्मियांचा एकमेव धार्मिक ग्रंथ आहे. याची रचना शिख धर्माचे संस्थापक व पहिले गुरू, गुरू नानक यांनी १५ व्या शतकाच्या मध्याला सुरू केली. त्यांनी याला 'आदिग्रंथ' असे नाव दिले. हिंदू धर्मात बोकाळलेल्या अनिष्ट रूढी, प्रथा व जातीयवादाला छेद देणारे व धार्मिक सुधारणेला चालना देणारे विचार समाजापुढे आणण्याचा हा एक प्रयत्न होता. आदिग्रंथ हे भारताच्या वेगवेगळ्या प्रांतातील संत व तत्त्वज्ञांच्या विचारांचे संकलन आहे. गुरू नानक यांनी आपल्या समकालीन संतांना व विचारवंतांना या ग्रंथासाठी लेखन पाठवण्याचे आवाहन केले होते व त्यातील निवडक लिखाणाचा यात समावेश करण्यात आला. आदिग्रंथात संत कबीर, संत नामदेव इ. अनेक संतांच्या रचना आहेत. या ग्रंथाचे अंतिम संकलन शिखांचे पाचवे गुरू, गुरू अर्जुन देव यांनी केले. दहावे गुरू, गुरू गोविंद सिंग यांनी आदिग्रंथाचे पुनर्लेखन केले आणि असे जाहीर केले, की आपल्यानंतर या ग्रंथालाच शिखांचा गुरू मानले जावे, प्रत्येक शिख धर्मियाने या ग्रंथाचे वाचन करावे आणि त्यातील शिकवण आचरणात आणावी. अशा तऱ्हेने १७०७ साली शिख धर्माच्या मानवी गुरूंची परंपरा खंडित करून आदिग्रंथाला 'गुरू ग्रंथसाहिब' या नावाने धर्मातील सर्वोच्च स्थान बहाल करण्यात आले. १७०७ नंतर या ग्रंथात कोणतीही नवीन भर घालण्यात आलेली नाही.

आभार : सुशील पाल, केंद्रीय विद्यालय (सदर्न कमांड, पुणे)

‘ग्रंथसाहिबमधील दोहा औरंगजेबाच्या तोंडी कसा आला?’

औरंगजेब शिखांचा कडूर वैरी होता, त्याने 'ग्रंथसाहिब' वाचला असणं शक्य नाही. किंबहुना, हा दोहा गुरूनानकांचा आहे असे त्याला माहित असते तर त्याने तो वापरलाच नसता. कबीर व रहिम यांनी रचलेले अनेक दोहे बोलीभाषेत आले आहेत, लोकांना तो कुणी रचला हे ठाऊकही नसते. तसाच हाही दोहा बोलीभाषेत आला असावा. पण तो

औरंगजेबापर्यंत पोचला कसा?

या प्रश्नांमुळे सुनीतीबाबूंची उत्सुकता जागी झाली, त्यांनी मुघल राजघराण्याच्या वापरातील भाषांचा अभ्यास केला. या घराण्यातील लोक कोणती भाषा वापरत असतील असे तुम्हाला वाटते?

या घराण्याचा संस्थापक बाबर हा तुर्क होता. तो बोलण्या-लिहिण्यासाठी तुर्की भाषेचा वापर करी. परंतु त्याचे वंशज भारतात स्थायिक झाल्यामुळे हळूहळू त्यांची मूळ

भाषा विसरून गेले. (औरंगजेबाचा मुलगा त्याला तुर्की शिकवणाऱ्या शिक्षकाला गुंगारा देऊन पळून जात असे याबद्दल औरंगजेबाने मुलाला पत्र लिहून नाराजी व्यक्त केली होती.)

मग ते कोणती भाषा वापरत असत? एक तर त्या काळातील दरबारी भाषा 'फारशी' त्यांनी आत्मसात केली. तसेच रोजच्या वापरासाठी व आपापसात संभाषणासाठी ते ब्रज व तत्कालीन खड्या बोलीचा वापर करू लागले. या आग्रा दिल्ली भागातील भाषा होत्या. बहिरामखानचा मुलगा 'अब्दुल रहीम' ब्रज भाषेतील सर्वोत्कृष्ट कवींमध्ये गणला जातो. अकबर बादशहाने त्याला स्वतःच्या मुलांप्रमाणे वाढवले. स्वतः अकबरानेही ब्रज भाषेत काव्य रचली आहेत.

मुघल राजपुत्र त्यांच्या वडिलांना काय हाक मारत, माहीत आहे? अब्बाजान नाही, तर बाबाजी. हे भाऊ एकमेकांना दादा वा भाई असे संबोधत.

पश्चिम भारतात या खडी बोलीचाच आणखी एक प्रकार अस्तित्वात होता. तो मुख्यत्वे साधू, सूफी संत, फकीर व संन्यासी लोक वापरत. या भाषेला त्याकाळी 'साधुककडी' बोली म्हणत. रईदास, दादू, कबीर, नानक (तसेच आपले तुकारामही) यांनी याच भाषेत दोहे व पदे रचून जनसामान्यांपर्यंत पोचवली.

आसपासच्या लोकांकडून मुघल राजघराण्यातील लोक ही भाषा शिकले व त्यामुळेच औरंगजेबाला हा दोहा माहीत झाला असा निष्कर्ष सुनीतीबाबू काढतात.

लिपी वाचनातील अडचणी

फारशी लेखनाप्रमाणेच मोडी लेखन वाचतानाही अनेक अडचणी निर्माण होतात. जलद लेखनासाठी मुख्यतः मोडी वापरली जाई. त्यामुळे अक्षरे आणि शब्द एकमेकांना जोडून लिहिले जातात. काना मात्रा वेलांतीही अक्षराच्या लपेटितच जोडलेल्या असतात. शब्द कोठे तोडावयाचा हे ठरविणे अवघडच असते.

उदाहरणार्थ, 'रस्त्यात नाच तमासे चालले होते' याऐवजी

रस्त्यात नाचत मासे चालले होते - असेही वाचता येईल.

असेच काही शब्द पुढे दिले आहेत - हळेबीड-दळेबीड, गोवनकोप-गोवनलोद, हुकेरी-मुकेरी-दुकेरी, हिपरगी-दिहरगी.

आभार : डॉ. मधुकर कुलकर्णी, मोडी लिपी परिचय

वरील भाषाव्यतिरिक्त राजघराण्यातील लोकांना संस्कृतचे थोडे फार ज्ञान असणे आवश्यक समजले जाई. सुनीतीबाबू लिहितात- घोड्यांची नावे फारशी व हत्तींची नावे संस्कृत ठेवण्याचा प्रघात होता. स्थानिक गोष्टींची नावे संस्कृत व इराण-अरबस्तानांहून आलेल्या गोष्टींची नावे फारशीत ठेवावीत असा विचार बहुधा त्यामागे असावा. या विषयावरील एक सुंदर उदाहरण सुनीतीबाबूंनी दिले आहे. एकदा एका राजपुत्राने औरंगजेबाकडे दोन नवीन जातींचे आंबे पाठवून त्यांचे नाव सुचविण्याची विनंती केली. औरंगजेबाने एका आंब्याचे नाव ठेवले 'सुधारस' तर दुसऱ्याचे 'रसना विलास'.

दोन्ही संस्कृत नावे आहेत. ❖

संदर्भ : S. K. Chatterjee, 'A verse by Guru Nanak in ADi Granth Quoted by Emperor Aurangazeb Alamgir# Select Papers Vol II PPH New Delhi 1979.

शैक्षिक संदर्भ अंक २० मधून साभार

लेखक - सी. एन. सुब्रह्मण्यम,
एकलव्यच्या सामाजिक अध्ययन शिक्षण कार्यक्रमात सहभागी.

अनुवाद : श्रीनिवास पंडित, पुणे येथील व्यावसायिक. शिक्षण व लेखनात रस. हौशी अनुवादक

आपण शैक्षणिक संदर्भसाठी काय करू शकता?

- हिंदी किंवा इंग्रजी लेखांचे अनुवाद करायला आपल्याला आवडेल काय? विज्ञानातील, किंवा इतर कोणत्या शाखेचे ?
- विज्ञान आणि शिक्षण यामध्ये आपला विशेष अभ्यास असेल तर त्याबद्दल आम्हाला कळवा, लेख पाठवा.
- आपण शिक्षक असाल तर आपल्याकडे अनुभवांचा अमोल साठा असेल. त्यातले वेचक अनुभव आमच्या वाचकांपर्यंत पोचवून एक नवी दृष्टी आपण देऊ शकता.
- आपल्या विद्यार्थ्यांना, मित्र - मैत्रिणींना शैक्षणिक संदर्भ स्नेहभेट म्हणून देऊ शकता.

कोणे एके काळी



ग्रीक लोककथांमध्ये प्रोमिथियस नावाचा एक नायक आहे. त्याने देवतांकडून अग्नी चोरून मानवाच्या हवाली केला होता. या गुन्ह्याची शिक्षा म्हणून त्याला एका पहाडावर साखळदंडाने खडकाला बांधून ठेवले होते. तेथे एक गिधाड रोज येऊन त्याला टोचत असे. या नायकावर ग्रीसमध्ये अनेक नाटके रचण्यात आली आहेत.

लेखक : कार्ल चॅपक
अनुवाद : रमेश महाले

साक्षी घेण्याचे दीर्घ अनुष्ठान संपन्न झाल्यावर आणि सर्वांनी आपले घसे साफ केल्यावर आजची असाधारण सभा ज्यासाठी घेतली होती, ती बैठक सुरु झाली. ही बैठक पवित्र जैतूनच्या बागेतील सावलीत भरली होती.

“महाशय”, एक डुलकी घेतल्यानंतर महासभेचे अध्यक्ष हायपोमीथियस म्हणाले, “या सर्वांनी आमचा अमूल्य वेळ नष्ट केला आहे. मला वाटते, मी पुन्हा तेच सांगण्याची गरज नाही. येथे आरोपी प्रोमिथियस, जो येथील एक रहिवासी आहे आणि ज्याला या

न्यायालयात बोलावण्यात आले आहे, त्याच्यावर आरोप आहे - अग्नीच्या शोधाचा आणि त्यानंतर अंऽऽ अंऽऽ सध्याच्या राज्य व्यवस्थेत आडकाठी आणण्याचा. स्वतःचा हा गुन्हा तो कबूल करीत आहे. एवढेच नव्हे तर तो असेही म्हणतो की तो वाटेल तेव्हा अग्नी निर्माण करू शकतो - अशा युक्तीने, ज्याला अग्नी प्रज्वलन म्हणतात. तिसरी गोष्ट म्हणजे, याने काय म्हणावे या आगीचा भडका उडविणाऱ्या दुर्घटनेवर अंधारही राहू दिला नाही याने -- सर्व काही प्रकाशात आणले, जाणूनबुजून. सांगायचेच होते तर कमीत कमी योग्य अधिकाऱ्याला तरी सांगायचे. परंतु याने अयोग्य लोकांनाच ही विद्या दिली, एवढेच नव्हे तर याने हा प्रकाश त्यांच्या स्वाधीन केला - त्यांच्या स्वतःच्या



वापरासाठी. आणि याला साक्षीदार आहेत हे सर्व लोक, ज्यांना आम्ही नुकतेच हजर केले आहे. बस एवढेच. मला वाटते की आपण याला गुन्हेगार घोषित करून शिक्षा जाहीर करावी.”

“क्षमा करा, अध्यक्ष महोदय,” एपोमीथियसने अडथळा आणीत म्हटले, “मला असे वाटते की, या खुल्या न्यायालयाचे महत्त्व लक्षात घेता या घटनेवर बोलू शकतील अशा आणखीही काही लायक व्यक्ती असतील. आपण एकमेकांशी विचारविनिमय करून, त्यांच्याशी सल्लामसलत करून, तसेच पुन्हा वादविवाद केल्यावरच आपला निकाल जाहीर करावा.”

“जशी आपली इच्छा महाशय,” त्रेत्रीपूर्ण पध्दतीने हायपोमीथियसने आपली होकारात्मक मान हलविली. “वास्तविक मामला अगदी स्वच्छ आहे. परंतु आपणांपैकी कोणाला आपला सल्ला द्यायची इच्छा असेल तर बेलाशक....”

“मी काही गोष्टी लक्षात आणून देण्याचे धाडस करीन”. ट्रायब्यूनलचे एक सदस्य एमीथियसने हळूच खोकत म्हटले, “माझ्या मते, या सर्व प्रकरणाच्या एका पैलूवर जास्त भर द्यायला पाहिजे. महाशय, मी येथे धार्मिक पैलूविषयी बोलतो आहे. मी आपणाला विचारतो की, हा अग्नी म्हणजे काय ? ही पेटलेली ज्वाला काय आहे ? स्वतः प्रोमीथियसने कबूल केले आहे, की ही एक वीज आहे, बाकी काही नाही. आणि वीज

ही बुलंद आवाजाचा देवदूत इन्धूसच्या आश्चर्यकारक ताकदीचे प्रकटीकरण आहे. महाशय, आपण मला समजावून सांगाल का ? प्रोमीथियससारखा एक सामान्य मनुष्य दैवी अग्नीपर्यंत पोहोचला कसा ? कोणत्या अधिकाराने त्याने विजेला पकडून ठेवले ? कोठून मिळाली ही त्याला ? त्याने आम्हाला हे सांगण्याचा प्रयत्न केला आहे की, त्याने केवळ शोध लावला आहे. परंतु हा शुध्द पोरकटपणा आहे. कारण ही घटना एवढी साधी व सरळ असती तर आपल्यापैकी कोणालाही हे शोधून काढता आले नसते का ? माझी खात्री आहे महाशय, की हा अग्नी आमच्या देवदूतांकडून चोरला आहे. त्याचा धूर्तपणा आमची दिशाभूल करू शकणार नाही. मी त्याच्या गुन्ह्याचे असे वर्णन करीन : एका बाजूने साधी चोरी, परंतु दुसऱ्या बाजूने धर्माविरूध्द विचार आणि देवदूतांविरूध्द बंड. आपण येथे जमलो आहोत, ते या अपवित्र वेडेपणाला कडक शिक्षा देण्यासाठी. मला एवढेच सांगायचे होते.” आपल्या अंगरख्याच्या कडेला मोठ्या आवेशाने आपले नाक पुशीत एमीथियसने आपले म्हणणे पूर्ण केले.

“फारच छान !” हायपोमीथियस सहमत झाले. “आणखी कोणाला आपले म्हणणे सांगायचे आहे का ?”

“क्षमा करा” एपोमीथियस म्हणाले, “परंतु मी या बंधूच्या मताशी सहमत नाही. मी या प्रोमीथियसला अग्नी पेटविताना पाहिले



आहे आणि सदगृहस्थांनो, मी अगदी स्पष्ट सांगतो - ही गोष्ट आपल्यामध्ये राहू द्या - की, यामध्ये विशेष काही नाही. हा अग्नी कोणीही, अगदी एखादा उडाणटप्पूसुध्दा, पेटवू शकतो. आपण स्वतः असे करू शकलो नाही, कारण एका बुद्धिमान माणसाकडे वेळ फार कमी असतो आणि त्याच्या डोक्यात ही कल्पनाही येत नाही की, दोन दगड एकमेकांवर घासावे आणि करावा अग्नी तयार ! मी माझा सहकारी एमीथियसला खात्रीने सांगतो की, ह्या सामान्य नैसर्गिक शक्ती आहेत. त्या ईश्वरच काय परंतु कोणत्याही चिंतनशील माणसाच्या पासंगाला पुरणार नाहीत. आणि त्याने त्यामध्ये आपली बुध्दी खर्च करावी या लायकीच्या नाहीत. माझ्या दृष्टीने ही अग्नीची गोष्ट एवढी तुच्छ



आहे, की त्यामुळे आमच्या पवित्र गोष्टींवर त्याचा काहीच परिणाम होणार नाही. परंतु या गोष्टीचा आणखी एक पैलू आहे. त्याकडे मी माझ्या मान्यवर सहकाऱ्यांचे लक्ष वेधू इच्छितो. अग्नी हे एक धोकादायक आणि भयंकर तत्त्व आहे. आपण आत्ता अनेक साक्षीदारांच्या साक्षी ऐकल्या. त्यानुसार प्रोमीथियसचा हा बालीश शोध अजमावून पाहताना अनेकांनी आपले हात भाजून घेतले. एवढेच नव्हे तर त्यांच्या मिळकतीचे नुकसान झाले. महाशय, प्रोमीथियसच्या या चुकीमुळे हा अग्नी अगदी सामान्यांना उपलब्ध होईल. त्यावर नियंत्रण ठेवणे मुश्किल होईल. दुर्दैवाने ते नियंत्रण आता अशक्यच दिसते. आमचे

जीवित आणि वित्त यांना यामुळे धोका संभवतो. आपल्या संस्कृतीचा विनाश संभवतो. यामध्ये थोडंस दुर्लक्ष झालं, थोडीशी जरी बेपर्वाई झाली तरी हा सैतानासारखा वणवा थांबवायचा म्हटले तरी थांबविता येणार नाही. सभ्य गृहस्थहो, एवढी भीतीदायक गोष्ट ह्या जगात आणण्याचा बेजबाबदारपणा केल्याबद्दल प्रोमीथियस गुन्हेगार आहे. मी त्याचा हा गुन्हा गंभीर स्वरूपाचा, शारीरिक दुखापत करणारा आणि राष्ट्राच्या स्वास्थ्याला धोका पोहोचविण्याचा गुन्हा मानतो. हे सर्व लक्षात घेतल्यावर त्याला जन्मभर अंधारकोठडीची शिक्षा द्यावी या मताचा मी आहे. एवढे बोलून मी आपली रजा घेतो, अध्यक्ष महाराज.”

“अगदी बरोबर बोललात आपण महाशय.” गुरगुरत हायपोमीथियस म्हणाले, “आणि मला फक्त एवढेच म्हणायचे आहे की, महाशय, हा अग्नी आपल्याला कशासाठी पाहिजे ? आपल्या पूर्वजांनी अग्नीचा वापर केला होता का ? अशा गोष्टीचा शोध म्हणजे आपल्या पूर्वजांचा अपमान नाही तर काय आहे ? एक प्रकारचे बंडच आहे. अग्नीशी खेळ ! आपण कधी ऐकले !! नीट लक्षात घ्या महाशय, हा अग्नी आपल्याला कुठे घेऊन जाईल, काही कल्पना आहे ? लोकत्याच्या जवळपास आराम करीत बसतील, लढण्याभिडण्यासारखी आपली सर्व कर्तव्ये सोडून देतील. मला तर याचा हाच परिणाम दिसतो आहे. आळशीपणा,

वेडंवाकडं वागणं आणि हळूहळू अंदाधुंदी माजेल. आपण या अशुभ शकुनाविरुद्ध काहीतरी करायला पाहिजे. काळ फार वाईट आहे. फारच ऑगळ. हेच सर्व मला बजावायचे होते.”

“अगदी बरोबर”. अँटीमीथियसने घोषणा केली की, “आपण निश्चितच या मताशी सहमत असाल की, प्रोमीथियसच्या या अग्नीचे कधी न पाहिलेले दुष्परिणाम होतील. साथीदारांनो, आपण या सत्याकडे पाठ फिरविता कामा नये की, अग्नी एक विलक्षण चीज आहे. कोणाच्या ताब्यात ही आग राहणार नाही. कितीतरी शक्यतांवर प्रकाश टाकता येईल. त्यातील काहींचा मी येथे उल्लेख करतो - आपल्या शत्रूंच्या धनधान्याची राख करणे, एवढेच नाही तर आपल्याच बागेला अग्नीच्या भक्ष्यस्थानी देण्याचीही शक्यता आहे. या आगीमुळे, सज्जनांनो, आपल्या समाजाला एक नवी ताकद मिळाली आहे, एक नवे हत्यार सापडले आहे. या आगीवरून आपण आपल्या देवांच्या जवळ जाऊ शकू.” अँटीमीथियस नरम शब्दात म्हणाले आणि मग एकाएकी भडकून म्हणाले, “मी प्रोमीथियसवर असा आरोप करतो की, त्याने हे दैवी तत्त्व गुराखी आणि गुलाम जो कोणी समोर येईल त्यांच्या हवाली केले, त्याच्यावर माझा आरोप आहे की त्याने हे अधिकृत हातात सोपविले नाही, ज्या हातांनी या तत्त्वाचा राज्याचा खजिना म्हणून देखभाल केली असती आणि ते

राज्यव्यवस्थेनुसार चालले असते. अशा रीतीने, माझ्या दृष्टीने, प्रोमीथियस अग्नीचा शोध लावणारा एक बेईमान ठरतो. नियमाप्रमाणे या शोधावर पुरोहितांचा हक्क असायला पाहिजे होता. मी प्रोमीथियसवर असा आरोप करतो”, भावनांच्या भरात अँटीमीथियस ओरडले, “की, त्याने परदेशी लोकांना देखील अग्नी पेटवितात कसा हे सांगितले. आपल्या शत्रूंपासूनसुद्धा हे रहस्य लपविले नाही. मी प्रोमीथियसवर राजद्रोहाचा आरोप ठेवतो आहे. मी त्याच्यावर आपल्या समाजाच्या विरुद्ध कट केल्याचा आरोप करतो.” त्यांनी आवंढा गिळून म्हटले, “मी त्याला मृत्युदंड द्यावा असा प्रस्ताव ठेवतो.” त्यांना राग अगदी अनावर झाला होता.



“महाशय”, हायपोमीथियस म्हणाले, “आणखी कोणाला काही सांगायचे आहे काय? न्यायालयाच्या मते आरोपी प्रोमीथियस याने धर्म आणि देशाच्या विरोधात काम केल्याने तो अपराधी आहे, दुसरे म्हणजे त्याच्यावर शारीरिक दुखापत करणे, इतरांच्या धनसंपत्तीचे नुकसान करणे आणि देशाचे स्वास्थ्य धोक्यात टाकण्याचे गुन्हे केल्याचा आरोप आहे. तिसरे म्हणजे त्याच्यावर शासनाविरूद्ध बंड करण्याचा आरोप आहे. महाशय, मी त्याला शिक्षा ठोठावण्याची व्यवस्था अशा पध्दतीने करतो की, - बेड्या आणि अंधारकोठडी असलेली जन्मठेप किंवा मरेपर्यंत फाशी..”

“किंवा मग दोन्हीही” एमीथियस म्हणाला, “म्हणजे दोन्ही प्रस्तावांचे पालन होईल.”

“दोन्ही म्हणजे ?” न्यायाधीशांनी विचारले.

“मी या गोष्टीवर विचार करित होतो.” गुरगुरत एमीथियस म्हणाले, “कदाचित आपणाला असे काही करता येऊ शकेल.... त्याचे उर्वरित आयुष्य हे त्याला एका पहाडावर खडकाला साखळदंडाने बांधून जगायला लावण्याचा दंड किंवा त्याचे शरीर गिधाडांना खायला द्यायचा दंड महामहिम, माझा आशय आपणाला समजला असेलच !”

“होय. आता ठीक आहे.” सौम्य स्वरात न्यायाधीश म्हणाले, “साथीदारांनो, एक वेगळ्याच प्रकारची शिक्षा दिल्याचे उदाहरण ठरेल हे. हं.... हं... विक्षिप्त गुन्ह्याची विक्षिप्त शिक्षा ! काही हरकत नाही ना ? तर मग ही सभा बरखास्त करण्यात येत आहे.

“परंतु आपण प्रोमीथियसला मृत्युदंडाची शिक्षा का ठोठावली बाबा ?” रात्रीच्या जेवणाच्या वेळी मुलगा प्रश्न विचारत होता.

“तुला नाही समजणार !” मटनाचा तुकडा खात हायपोमीथियस बडबडला, “खरोखर ! भाजलेले मांस कच्च्या मांसापेक्षा जास्त रूचकर व चवदार लागते. म्हणजे हा अग्नीसुध्दा कामी आला शेवटी ! हे सर्व होते देशासाठी; समजले का तुला, आपण स्थानभ्रष्ट होता कामा नये ! कोणीही येरागबाळा येईल, नवीन नवीन शोध लावेल कोणतीही शिक्षा न भोगता !! माझ्या म्हणण्याचा अर्थ समजला का ? परंतु अजूनही या मांसाला कशाची तरी गरज आहे ... ओ हो ! मी समजलो.” ते पुटपुटले. ❖

लेखक : कार्ल चॅपक

अनुवाद : रमेश महाले, जनता विद्यालय, घोटी येथे प्राचार्य. राष्ट्रपती पुरस्कार प्राप्त शिक्षक. बालसाहित्य आणि विज्ञान लेखनाची आवड.

वॅट

शक्ती मोजण्याचे एकक

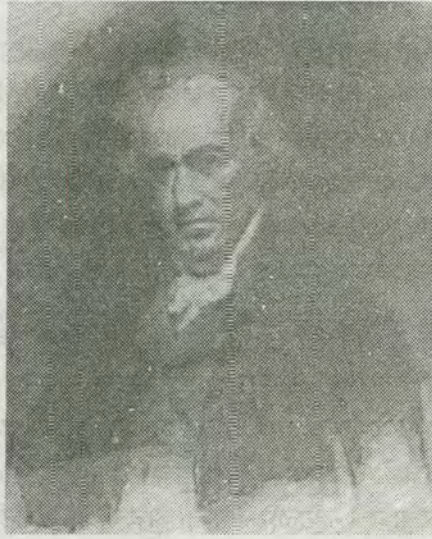
आज आपण औद्योगिक क्रांतीची माहिती इतिहासातूनच वाचतो. याचे कारण म्हणजे औद्योगिक क्रांतीने मानवाचे राहणीमान इतके बदलले की त्या आधी जीवन कसे होते याची फक्त कल्पनाच करावी. या औद्योगिक क्रांतीचा जनक शोधायला गेलं तर 'जेम्स थॉमस वॅट' याचा नंबर पहिलाच लागेल. विज्ञानाच्या इतिहासात अशा अगदी थोड्या गोष्टी आहेत, ज्या शोधांनी सर्व जगाचे रूप पालटून टाकले. जेम्स वॅटने तयार केलेल्या वाफेच्या इंजिनाची यात गणना करायला लागेल.

जेम्स वॅटचा जन्म १९ जानेवारी १७३६ रोजी स्कॉटलंडमध्ये एका मध्यमवर्गीय कुटुंबात झाला. जेम्स लहानपणापासूनच आजारी आणि अशक्त मुलगा होता. अर्थात शाळेतील अभ्यासात त्याची प्रगती जेमतेमच होती. प्रचंड अभ्यास आणि पाठांतर जेम्सला जड जात होते. परंतु जेम्स जेव्हा तेरा चौदा वर्षांचा झाला तेव्हा त्याची गणितातील चमक आणि एकूण हुशारी लोकांच्या नजरेला येऊ लागली. जेम्सला अचूक आणि कठीण यंत्रे बनवण्याचा नाद होता. परंतु तो फक्त कारागीर नव्हता तर या यंत्रामागील विज्ञान, भूमिती आणि तंत्रज्ञानाची खुबी तो अचूकपणे जाणत असे.

मोजमापे

आपल्या वापरातील गोष्टी आपण विविध एककांमध्ये मोजतो. बरेचदा या एककांना प्रसिद्ध शास्त्रज्ञांची नावे सन्मानार्थ दिली जातात. या सदरात रोजच्या जीवनात वापरल्या जाणाऱ्या काही एककांची ओळख करून घेऊ या.

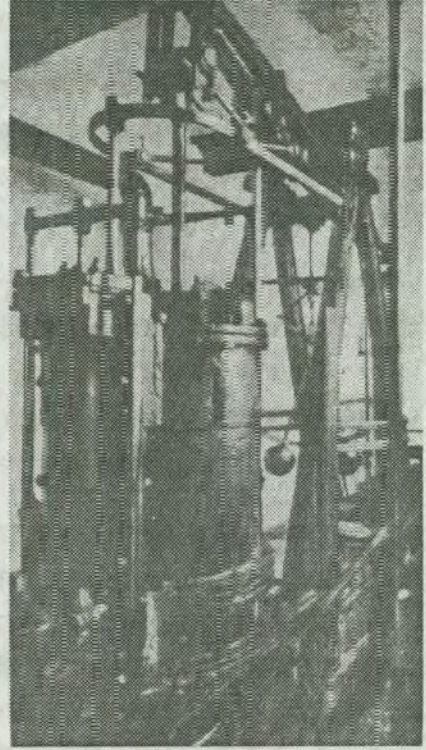
वयाच्या अठराव्या वर्षी जेम्सने घर सोडले आणि तो नशीब अजमाविण्यासाठी ग्लासगो येथे पोहोचला. काही काळातच त्याने एक उत्तम कारागीर, तंत्रज्ञ आणि वैज्ञानिक म्हणून नाव कमावले. त्याकाळी विज्ञानाचे केंद्र होते इंग्लंडची राजधानी लंडन. जेम्स वॅटने नाव कमावण्यासाठी लंडनचा रस्ता धरला. वॅटचा जन्म एका मध्यमवर्गीय कुटुंबात आणि तेही स्कॉटलंडमध्ये झाल्यामुळे लंडनमधील कर्मठ आणि उच्चभ्रू समाजात वॅटला फारशी संधी मिळाली नाही. शेवटी निराश होऊन गरिबीत आणि आजारी अवस्थेत जेम्सला ग्लासगोला



परत यावे लागले. या काळात जेम्सने उपकरणे बनवण्याची आणि दुरुस्त करण्याची कला चांगलीच अवगत केली होती. ग्लासगो हे एक व्यापारी शहर होते. समुद्रावरील जहाजांवर वापरली जाणारी आणि दूर देशाहून आलेली अनेक यंत्रे आता वॅटकडे दुरुस्तीसाठी येऊ लागली. वॅटच्या कारागीरीचे एक उत्तम उदाहरण आहे. ग्लासगो शहरातील व्यापाऱ्याला एक ऑर्गन करून हवा होता. अर्थात तो वॅटकडे गेला. वॅटला ऑर्गनच्या रचनेबद्दल काहीही माहिती नव्हती. परंतु पुढील काही महिने वॅटने आवाज व संगीताचा अभ्यास केला. संगीताची विविध वाद्ये त्याने अभ्यासली आणि शेवटी उत्कृष्ट ऑर्गन बनवून दिला. यानंतर वॅट विविध तऱ्हेची वाद्ये सहज बनवू लागला.

१७५९ साली वॅटचे लक्ष वाफेच्या इंजिनाकडे गेले. खरं तर वॅटच्या आधीही सेव्हरी याने वाफेवर चालणारे यंत्र बनवले होते. परंतु सेव्हरीचे यंत्र इतके वोजड, महाग आणि खर्चिक होते

की त्याचा प्रसार झाला नाही. सेव्हरीच्या यंत्रात अनेक उपद्व्याप करून अगदी थोडी शक्ती निर्माण व्हायची. वॅटने वैज्ञानिक दृष्टिकोनातून सेव्हरीच्या यंत्राचा अभ्यास केला. त्याच्या लक्षात आले की सेव्हरीच्या यंत्रात दांडा फक्त एकाच दिशेने कार्य करतो आणि वाफही प्रचंड प्रमाणात वाया जाते. वॅटने मग अनेक प्रयोगानंतर त्याचे स्वतःचे वाफेचे यंत्र बनवले. या यंत्रात दांड्याचा उपयोग दोनही दिशांनी कार्य करण्यासाठी केला होता. अनेक युक्त्या वापरून वॅटने वाफेचीही बचत केली. अर्थात वॅटच्या वाफेच्या इंजिनातून सेव्हरीच्या यंत्राच्या दुप्पट कार्य होऊ लागले. वॅटने तयार केलेल्या यंत्रातील बदल इतके नवे आणि मूलभूत होते की वॅटलाच आधुनिक वाफेच्या इंजिनाचा जनक म्हणावे लागेल.



१७६५ साली वॅटने त्याच्या वाफेच्या यंत्राला सरकारी मान्यता मिळवली. त्यानंतरही जवळ जवळ दहा वर्षे त्या यंत्रात त्याने सतत सुधारणा केल्या. १८१० सालापर्यंत जगात अनेक ठिकाणी वॅटच्या वाफेच्या यंत्राची निर्मिते कारखाने करू लागले. वाफेच्या यंत्रावर चालणारी आगगाडी, वाफेच्या शक्तीवर कापूस फिज्जगारे यंत्र, वाफेच्या इंजिनावर चालणारा पाण्याचा पंप इत्यादी अनेक शोध सटासट लागले. एका साध्या वाफेच्या इंजिनाचा उपयोग माणसांची शारीरिक आणि कष्टाची कामे करण्यासाठी होऊ लागला. अखेर १८१४ साली वॅटने स्वतःला पसंत पडेल असे अचूक आणि मोठी क्षमता असलेले वाफेचे इंजिन बनवले.

वॅटची ख्याती त्याच्या इंजिनाबरोबर सर्व जगभर पोचली. लोक जेम्स वॅटला भेटायला व त्याचा सल्ला घ्यायला देशाच्या कानाकोपऱ्यातून येत. वॅटला तरुण विद्यार्थ्यांशी चर्चा करायला आवडायची. तो एक उत्तम श्रोता होता आणि विद्यार्थ्यांचे विचार तो शांतपणे ऐकून घ्यायचा. आयुष्यभर अविरत मेहनत आणि परिश्रम घेतलेला हा थोर तंत्रज्ञ शेवटपर्यंत त्याच्या कार्यशाळेत काम करी. १९ ऑगस्ट १८१९ रोजी जेम्स वॅटचा मृत्यू झाला. आज वॅटच्या वाफेच्या इंजिनाने

आपल्या आयुष्यात काय आणि किती बदल घडवले आहेत याची मोजणी करणे कठीण.

एखाद्या एककाला वॅटचे नाव देऊन त्याचा सन्मान करावा असा प्रस्ताव १८२४ साली अनेक शास्त्रज्ञांनी मांडला. त्यानंतर शक्ती मोजण्याचे एकक वॅट (Watt) म्हणून ओळखले जाऊ लागले. आपण जेव्हा एखादे यंत्र चालवतो तेव्हा त्याला ऊर्जा लागते. 'शक्ती' म्हणजे प्रति सेकंद वापरली गेलेली ऊर्जा.

विज्ञानात शक्ती या शब्दाला मराठी भाषेपेक्षा वेगळा आणि अचूक अर्थ आहे. शक्ती म्हणजे प्रतिसेकंद किती ऊर्जा वापरली जाते किंवा निर्माण होते याचे परिमाण आहे. उदाहरणार्थ, आपण घरी वापरतो तो पिवळा विजेचा दिवा ६० वॅटचा असतो. म्हणजेच तो दिवा लावल्यावर ६० वॅट एवढी शक्ती वापरली जाते. म्हणजेच ६० ज्यूल प्रतिसेकंद एवढी ऊर्जा वापरली जाते. या उलट धरणे बांधून होणारी वीज निर्मिती कित्येक मेगॅवॅट (वॅट $\times १०^६$)मध्ये होते.

वॅट या एककापूर्वी 'हॉर्सपॉवर' हे घोड्याच्या शक्तीवर आधारित एक ढोबळ एकक शक्ती मोजण्यासाठी वापरत असत. एक हॉर्स पॉवर म्हणजे जवळ जवळ १३४१ वॅट. एक वॅट = एक ज्यूल एवढी ऊर्जा प्रति सेकंद. वॅट हे एकक आणखी एका गोष्टीसाठीही महत्त्वाचे आहे. आपण आज विविध प्रक्रिया वापरून शक्ती निर्माण करू शकतो. डिझेल इंजिन वापरून आपण शक्ती निर्माण करतो तसेच विद्युत प्रवाह वापरूनही आपण शक्ती निर्माण करतो. वॅट हे एकक या दोन्हीही प्रक्रियांना लागू होते. म्हणजेच वॅट हे रासायनिक आणि भौतिकी प्रक्रिया आणि विद्युत यांना जोडणारा दुवा आहे.

जेम्स वॅटच्या शोधाने जणू मानवाचा कायापालटच झाला. अशा या वैज्ञानिकाच्या सन्मानार्थ शक्तीचे एकक वॅट म्हणून ओळखले जावे हे अगदी उचित आहे नाही का ! या पुढे तुम्ही जेव्हा वाफेच्या इंजिनाच्या आगगाडीत बसाल तेव्हा त्या इंजिनाचे नीट निरीक्षण करा. पहा कसे दांड्याच्या दोन्ही दिशांची गती वापरून चाक फिरवले जाते ते. मग कदाचित प्रवास करताना तुम्हाला जेम्स वॅट या हुशार वैज्ञानिकाची आणि प्रगल्भ तंत्रज्ञाची आठवण राहील.



इलेक्ट्रॉनचा शोध

विज्ञानाच्या इतिहासात इलेक्ट्रॉनच्या शोधाला विशेष महत्त्व आहे. इलेक्ट्रॉनचे गुणधर्म कळल्यामुळे अणूच्या रचनेचे कोडे सहज उलगडता आले. माणसाला कधीही नुसत्या डोळ्याने इलेक्ट्रॉन दिसू शकत नाही. मग कसा लागला बरं या इलेक्ट्रॉनचा शोध ?

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

१९ व्या शतकाच्या शेवटी शेवटी युरोपात अशी सर्वसाधारण धारणा व्हायला लागली होती, की पदार्थविज्ञानात नवीन सापडण्यासारखं, अज्ञात असं फारसं काही उरलेलं नाही. वाफेच्या इंजिनानं घडवून आणलेल्या औद्योगिक क्रांतीनं सामान्य माणसाचं जीवनही आमूलाग्र बदलून टाकलं होतं. घराघरांत वीज पोहचू लागली होती आणि विद्युतचुंबकीय जनित्रेही तयार होऊ लागली होती. अणू हा पदार्थाचा मूलभूत आणि अविभाज्य घटक आहे, या मताला मान्यता मिळू लागली होती. पण अणूचं महत्त्व केवळ सैद्धांतिक भौतिकीचा अभ्यास करणाऱ्यांपुरतंच मर्यादित होतं. व्यावहारिक जगात अणूंना काहीच स्थान नव्हतं. हं, आता विजेचं मूळ आणि गुणधर्म यांची रहस्यं उलगडायची राहिली होती, पण तेवढं

संशोधन झाल्यावर पदार्थविज्ञानाचा प्रवास हा उपलब्ध ज्ञानाचे नवे नवे उपयोग शोधण्यापुरताच मर्यादित राहणार होता. अर्थातच बहुसंख्य पदार्थवैज्ञानिकांनी विजेवर संशोधन करण्याकडे लक्ष केंद्रित केलं होतं.

विजेचे गुणधर्म शोधून काढण्याचा एक मार्ग म्हणजे वेगवेगळ्या पदार्थातून वीज प्रवाहित करून पाहणे. कमी दाबाखालील वायूतून विद्युतधारा प्रवाहित होतांना एक सुंदर प्रभा (Glow) दिसते. हे संशोधकांनी आधीच्या शतकाच्या सुरुवातीलाच पाहिलेलं होतं. (आज हीच प्रभा आपल्याला रस्त्यांवरच्या पाऱ्याच्या किंवा सोडियमच्या बाष्पाच्या दिव्यांमध्ये बघायला मिळते.) १८८० पर्यंत पंपाच्या सहाय्याने दाब कमी करत नेऊन निर्वात पोकळी निर्माण करण्याचे तंत्रज्ञान चांगलेच विकसित झाले

होते. त्यामुळे पुन्हा एकदा संशोधक अशा प्रयोगांकडे वळले. या प्रयोगाचं प्रमुख उपकरण होतं सर्व बाजूंना बंद असलेली काचेची वाताभेद्य नळी. (चित्र पहा) या नळीच्या दोन टोकांना धातूचं एक एक विद्युत्अग्र (electrode) बसवलेलं होतं आणि एका बाजूला पंप बसवून आतील हवेचा दाब कमी करण्याची सोय केलेली होती. १८७९ साली, विल्यम्स क्रूक्स या

ब्रिटीश शास्त्रज्ञाने विद्युतधारेमुळे अशा नळ्यांमध्ये कमी दाबाखालील वायूत निर्माण होणाऱ्या प्रभेचा सविस्तर अभ्यास सुरु केला. त्यामुळे या नळ्यांना क्रूक्सच्या नळ्या या नावाने ओळखले जाऊ लागले.

या नळीत कमी दाबाखालील हवेतून विजेचा प्रवाह वाहू लागला, की अतिशय गूढरम्य अशा प्रभावळी दिसून येत. संशोधकांना दिसून आलं, की नळीतला दाब

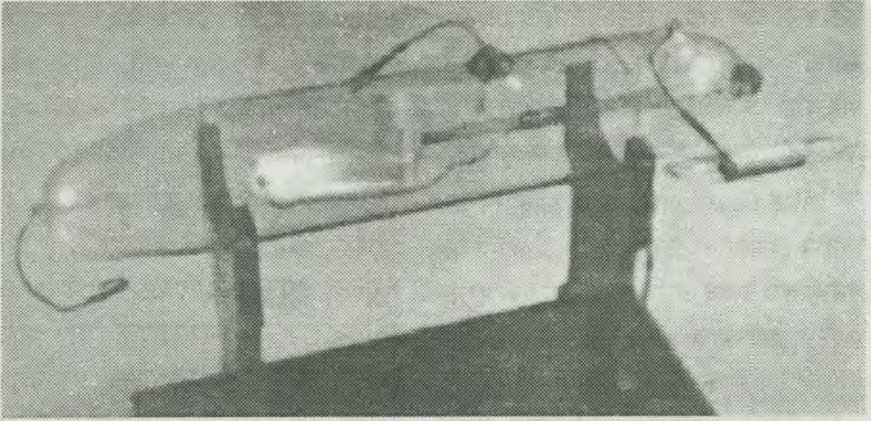
सर विल्यम क्रूक्स (१८३२-१९१९)



भौतिक व रासायनिक प्रक्रियांमधील संशोधनामुळे क्रूक्सना प्रसिध्दी मिळाली तरी त्यांनी विविध क्षेत्रामध्ये काम केले होते. लंडनमध्ये रसायनशास्त्राची पदवी मिळवल्यानंतर पुढे आयुष्यभर संशोधनाबरोबर त्यांनी विज्ञान पत्रकारिताही केली. १८५७ मध्ये लंडन फोटोग्राफिक सोसायटीच्या मासिकासाठी त्यांनी चंद्राचे अत्युत्कृष्ट फोटो काढले होते. सांडपाण्याची

व्यवस्था, कापड रंगविण्याचा उद्योग, कडधान्याच्या बेसुमार लागवडीमुळे जमिनीचे नुकसान अशा विषयातही त्यांनी लक्ष घातले. वैज्ञानिक तसेच आर्थिक बाबींवरदेखील सरकार त्यांचा सल्ला घेत असे.

१८६१ मध्ये स्पेक्ट्रोस्कोपीचे तंत्र वापरून त्यांनी थॅलियमचा शोध लावला. त्यांनी तयार केलेल्या - उष्णता व अतिनील किरण शोषणाऱ्या - रंगीत काचेचे चष्मे आजही काच कामगारांसाठी व वेल्डींग करताना वापरले जातात. निर्वात पोकळीत होणाऱ्या डिस्चार्जबद्दलचे त्यांचे संशोधन सर्वात महत्त्वाचे आहे. त्यांनी तयार केलेली क्रूक्स ट्यूब आजही प्रयोगशाळांमध्ये अवश्य असते. याचाच उपयोग करून राँटजेनने 'एक्स-रे' चा शोध लावला. थॉमसनने इलेक्ट्रॉनचा शोध लावण्यासाठीही ती वापरली होती याचा उल्लेख प्रस्तुत लेखात आलेला आहेच.



विल्यम क्रूक्स यांनी बनविलेले पहिले कॅथोड किरणांचे उपकरण. यात एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंत वाहणारा विद्युत प्रवाह कॅथोड किरणांमुळे वाहतो अशी कल्पना होती. परंतु ज्याला आपण कॅथोड किरण असे म्हणतो ते खरं तर इलेक्ट्रॉनच निघाले. या क्रूक्स ट्यूबची आधुनिक आवृत्ती तर आपल्या सर्वांच्या परिचयाची आहे. त्याला आपण दूरचित्रवाणी (T.V.) म्हणतो.

कमी कमी करत नेला की, काही काळानंतर प्रभा नाहीशी होई. पण विद्युत्वहन मात्र चालूच राही आणि धन विद्युत्अग्रावर एक तेजस्वी ठिपका दिसून येई. नळीत एखादी वस्तू ठेवली तर धन विद्युत्अग्रावर तिची सावली पडलेली दिसे. याचाच अर्थ ऋण विद्युत्अग्रातून एका विशिष्ट प्रकारचे प्रकाशकिरण बाहेर पडून धन विद्युत्अग्रावर पडत असले पाहिजेत. या किरणांना कॅथोड किरण (ऋण विद्युत्अग्राला कॅथोड म्हणतात. म्हणून) असं नाव देण्यात आलं. १८९७ साली ब्रिटिश संशोधक जे.जे.थॉमसन याने अनेक प्रयोग करून, कॅथोड किरण म्हणजे ऋणभारित कणांचा प्रवाह आहे, हे निर्विवाद सिद्ध करून दाखवलं.

थॉमसनने पाहिलं की, कॅथोड किरण

विद्युत् तसेच चुंबकीय क्षेत्रात आपला मार्ग बदलतात (चित्र पहा). विद्युतभारित कण अशा क्षेत्रात आपल्या मूळच्या मार्गापासून किती विचलित होणार, हे त्यांच्या वस्तुमानावर अवलंबून असते. या ज्ञानाचा वापर करून थॉमसनने कॅथोड किरणांतील ऋणभारित कणांचे वस्तुमान काढले, तर ते सर्वात हलक्या हायड्रोजन अणूपेक्षाही २००० पटीने कमी भरले. या काळात अणू हा पदार्थाचा मूलभूत आणि अविभाज्य घटक मानला जात होता, त्यामुळे सर्वात लहान आणि हलक्या हायड्रोजन अणूपेक्षाही लहान आणि हलक्या अशा पदार्थाचा शोध, ही एक क्रांतिकारी घटना होती. क्रूक्सच्या नळीत वेगवेगळ्या धातूंचे विद्युत्अग्र वापरून थॉमसनने आपले प्रयोग पुनःपुन्हा करून

बधितले. पण प्रत्येक वेळी प्रयोगाचे निष्कर्ष सारखेच आले. यावरून, हे नवे कण हेच पदार्थाचे अविभाज्य आणि मूलभूत असे घटक असावेत, असे मत थॉमसनने मांडले.

आज आपण या कणांना इलेक्ट्रॉन या नावाने ओळखतो. विद्युतधारा इलेक्ट्रॉनच्या प्रवाहामुळे वाहते आणि ते अणूंचा एक घटक आहेत, हेही आज आपल्याला माहीत आहे. अणूंच्या बाह्य कक्षेतल्या इलेक्ट्रॉन्सद्वारे अणू एकत्र बांधले जाऊन रेणू आणि रेणूंपासून या विश्वातलं द्रव्य (Matter) तयार होतं. म्हणजेच आपण आणि आपल्या भोवतालचं सर्व काही हे इलेक्ट्रॉन्सच्या परस्परंशी बांधले जाण्याच्या

वृत्तीतून बनलं आहे. इलेक्ट्रॉन्स आपल्याला फक्त वीजच देतात असं नाही, तर आपल्या जीवनाचा पाया बनत चाललेल्या 'इलेक्ट्रॉनिक्स'ची सर्व मदार इलेक्ट्रॉनवरच आहे. आधुनिक विज्ञान व तंत्रज्ञानाचा प्रवास - यात औद्योगिकदृष्ट्या आवश्यक गुणधर्म असलेले नवेनवे पदार्थ बनवण्यापासून ते जेनेटिक इंजिनिअरिंगपर्यंत सर्व काही आलं - अणूंतील इलेक्ट्रॉन्सचं वागणं समजावून घेण्यात आपण कुठवर यशस्वी होतो, यावर बहुतांशी अवलंबून आहे.

इलेक्ट्रॉनचा शोध ही २०व्या शतकाच्या उंबरठ्यावरची एक महत्त्वाची घटना होती.

चुंबकीय क्षेत्रामध्ये इलेक्ट्रॉन



चुंबकीय क्षेत्राच्या प्रभावाखाली इलेक्ट्रॉन गोलाकार मार्गावर फिरू लागतो. द्रवरूप हायड्रोजनने भरलेल्या टाकीतून जेव्हा गतिमान इलेक्ट्रॉन प्रवास करतात, तेव्हा त्यांच्या मार्गात बुडबुडे तयार होतात आणि या बुडबुड्यांच्या द्वारे इलेक्ट्रॉनचा मार्ग आपल्याला दिसू शकतो. या चित्रात चुंबकीय क्षेत्राच्या प्रभावामुळे इलेक्ट्रॉनच्या झोताचा मार्ग गोलाकार झालेला दिसतो. तो अशाच बुडबुड्यांच्या छायाचित्राद्वारे. प्रत्येक प्रदक्षिणेबरोबर इलेक्ट्रॉनची ऊर्जा द्रवरूप हायड्रोजनला दिली जाते. यामुळेच त्यात बुडबुडे निर्माण होतात, आणि प्रदक्षिणेच्या मार्गाची त्रिज्या कमी कमी होत जाते. ही गोष्ट या चित्रात स्पष्टपणे दिसून

येत आहे. इलेक्ट्रॉनचा मार्ग आपल्याला प्रत्यक्ष 'दाखविणाऱ्या' द्रवरूप हायड्रोजनच्या टाकीला 'बबल चेंबर' असे म्हणतात.

या शोधाचा धागा पकडूनच या शतकाच्या प्रारंभीच्या दशकात संशोधक क्ष-किरण आणि किरणोत्साराच्या शोधांवाटे अणूच्या अंतरंगापर्यंत जाऊन पोहोचले. इलेक्ट्रॉनचं अस्तित्व सिध्द झाल्यामुळे, पदार्थविज्ञानाचा अभ्यास संपलेला नाही, तर आण्विक पातळीवरील पदार्थांचं विलक्षण अनोखं जग धुंडाळायचं अजून राहिलेलं आहे, याचीही पदार्थवैज्ञानिकांना जाणीव झाली. आज एकविसाव्या शतकाच्या उंबरठ्यावरही हा धांडोळा संपलेला नाही.

असे हे बहुगुणी इलेक्ट्रॉन्स आज पदार्थाची आण्विक संरचना अभ्यासण्याचं एक उत्तम हत्यारही बनले आहेत. आपल्याला माहीत आहेच, की इलेक्ट्रॉन वजनाला अत्यंत हलके आणि ऋणभारित कण असतात. यामुळे विद्युतक्षेत्राचा वापर करून इलेक्ट्रॉन प्रवेगित करता येतात. किंबहुना विद्युतक्षेत्राच्या ह्याच परिणामामुळे क्रूक्सच्या नळीत इलेक्ट्रॉन ऋण विद्युत् अग्राकडून धन विद्युत् अग्राकडे ओढले जातात आणि कॅथोड किरण तयार होतात. आपण दूरदर्शन संचावरचे चित्र पाहतो ते या कॅथोड किरणांमुळेच. इलेक्ट्रॉन्सचा हा झोत जेव्हा दूरदर्शन संचाच्या पडद्यावर आदळतो, तेव्हा वेगवान इलेक्ट्रॉन अचानक थांबवले जातात आणि त्यांची ऊर्जा प्रकाशाच्या रूपात बाहेर पडून आपल्याला दिसते.

अधिक मोठ्या निर्वात 'नळ्या' आणि अधिक शक्तिशाली विद्युतक्षेत्र वापरून इलेक्ट्रॉन्सचे अतिवेगवान झोत बनवता

येतात. असा इलेक्ट्रॉनचा झोत एखाद्या पदार्थावर टाकला तर हे वेगवान (आणि त्यामुळे शक्तिशाली बनलेले) इलेक्ट्रॉन त्या पदार्थाच्या अणूंच्या केंद्रकाच्या अंतरंगात डोकवू शकतात ! एखाद्या पदार्थातून प्रवास करत असलेला वेगवान इलेक्ट्रॉन त्या पदार्थाच्या अणुकेंद्रकाशी होणाऱ्या टक्कींमुळे आपला मार्ग बदलू शकतो, तसेच त्याचा वेग मंदावू शकतो, किंवा एखाद्या टक्कीत पदार्थाच्या अणूद्वारे तो 'मटकावला' (electron capture) जाऊ शकतो. अशा इलेक्ट्रॉन्सच्या प्रवासाच्या मार्गात आणि वेगात होणाऱ्या बदलांवरून पदार्थाच्या रचनेबद्दल आणि गुणधर्मांबद्दल अंदाज बांधता येतो. अशाच एका प्रयोगाशी संबंधित चित्र पहा या अंकाच्या शेवटी.

हा प्रयोग अमेरिकेतील स्टॅनफर्ड लिनिअर अँक्सलरेटर सेंटर (SLAC) येथे करण्यात आला होता. या प्रयोगशाळेत वेगवान इलेक्ट्रॉन्सचे झोत तयार करण्यासाठी ३ कि.मी. लांबीची 'नळी' वापरली जाते. हे इतके शक्तिशाली इलेक्ट्रॉन्स, अणुकेंद्रकांचीच नव्हे तर अणुकेंद्रकांचे घटक असलेल्या प्रोटॉन्स व न्यूट्रॉन्सची आंतररचनाही उलगडून दाखवू शकतात. ❖

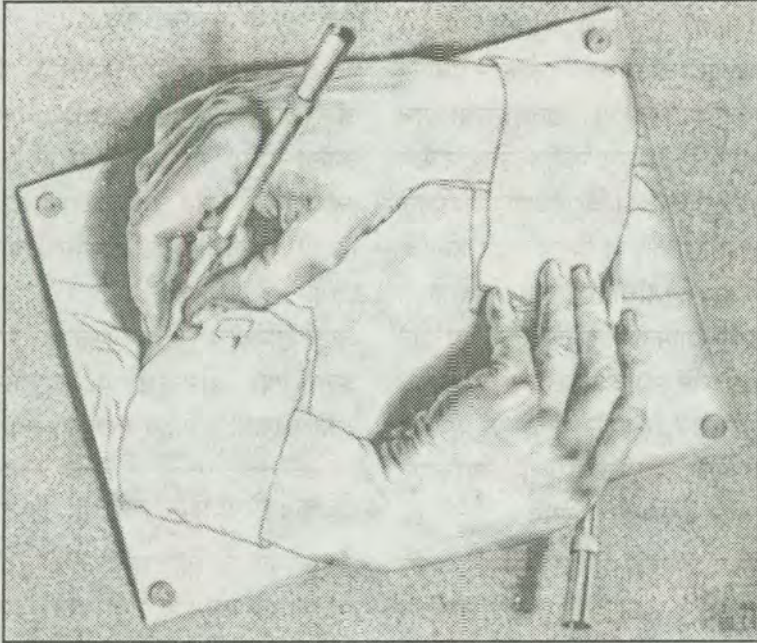
लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

सिंहगड कॉलेज ऑफ इंजिनिअरिंग, पुणे येथे व्याख्याता. ग्रामीण भागासाठी उपयुक्त तंत्रज्ञानवर संशोधन, विज्ञान लेखनात रस.

मॉरिस कॉर्नेलिस ईशर (१८९८ ते १९७२)

असे अनेकदा घडते की विविध कलांमधून विज्ञानातील नव्या कल्पना उगम पावतात. याउलट कलाकारही विज्ञानातील शोधांचा वापर त्यांच्या कलाकृतींमध्ये करतात. मॉरिस कॉर्नेलिस ईशर या महान चित्रकाराच्या कलाकृती याचे एक उत्तम उदाहरण आहे. ईशरचा जन्म ७ जून १८९८ साली हॉलंडमध्ये झाला. शाळा संपल्यानंतर ईशरने चित्रकाराचा व्यवसाय सुरु केला आणि विविध रंग आणि कागद वापरून त्याने एका वेगळ्या तंत्राची निर्मिती केली. ईशरने तयार केलेली चित्रे आणि त्याचे लाकडावरील कोरीव काम आजही जगात नावाजले जाते.

परंतु जसजसे ईशरचे काम प्रसिद्ध होऊ लागले तसे विज्ञानशाखांतील लोकांना नव्या कल्पना सुचू लागल्या. ईशरची चित्रे जणू वैज्ञानिकांच्या डोक्यातील सुप्त कल्पनाच दाखवत होती. त्याच्या चित्रांचा संबंध स्फटिकांच्या रचनेशी, अणू-रेणूंच्या प्रक्रियांशी आणि गणितातील काही कठीण कल्पनांशी लावता येतो. खालील छायाचित्रात ईशरचे असेच एक जगप्रसिद्ध चित्र दाखविले आहे. बघा तुम्हाला त्यात काही वेगळे वाटते का. ईशरची ओळख आपण पुढे कधीतरी जरूर करून घेऊ.



प्रश्नावली

शैक्षणिक

संदर्भ.

मराठी द्वैमासिकाचा हा तिसरा अंक. आपल्याला हा अंक कसा वाटला, त्यामध्ये कोणता भाग आवडला, आणखी कोणते विषय त्यात असावेत यासंबंधी आम्हाला जरूर कळवा. पुढचे अंक अधिक चांगले काढण्यासाठी आपल्या सूचनांची मदत होईल.

अंकातली भाषा आपल्याला कशी वाटली?

- संवादी चांगली सोपी कठीण

अंकातली विषय मांडणी

- चांगली वाईट ठीक

अंकामधे खालील विषयांचा अंतर्भाव असावा.

.....
.....

शैक्षणिक संदर्भसाठी इतर काही मदत कराल का? कोणती?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

शैक्षणिक

संदर्भ.

सभासदत्वाचा फॉर्म

अंक	किंमत	हवे असतील त्या अंकापुढे ✓ खूण करा.
नमुना अंक - १	रु. १५/-	
नमुना अंक - २	रु. १५/-	
वार्षिक सहा अंक	रु. १००/-	
द्वैमासिकाचा सुटा अंक	रु. २०/-	
एकूण		
बँक ड्राफ्ट	क्र.	
मनी ऑर्डर	क्र.	

शैक्षणिक संदर्भच्या वर्गणीसाठी रु.....

बँक ड्राफ्ट/मनीऑर्डरने पालकनीती परिवारच्या नावे पाठविले आहेत.

(पुण्या बाहेरच्या चेकसाठी वरील रकमेवर रु. १५ अधिक पाठवावेत.)

नाव _____

पत्ता _____

सही

तारीख

पालकनीती परिवार,

अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे रोड, पुणे ४११ ००४

इलेक्ट्रॉनचे झाड !



हे छायाचित्र कोणत्याही वनस्पतीचं नाही, तर हे आहे 'इलेक्ट्रॉनचं झाड' ! १५ चौ. सें.मी. आकाराच्य २.५ सें.मी. जाड अशा पर्सपेक्स (Perspex) प्लास्टिकच्या एका तुकड्यावर रक्तिशाली इलेक्ट्रॉनचा मारा केला तेव्हा हे इलेक्ट्रॉन ०.५ सें.मी. पर्यंत प्लास्टिकमध्ये घुसले आणि थांबले. मारा च लूच ठेवल्याने त्याठिकाणी आणखी इलेक्ट्रॉन येऊ लागले. सारख्याच प्रकारचा विद्युत् भार असलेले कण एकमेकांना दूर ढकलू पाहतात. एकाच ठिकाणी गर्दी करणाऱ्या या ऋणभारित इलेक्ट्रॉनचही असंच व्हायला लागलं. पण तेवढ्यात इलेक्ट्रॉनचा मारा थांबवण्यात आला. मग एका धातूच्या हातोडीने या प्लास्टिकच्या तुकड्याला हलकसा ठोका मारला. त्या धक्क्यातून मिळालेल्या ऊर्जेमुळे एका जागी साठलेले इलेक्ट्रॉन एकदम सर्व बाजूंना विजेच्या लोळांप्रमाणे फेकले गेले. फेकल्या जात असलेल्या इलेक्ट्रॉननी त्यांची ऊर्जा अजूबाजूच्या प्लास्टिकच्या रेणूंना दिली आणि प्रत्येक इलेक्ट्रॉनचा मार्ग प्लास्टिकमध्ये अक्षरशः कोरला गेला. लक्षावधी इलेक्ट्रॉनच्या प्लास्टिकमध्ये या हालचालींमुळे तयार झालं हे 'झाड'.

