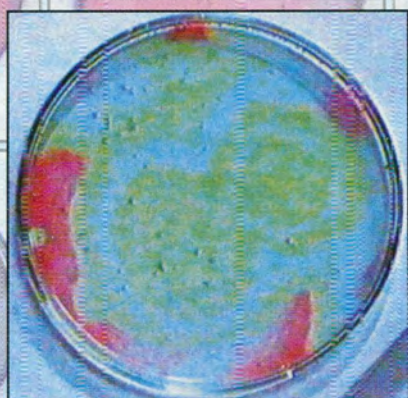
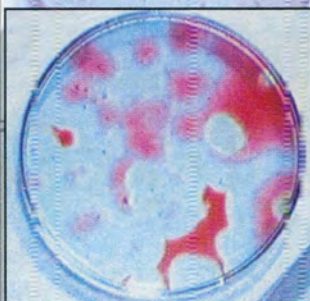


शैक्षणिक

प्रदर्श

अंक - ११

जून-जुलै २००१



शिक्षण आणि विज्ञानात रुची असणाऱ्यांसाठी द्वैनासिक

संपादक :

नीलिमा सहस्रबुद्धे
संजीवनी कुलकर्णी
नागेश मोने
प्रियदर्शिनी कर्वे

अक्षरजुळणी व मुद्रण :

न्यू वेटाईपसेटर्स अण्ड प्रोसेसर्स
संजीव मुद्रणालय

सर रतन टाटा ट्रस्ट, मुंबई
यांच्या आर्थिक मदतीने व
एकलव्य, होशंगाबाद
यांच्या सहयोगानेहा अंक
प्रकाशित केला जात आहे.

शैक्षणिक

• संदर्भ •

अंक - ११

जून - जुलै २००१

पालकनीती परिवारसाठी

निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

पत्ता : संदर्भ, द्वारा पालकनीती परिवार
अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा,
कर्णेरोड, पुणे ४११ ००४.

ई-मेल : karve@wmi.co.in

दूरध्वनी : ५४४१२३०

किंमत : रुपये २०/-

वार्षिक मूल्य : रुपये १००/-

मुखपृष्ठ:

अनेक रासायनिक क्रिया आपण पाहिल्या असतील. हळदीवर सोडा टाकला की ती लाल होते. मग त्यावर लिंबू पिळलं तर पुन्हा पिवळी होते... वगैरे. जर एखाद्या लाल दिसणाऱ्या मिश्रणात 'पुन्हा' काही न घालताच आपोआप त्याचा रंग निळा.. लाल.. निळा असा व्हायला लागला तर? बदलणारे रंग हेबी. झेड्. अभिक्रियेचे एक वैशिष्ट्य आहे. मिश्रण पूर्णपणे स्थिर असेल तरीही हे रंग बदलतात. विशिष्ट ठिकाणी विशिष्ट वेळी वेगळ्या रसायनांचं प्रमाण काय आहे त्यावर तिथला रंग ठरतो. रासायनिक क्रिया चालू रहाते... हे प्रमाण बदलतं... आणि या मिश्रणात रासायनिक लहरी निर्माण होतात. अशा लहरींचं छायाचित्र मुखपृष्ठावर आपण पाहिलं. या बदल अधिक माहिती - 'काचेच्या बशीमध्ये आंदोलन!' या लेखात पहायला मिळेल.

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ११

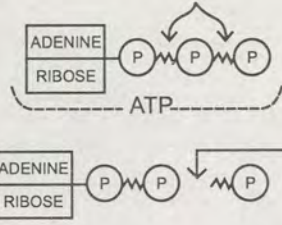
जून - जुलै २००१

- असे चालणे ३
- काचेच्या बशीमध्ये आंदोलन! ७
- उल्कापाताचे प्रताप १८
- अन्नाकडून उर्जेकडे २०
- रेडिओ आणि दूरचित्रवाणी संदेशवहन २७
- जुडवाँ ३७
- विश्व आपलं कुटुंब ४२
- सर आयझॅक न्यूटन ४७
- ध्वनी ५४
- नायट्रोजनचे स्थिरीकरण ५८
- अफलातून अलमारी ६८
- अक्षय विकास ७४

पुढच्या वर्षाची वर्गणी भरलीत ना?

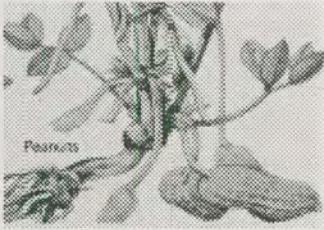
ऑगस्ट २००१ पासून शैक्षणिक संदर्भचे तिसरे वर्ष चालू होत आहे.

अन्नाकडून ऊर्जेकडे २०
कार्य करण्यासाठी आपल्याला ऊर्जा लागते आणि ती आपल्याला अन्नातून मिळते. अन्नापासून ही ऊर्जा आपल्या शरीराला मिळण्याआधी नेमकं काय काय आणि कसं घडतं ?



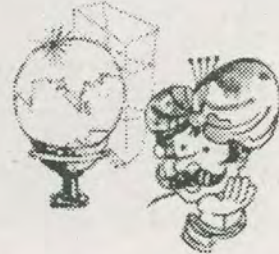
रेडिओ दूरचित्रवाणी आणि संदेश ... २७
बऱ्याच वेळा लहान मुले प्रश्न विचारतात- रेडिओमध्ये लता मंगेशकर बसली आहे का ? जंगलातील सिंह दूरचित्रवाणी संचालकसा आला ? तेव्हा या प्रश्नांची उत्तरे देण्याचा प्रयत्न या लेखात करू या.

जुडवां ३७
जुळी भावंडं हा नेहमीच सर्वांच्या कुतुहलाचा विषय असतो. जुळी मुलं कशामुळे होतात ? ती जुळी असतात म्हणजे नक्की काय असतात ? पाहू या -



नायट्रोजन ५८
हवेत ज्याचं प्रमाण सर्वाधिक आहे असा वायू ! वनस्पतींना, प्राण्यांना नायट्रोजनची आवश्यकता असते. पण तो श्वसनातून घेऊन वापरता येत नाही. मग तो कसा वापरता येतो ते पाहू.

अफलातून ६८
फार फार वर्षांपूर्वीची गोष्ट. एक होता राजा. त्याच्याकडे होती एक अलमारी....



असे चालणे

लेखक : विल्हेल्म वेस्टफॅट अनुवाद : योगेश शिंदे



एखादी कृती आपण हजारदा करीत असलो म्हणजे त्या कृतीमागचे विज्ञान आपल्याला ठाऊक होते असे थोडेच आहे ? आपली चालण्याची क्रिया हे त्याचे उत्तम उदाहरण आहे.

अगदी लहानपणीच आपण चालायला शिकतो. सुरुवातीस हे चालणे अगदी अजाणतेपणी होते व नंतर चालण्याची कृती आपल्या सवयीची होते. पण चालणे ही सायकल चालविण्याइतकीच गुंतागुंतीची क्रिया आहे. आपण दोन पायांवर चालतो ही किती आश्चर्यकारक बाब आहे! बरेच प्राणी त्यांच्या शरीराच्या मुख्य अक्षाला समांतर

दिशेत चालतात. मुख्य अक्षाला लंब चालण्याच्या क्रियेपेक्षा हे अगदी नैसर्गिक आहे. चार पायांऐवजी दोन पायांवर उभे राहून चालणे ही मानवाच्या उत्क्रांतीमधील एक महत्त्वाची गोष्ट आहे. इतर प्राण्यांपेक्षा त्याचा हा बदल लक्षणीय आहे हे निःसंशय! चला तर मग पाहू या माणूस चालतो कसा? अरेच्या, तो त्याच्या पायाबरोबर हातही



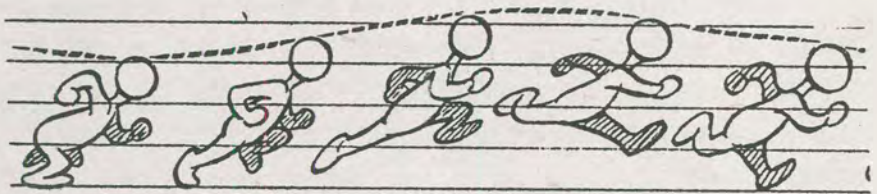
हलवतोय की! ते देखील विरुद्ध दिशेने. जेव्हा त्याचा उजवा पाय पुढे येतोय तेव्हा उजवा हात मात्र मागे जातो आहे आणि डावा हात पुढे येतो आहे. तो डावा पाय पुढे टाकतो तेव्हा या उलट घडते.

थंडीत एखादा माणूस जर कोटाच्या किंवा पॅटच्या खिशात हात घालून चालत असेल तर आपण सहज पाहू शकतो की त्याचे खांदे हलत आहेत आणि त्याच्या शरीराच्या वरचा भाग वळतोय इकडे-तिकडे. हे अगदी सहज घडत असते पण हे थांबविण्यासाठी आपल्याला फार प्रयत्न करावे लागतात.

जेव्हा आपल्याला पळावयाचे असते तेव्हा आपण आपले हातही जाणीवपूर्वक जोरात हलवितो पायांबरोबर. हे करताना आपण हात कोपऱ्यात वाकवतो व अजाणतेपणे जेवढे शक्य असेल तेवढे वरही घेतो. याची कारणे समजावून घ्यावयाची असतील तर तुम्ही

स्वतःवर छोटासा प्रयोग करा. प्रथम फक्त डाव्या पायावर उभे रहा. दोन्ही हात शरीराशी जोडून घट्ट ठेवा व आता तुमचा उजवा पाय जोराने पुढे मागे हलवा. तुमच्या सहज लक्षात येईल की तुमच्या शरीराचा वरचा अर्धा भागही पुढे मागे हालचाल करतो आहे. उजवा पाय पुढे गेला की उजवा खांदा मागे जातो तर जेव्हा उजवा पाय मागे जातो तेव्हा डावा खांदा पुढे येतो. या क्रिया सहज, विनासायास व यांत्रिकपणे घडतात.

आता हाच प्रयोग पुन्हा करावयाचा आहे; फक्त उजवा हात खाली सैल सोडून, पण डावा हात तसाच घट्ट ठेवा डाव्या मांडीजवळ म्हणजे झाले. जेव्हा तुम्ही तुमचा उजवा पाय हलवाल तेव्हा काही वेळा तुम्हाला उजवा हात त्याच्या विरुद्ध दिशेने हलल्याचे लक्षात येईल. जसे चालताना घडते. पण तुमच्या शरीराची हालचाल आता जवळजवळ





होतच नसेल कारण तुमचा उजवा हात पायासारखीच पण विरुद्ध हालचाल करतो आहे, ज्यामुळे या दोन क्रियांचा परिणाम सारखाच पण विरुद्ध दिशेने होत असल्याने नाहीसा होतो. म्हणूनच तर शरीराची हालचाल फार थोडी होते किंवा अजिबात होत नाही. म्हणजे शरीराची हालचाल हाताच्या हालचालीमुळे थांबते.

या छोट्या प्रयोगावरून आपल्याला आणखी एक गोष्ट समजली की शास्त्रज्ञ गुंतागुंतीच्या क्रियेचा अभ्यास कशा छोट्या छोट्या प्रयोगातून करतात.

आपल्या हातांची रचना निसर्गतःच अशी झाली आहे की आपली चालतानाची पायांची गती व हातांची नैसर्गिक लय हे जवळ जवळ सारखेच असतात. हा काही योगायोग नव्हे. जेव्हा आपण चालतो तेव्हा पायांच्या हालचालीमुळे न टाळता येणारी खांद्याची हालचाल घडते. त्यामुळेच तर हात जोराने हालचाल करतात, व आपले शरीर म्हणजे धड हातांच्या हालचालीने स्थिर राहते व म्हणून आपण सरळ बघून चालू शकतो. नाही तर प्रत्येक पावलागणिक आपले डोके इकडे

तिकडे हलले असते जे त्रासदायक ठरले असते. म्हणूनच बरेचसे चतुष्पाद प्राणी चालताना पुढचा उजवा व मागचा डावा पाय एकाच वेळी हलवितात किंवा पुढचा डावा व मागचा उजवा पाय हलवितात व त्यांच्या धडाची डावी-उजवीकडे होणारी हालचाल थांबवू किंवा कमी करू शकतात. पण अशा प्रकारची हालचाल आपण सावकाश चालणाऱ्या घोड्यात पाहू शकतो जो एकाच वेळी दोन्ही डावे किंवा दोन्ही उजवे पाय उचलतो. आपण जर दोन्ही हात टेकवून चालण्याचा प्रयत्न केला तर आपण त्या घोड्याप्रमाणे दुसरी पद्धत वापरतो.

समजा आपण नेहमीपेक्षा जास्त वेगाने चाललो आहोत तर आपल्याला जाणवेल की आपले हात नेहमीच्या स्थितीत पायांबरोबर गती जुळविण्यास असमर्थ ठरताहेत. आपल्याला ही लय जुळविण्यासाठी हात वेगाने हलवावे लागतात. त्याची जाणीव आपल्या हाताच्या व खांद्याच्या स्नायूंना होते.

आपण जर याहीपेक्षा वेगाने चाललो किंवा समजा पळालोच तर आपण कितीही प्रयत्न

नैसर्गिक लंबक

चालताना आपले हात आपोआप का हालतात ? त्याचे कारण आहे आपल्या खांद्यांची हालचाल, जी आपण थंडीत चालणाऱ्या माणसाबाबत पाहिली. दुसऱ्या प्रयोगात एक हात सैल सोडला आहे तेथे ही खांद्याची हालचाल प्रथम जोराने होते पण लगेचच ती थांबते, कारण याच हालचालीमुळे संपूर्ण हात पुढे मागे हलत राहतो.

लंबक दोलकाचे (simple pendulum) उदाहरण घ्या. एक दगड व दोरा घेऊन दोलक तयार करणे खूप सोपे आहे. दोऱ्याचे वरचे टोक योग्य लयीत इकडे तिकडे हलवून आपण दगड दोलायमान करू शकतो आणि त्याची आंदोलने कायम ठेवू शकतो. जर आपल्याला जास्तीत जास्त झोका (विस्थापन) हवा असेल तर ही लय फार महत्त्वाची आहे. याचा पडताळा आपण बागेत झोपाळ्यावर घेतला असेल.

जर दोलकाला आपण मुक्तपणे आंदोलित होऊ दिले तर तो विशिष्ट लयीत नैसर्गिकपणे आंदोलित होत राहातो.

हीच गोष्ट आपण चालताना हाताच्या बाबतीत घडत राहाते. हात म्हणजे खांद्यापाशी टांगलेला नैसर्गिक दोलकच जणू. त्यालाही स्वतःची नैसर्गिक वारंवारता म्हणजे लय आहेच की आणि याच लयीने हात आंदोलित केले गेले तर त्यांची हालचाल योग्य होते व टिकून राहाते.

केला तरी आपले हात खाली सोडलेल्या स्थितीत पायांच्या गतीबरोबर त्यांची लय जुळवून घेऊ शकत नाहीत. पण आपल्याकडे पर्याय आहे; त्याचा आपण नकळत वापर करीत असतो. आपल्या नैसर्गिक दोलकांची म्हणजे हाताची लांबी आपण आपोआप कमी करतो म्हणजे हात कोपऱ्यात वाकवितो व त्यांची नैसर्गिक लय वाढते. कमी लांबी केलेल्या हातांना जोराने आंदोलित करणे सोपे

आहे जे ते सरळ असताना अवघड आहे. या गोष्टींचा पडताळा तुम्ही सहज घेऊ शकता.



लेखक : विल्हेल्म एच्. वेस्टफॅट

अनुवाद : योगेश शिंदे S.Y.B.Sc.
यशवंतराव चव्हाण इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स,
सातारा.

काचेच्या बशीमध्ये आंदोलन !



लेखक : अभय कर्नाटकी, अरूण बनपूरकर, प्रियदर्शिनी कर्वे

एका गवताळ प्रदेशात हरणांचा कळप आणि सिंहांचा एक कळप रहात होता. हरणं गवतावर गुजराण करायची, तर सिंहांचं खाद्य होतं, हरणं. काही कारणाने हरणांची संख्या खूप वाढली, तर गवतावर संक्रांत यायची. हरणं सतत गवत खात असल्याने, ते उंच वाढू शक्याचं नाही. पण यामुळे, सिंहांना लांबवरचं दिसून हरणांची शिकार करणं सोपं जायचं, आणि हरणांची वाढलेली संख्या परत कमी व्हायची, तर सिंहांची संख्या वाढायची. हरणं कमी झाली, की गवत भराभर वाढायचं, सिंहांना शिकार करणं मुश्कील व्हायचं, आणि उपासमार होऊन सिंहांची संख्या कमी व्हायची. अशा रीतीनं,

गवताच्या वाढण्याच्या आणि हरणांकडून खाल्लं जाण्याच्या दरातील आंदोलनांमुळे, हरणं आणि सिंह यांच्या संख्येतही आंदोलनं होत राहायची. अर्थातच बाहेरून काही हस्तक्षेप झाला नाही, तर हे निरंतर घडत रहाणार, हे उघडच आहे.

जैविक प्रणालींमध्ये अशा प्रकारच्या आंदोलनांची अनेक उदाहरणं सापडतात. जैविक प्रणाली आपल्या आजुबाजूच्या परिसराबरोबर ऊर्जेची देवाणघेवाण करत असतात. वरील उदाहरणात बाहेरून सूर्यप्रकाश, पाणी व इतर अन्नघटक मिळत असल्याने गवताची वाढ होत आहे, म्हणूनच या प्रणालीत आंदोलनं घडू शकतात.

समजा, एका पिंजऱ्यात मर्यादित गवताचा साठा ठेवला, आणि काही हरणं आणि सिंह आत सोडले, तर अशी आंदोलनं दिसणार नाहीत. हरणं गवत संपवतील. सिंह हरणं संपवतील, आणि शेवटी तेही उपासमारीनं मरून जातील. आंदोलनं घडण्यासाठी ती प्रणाली मुक्त (open system) असायला हवी. परिसराशी कोणतीही देवाणघेवाण न करणाऱ्या बंदिस्त प्रणालीत (closed system) एखादी प्रक्रिया एकदा सुरू झाली, की परत मागे फिरवता येत नाही, एकाच विशिष्ट दिशेने तिचा प्रवास होत रहातो. हा निसर्गाचा नियमच आहे, म्हणूनच, पाण्याच्या पेल्यात शाईचा ठिपका सोडला, तर हळूहळू शाईचे कण सर्व पाण्यात मिसळून जातात, या विधानावर प्रत्यक्ष प्रयोग करून न बघताही सर्वांचाच विश्वास बसतो. पण जर एखाद्याने म्हटलं की, माझ्या पेल्यात

थोड्या वेळाने आपोआप शाईचे कण परत एकत्र गोळा झाले आणि पुन्हा एकदा पाण्यात शाईचा एक ठिपका तयार झाला, तर त्याला निश्चितच आपण वेड्यात काढू. त्याचा प्रयोग बघण्याची सुद्धा आपल्याला गरज वाटणार नाही, आणि जरी बघितला तरी यात काहीतरी हातचलाखी आहे असंच आपल्याला वाटेल.

१९५१ साली बोरिस बेलुसोवच्या बाबतीत असाच काहीसा प्रकार घडला. बेलुसोव त्यावेळच्या सोविएत रशियाच्या सैनिकी प्रयोगशाळेत संशोधन करणारा रसायन शास्त्रज्ञ होता. तो ग्लायकॉलिसिस या जैवरासायनिक प्रक्रियेचा अभ्यास करत होता. सजीवांमध्ये ग्लुकोजचे रेणू विघटित होऊन ऊर्जा निर्मिती होण्याची जी रासायनिक प्रक्रिया घडते, तिला ग्लायकॉलिसिस म्हणतात. या प्रक्रियेचा काही भाग



बेलुसोव



झाबोटिन्स्की

प्रयोगशाळेत घडवून आणण्याचा बेलुसोवचा प्रयत्न होता. पण त्याला असं दिसलं, की त्याच्या मिश्रणातील रासायनिक प्रक्रिया पूर्णत्वालाच जाईना. मुळात रंगहीन असलेलं हे मिश्रण ठराविक काळानंतर पिवळं व्हायचं, मग परत ठराविक काळानंतर रंगहीन बनायचं, परत पिवळं बनायचं, परत रंगहीन बनायचं,... पुन्हा पुन्हा असे रंग बदलत रहायचं ! बेलुसोवच्या बशीत निसर्गाच्या मूलभूत नियमाचं उल्लंघन करत रंगहीन आणि पिवळ्या रंगांची आंदोलनं निर्माण होत होती !

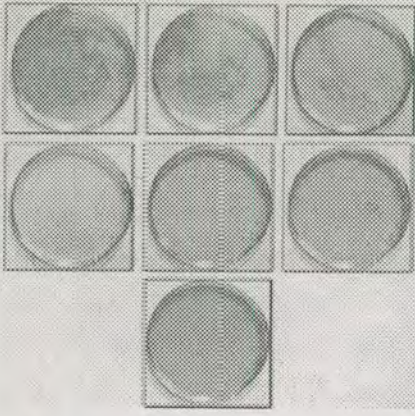
आपल्या या शोधाबद्दल बेलुसोवनं एक शोधनिबंध लिहिला, आणि जगातल्या महत्त्वाच्या नियतकालिकांकडे पाठवला. पण त्यानं जे पाहिलं होतं, ते इतकं अविश्वसनीय होतं, की कोणत्याही नियतकालिकानं त्याचा निबंध प्रसिद्धीसाठी स्वीकारला नाही. यामुळे बेलुसोवला प्रचंड नैराश्य आलं, आणि त्यानं विज्ञान संशोधनातून संन्यास घेतला.

पण नियतीच्या मनात काही वेगळंच होतं. यानंतर काहीच वर्षांनी रशियातल्याच दुसऱ्या एका संशोधन संस्थेत प्राध्यापक असलेल्या एस.सी. श्नोल या तरूण संशोधकाला जैवरासायनिक आवर्ती प्रक्रियांमध्ये रस निर्माण झाला. बेलुसोवच्या संशोधनाबद्दल त्याच्या कानावर काही आलं होतं. श्नोल बेलुसोवला भेटला, आणि त्यानं त्याला संशोधन पुन्हा सुरू करण्यासाठी खूप आग्रह

केला. पण बेलुसोवनं वैज्ञानिक संशोधनाशी नातं तोडून टाकण्याचा आपला निर्णय अजिबात बदलला नाही. मात्र त्यानं आपण पाहिलेल्या अभिक्रियेची कृती श्नोलला दिली, आणि त्याच्या संशोधन संस्थेच्या अंतर्गत नियतकालिकात आपला निबंध प्रसिद्ध करण्याची परवानगीही दिली. १९५७ साली बेलुसोवचा निबंध प्रसिद्ध झाला, पण रशियाच्या बाहेर त्याची कुणाला माहितीही झाली नाही.

इकडे श्नोलच्या मार्गदर्शनाखाली अनातोल झाबोटिन्स्की या विद्यार्थ्यानं बेलुसोवच्या रासायनिक अभिक्रियेचा सखोल अभ्यास केला. ही एक बंदिस्त प्रणाली असूनही त्यात आंदोलनं घडतात, पण कालांतरानं अभिक्रिया पूर्णत्वाला पोचते, तेव्हा यात निसर्गाच्या कोणत्याही नियमाचं उल्लंघन होत नाही, हे झाबोटिन्स्कीनं दाखवून दिलं. आज अशा आंदोलित होणाऱ्या अनेक रासायनिक अभिक्रिया आपल्याला माहित आहेत. अशा प्रकारच्या अभिक्रियांना 'बेलुसोव-झाबोटिन्स्की' किंवा थोडक्यात 'बी-झेड' अभिक्रिया म्हणून ओळखलं जातं.

अशीच एक बी-झेड अभिक्रिया रसायनशास्त्राच्या प्रयोगशाळेत उपलब्ध असणारी रसायनं वापरून आम्ही करून बघितली. तुम्हीही तुमच्या शाळेच्या प्रयोगशाळेत हे करू शकालं.



बी.झेड. प्रक्रियेतील रंगांची आंदोलने. पहिले तीन फोटो २/२ सेकंदाच्या अंतराने घेतले आहेत. आणि चौथा फोटो त्यानंतर १८ सेकंदांनी घेतला आहे. नंतरचे तीन फोटो पुन्हा २/२ सेकंदांनी घेतले आहेत.

१९७४ साली सायंटिफिक अमेरिकन या नियतकालिकात आर्थर विनफ्री या संशोधकानं पुढील कृती दिलेली आहे. याला लागणारी सर्व रसायनं शैक्षणिक संस्थांतील प्रयोगशाळांना रसायनं पुरवणाऱ्या कंपन्यांकडून सहज उपलब्ध होणारी आहेत.

२ मि.लि. तीव्र सल्फ्युरिक आम्ल आणि ५ मि.लि. सोडिअम ब्रोमेट ६७ मि.लि. शुद्ध पाण्यात (distilled water) मिसळा. (हे मिश्रण बनवताना काळजी घ्या. पाण्यात आम्ल ओतायचे आहे, आम्लात पाणी ओतू नका.) एका काचेच्या बशीत यातील ६ मि.लि. द्रावण ओता. १ ग्रॅम सोडिअम ब्रोमाइड १० मि.लि. पाण्यात विरघळवून द्रावण तयार करा, आणि त्यातील ०.५ मि.लि. द्रावण या बशीत ओता. आता १ ग्रॅम मॅलोनिक आम्ल १० मि.लि. पाण्यात विरघळवून द्रावण तयार करा, आणि त्यातलं १ मि.लि. द्रावणही बशीत ओता. साधारण

मिनिटभरात द्रावणाचा रंग प्रथम नारिंगी आणि मग रंगहीन होईल. आता यात ०.०२५ मोलार संहतीच्या फेरोईन या निदर्शकाचे (Indicator) १ मि.लि. द्रावण ओता, काचेच्या दांडीने चांगलं मिसळा, आणि पहा काय होतं ते.

आम्ही केलेल्या अशा प्रयोगात आम्हाला जे दिसलं, त्याची आम्ही छायाचित्रं काढली. यातली काही छायाचित्र तुम्ही या अंकाच्या मुखपृष्ठावर पाहिली आहेतच. तुमच्याही बशीतल्या द्रावणाचा रंग असाच लाल आणि निळ्यामध्ये आंदोलित होत असलेला तुम्हाला दिसेल.

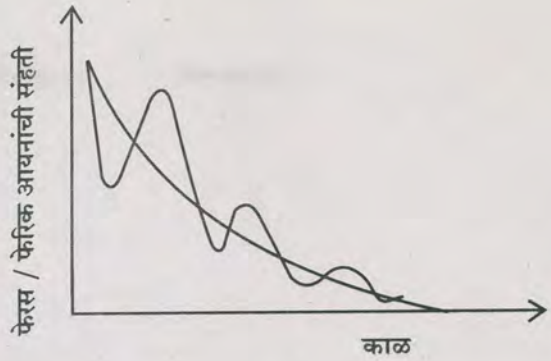
या प्रयोगात द्रावणांच्या संहती फार महत्त्वाच्या नाहीत, मात्र सांगितलेली सर्व रसायनं शुद्ध स्वरूपात हवीत, आणि द्रावणं बनवण्यासाठी वापरलेली काचपात्रं व अभिक्रिया पहाण्यासाठी वापरलेली बशी स्वच्छ हवी, द्रावणांच्या संपर्कात येणाऱ्या

कोणत्याही पृष्ठभागाला हाताचा स्पर्श होऊ न देणंही आवश्यक आहे. आपल्या हातावरील क्षारामधील क्लोराइडमुळे आंदोलनं थांबवली जाऊ शकतात.

यात नेमकं काय घडतं, हे समजून घेण्याचा प्रयत्न करू या. मॅलोनिक आम्लाची ब्रोमेटबरोबर अभिक्रिया होऊन ब्रोमोमॅलोनेट तयार

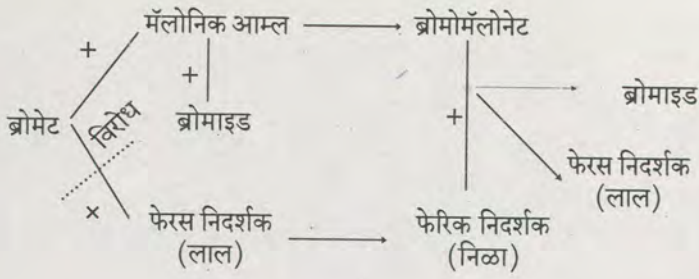
होतं, तसंच ब्रोमाइडबरोबर अभिक्रिया होऊनही ब्रोमोमॅलोनेट तयार होतं. पण या मिश्रणातील ब्रोमेटची निदर्शक म्हणून वापरलेल्या फेरोइनबरोबरही अभिक्रिया होऊ शकते. या अभिक्रियेत फेरोइनमधील लोहाची संयुजा +२ ची +३ होते, म्हणजेच या संयुगाची फेरस अवस्था ऑक्सिडीभवन होऊन फेरिक अवस्थेत रूपांतरित होते. या निदर्शकाच्या फेरस अवस्थेचा रंग आहे लाल, तर फेरिक अवस्थेचा रंग आहे निळा. मात्र जोपर्यंत मिश्रणात ब्रोमाइड उपलब्ध आहे, तोवर निदर्शकाच्या रूपांतरणाची प्रक्रिया घडू शकत नाही. आपल्या बशीत यामुळे जे घडतं ते असं -

निदर्शकामुळे प्रथम लाल दिसणाऱ्या मिश्रणात मॅलोनिक आम्लाची ब्रोमेट व ब्रोमाइडबरोबर अभिक्रिया होऊन ब्रोमोमॅलोनेट तयार होऊ लागतं. यामुळे



आकृती १

मिश्रणातील ब्रोमाइड वापरलं जातं. ब्रोमाइड कमी झालं की निदर्शकाच्या रूपांतरणाचा मार्ग मोकळा होतो. या रूपांतरणामुळे निदर्शकाचा मूळचा लाल रंग बदलून निळा होतो, व मिश्रण निळं दिसू लागतं. पण एकीकडे मिश्रणात ब्रोमोमॅलोनेटही तयार होत असतंच. ब्रोमोमॅलोनेटची निदर्शकाच्या फेरिक (निळ्या) अवस्थेशी अभिक्रिया होऊन पुन्हा फेरस (लाल) अवस्था निर्माण होते, तसंच ब्रोमाइड तयार होतं. मिश्रणातील ब्रोमाइडचं प्रमाण वाढलं, की पुन्हा एकदा निदर्शकाच्या फेरसकडून फेरिककडे (म्हणजेच लाल रंगाकडून निळ्या रंगाकडे) होणाऱ्या रूपांतरणावर निर्बंध बसतो, आणि मिश्रण परत लाल दिसू लागतं. अशा प्रकारे लाल व निळ्या रंगांमधील आंदोलनं जवळजवळ तासभर चालू रहातात. मिश्रणातील फेरस व फेरिक आयनांच्या



आकृती २

संहतीत आकृती १ मध्ये दिलेल्या आलेखाप्रमाणे हळुहळू ऱ्हास पावत जाणारी आंदोलनं निर्माण होतात. पण शेवटी मिश्रण कायमस्वरूपी लाल किंवा निळ्या रंगाचं बनलेलं दिसतं. मिश्रणाचा शेवटचा रंग कोणता असणार, हे मिश्रणातील रसायनांच्या मूळच्या संहतींवर अवलंबून आहे. आंदोलित होत होत का होईना, पण शेवटी अभिक्रिया पूर्णत्वाला जातेच. तेव्हा यात कोणत्याही निसर्गनियमाचं उल्लंघन होत नाही.

तुम्ही उपलब्ध रसायनांनुसार वर दिलेल्या कृतीत काही बदलही करू शकता. फेरोईनचं प्रमाण थोडं कमी करून त्याच्या जोडीनं ०.१ मोलार संहतीच्या सेरिक सल्फेटचे काही थेंब टाकले, तर दोन्ही रंग अधिक गडद बनतात. कारण या ठिकाणी फेरस व फेरिक यांत होणाऱ्या आंदोलनांच्याच जोडीने सेरिअम आयनांच्या +३ व +४ संयुजांच्या स्थितींचीही आंदोलनं निर्माण होतात. बेलुसोवने पाहिलेल्या मूळच्या अभिक्रियेत

सेरिअमच्या संयुजांमधील आंदोलनांमुळेच मिश्रणाचा रंग पिवळा व रंगहीन यामध्ये आंदोलित होत होता. पण पिवळा व रंगहीन यांतील फरकापेक्षा निळा व लाल यांतील फरक ओळखणं जास्त सोपं असल्यानं, बी-झेड अभिक्रियेच्या प्रात्यक्षिकांसाठी फेरस-फेरिक आंदोलनच वापरली जातात. सेरिअम सल्फेट व फेरोईन यांच्या परस्परसापेक्ष प्रमाणानुसार निळा आणि जांभळा किंवा हिरवा आणि लाल अशीही आंदोलनं बघायला मिळतात.

सल्फ्युरिक आम्लाऐवजी सोडिअम बायसल्फेट वापरायला हरकत नाही. बशीचं तापमान किंवा द्रावणांच्या संहती बदलून अभिक्रियेवर काय परिणाम होतो, याचाही अभ्यास करता येईल. मॅलोनिक आम्लाऐवजी सायट्रिक, मॅलेइक, मॅलिक, ब्रोमोमॅलोनिक किंवा डायब्रोमोमॅलोनिक आम्लं वापरली तरी चालतात. पण अशा मिश्रणात काही वेळा आंदोलन सुरू व्हायला ४० मिनिटांइतकाही कालावधी लागू

शकतो.

आम्ही आमच्या प्रयोगात फेरोईन व सेरिक सल्फेटचं मिश्रण निदर्शक म्हणून वापरलं, तसंच सोडिअम ब्रोमेटऐवजी पोटॅशियम ब्रोमेट वापरलं. विनफ्रीनं आपल्या

लेखात सुचवलेला आणखी एक बदलही आम्ही केला. आम्ही मूळ मिश्रणात ब्रोमाइड वापरलंच नाही. बशीतील अभिक्रियांत बदल घडवून आणणारा ब्रोमाइड हा आवश्यक अभिक्रियाकारक आहे. पण

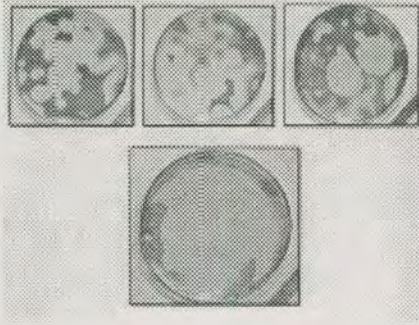
तिरंगी बी-झेड अभिक्रिया

४० मिली ३० टक्के हायड्रोजन पेरॉक्साइड ६० मिली शुद्ध पाण्यात मिसळलं की ३.६ मोलार संहतीचं हायड्रोजन पेरॉक्साइडचं द्रावण तयार होतं. हे द्रावण एका काचपात्रात घ्या. (हायड्रोजन पेरॉक्साइड हाताळताना काळजी घ्या.)

दुसऱ्या काचपात्रात ०.२०१ मोलार संहतीचं पोटॅशियम आयोडाइडचं द्रावण व ०.१५९ मोलार संहतीचं परक्लोरिक आम्ल यांचं मिश्रण बनवा. ४.३ ग्रॅम पोटॅशियम आयोडाइड १०० मिली द्रावण तयार होईल इतक्या पाण्यात मिसळून पूर्णपणे विरघळवलं की, ०.२०१ मोलार संहतीचं द्रावण तयार होईल. कदाचित पोटॅशियम आयोडाइड पूर्ण विरघळवण्यासाठी थोडं तापवावं लागेल. २.३ मिली ७० टक्के परक्लोरिक आम्ल १०० मिली द्रावणासाठी पुरेशा पाण्यात मिसळलं, की ०.१५९ मोलार संहतीचं द्रावण तयार होईल.

तिसऱ्या काचपात्रात ०.१५० मोलार संहतीचं मॅलोनिक आम्ल, ०.०२०१ संहतीचं मॅगॅनेज सल्फेट आणि ०.०३ टक्के स्टार्च एकत्र मिसळा. १०० मिली द्रावणाला पुरेशा पाण्यात १.५ ग्रॅम मॅलोनिक आम्ल विरघळवलं, की ०.१५० मोलार संहतीचं द्रावण बनेल. ०.३ ग्रॅम मॅगॅनेज सल्फेट १०० मिली द्रावणाला पुरेशा पाण्यात विरघळवलं, की ०.०२०१ संहतीचं द्रावण बनेल. एक लिटर पाण्यात ०.३ ग्रॅम स्टार्च विरघळवल्यावर ०.०३ टक्के स्टार्चचं द्रावण तयार होतं.

आता तिन्ही काचपात्रांतील द्रावणं सारख्या प्रमाणात एकत्र करा. या मिश्रणात रंगहीन ते सोनेरी ते निळा ते रंगहीन ... अशी तीन रंगांची आंदोलनं दिसून येतील. लेखात दिलेल्या अभिक्रियेत ब्रोमिनची महत्त्वाची भूमिका आहे, तर या अभिक्रियेत आयोडिन महत्त्वाची भूमिका बजावतो.



लाल मिश्रणातील एखाद्या बिंदुतून निळा रंग निर्माण होऊन त्याचा ठिपका हळुहळू मोठा व्हायला लागतो, पण काही काळानंतर त्या ठिपक्याच्या केंद्रबिंदूशी अभिक्रिया बदलते आणि निळ्या मिश्रणातील या बिंदुतून एक लाल रंगाचा ठिपका मोठा मोठा होत चाललेला दिसू लागतो.

ब्रोमोमॅलोनेटद्वारा फेरस निदर्शकाचं फेरिक अवस्थेत रूपांतर होत असताना मिश्रणातच तो तयारही होतो. आम्ही केलेल्या या बदलाचा फायदा असा की, मिश्रणात उपलब्ध ब्रोमाइडचं प्रमाण कमी झाल्यानं अभिक्रियेतील आंदोलनांची वारंवारता वाढली.

बी-झेड अभिक्रियेत बशीतील रंग केवळ काळाबरोबरच बदलतात, असं नाही, तर स्थळाबरोबरही बदलतात. मिश्रण जर सतत ढवळलं नाही, तर बशीत एखाद्या विशिष्ट ठिकाणी वेगवेगळ्या रसायनांचं काय प्रमाण आहे, त्यानुसार त्या ठिकाणाचा रंग ठरतो. त्यामुळे आजुबाजूच्या लाल मिश्रणातील एखाद्या बिंदुतून निळा रंग निर्माण होऊन त्याचा ठिपका हळुहळू मोठा व्हायला लागतो, पण काही काळानंतर त्या ठिपक्याच्या केंद्रबिंदूशी अभिक्रिया बदलते आणि आजुबाजूच्या निळ्या मिश्रणातील या बिंदुतून एक लाल रंगाचा ठिपका मोठा मोठा होत चाललेला दिसू लागतो. अशा

रीतीनं मिश्रणात रासायनिक लहरी निर्माण होतात. या खऱ्या अर्थाने रासायनिक लहरी असतात, कारण मिश्रण पूर्णपणे स्थिर असतानाच त्या निर्माण होतात. आम्ही पाहिलेल्या अशा लहरींचीही काही छायाचित्रं मुखपृष्ठावर आहेत.

बी-झेड अभिक्रिया ही स्वतःचे अभिक्रियाकारक स्वतःच निर्माण करणारी (autocatalysis) अभिक्रिया आहे. यातला ब्रोमाइड हा अभिक्रियाकारक अभिक्रियेच्या उत्पादनांपैकीच एक आहे. ही अभिक्रिया म्हणजे धन प्रतिसादाचं (positive feedback) एक उदाहरण आहे. एखाद्या प्रक्रियेमध्ये निष्पन्न होणारा निकाल या प्रक्रियेच्या कारकांवर परिणाम करत असेल, तर याला शास्त्रीय परिभाषेत प्रतिसाद (feedback) म्हणतात. आपल्या दैनंदिन आर्थिक व्यवहारांत प्रतिसादांची अनेक उदाहरणं दिसतात. एका वर्षी कांद्याचं उत्पन्न कमी निघालं की, कांद्याचा भाव गगनाला भिडतो. यामुळे पुढील वर्षी जास्त शेतकरी

प्रतिसाद नियंत्रण यंत्रणा (feedback control mechanism)

प्रक्रियेच्याच निकालाद्वारे प्रक्रियेचे नियंत्रण करण्यासाठी प्रतिसादाचा वापर करता येतो. हे तत्त्व बऱ्याच इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांमध्ये वापरले जाते. उदा. रेफ्रिजरेटर. रेफ्रिजरेटरचे बटण जरी सतत चालू स्थितीत असले, तरी रेफ्रिजरेटर विजेचा सतत वापर करत नाही. आपणहून विद्युतप्रवाह एकदम चालू होतो, मग थोड्या वेळाने बंद होतो, परत थोड्या वेळाने चालू होतो, असेच सतत घडत असते. असे घडण्याचे कारण म्हणजे रेफ्रिजरेटरमध्ये असणारी एक प्रतिसाद नियंत्रण यंत्रणा. एका इलेक्ट्रॉनिक उपकरणाद्वारे आतील तपमान सतत मोजले जात असते. रेफ्रिजरेटर चालू केल्यानंतर तपमान विशिष्ट पातळीच्या खाली गेले, की विद्युतप्रवाह थांबवला जातो. रेफ्रिजरेटरच्या बाजूने उष्णतारोधक आवरण असल्याने, आतला थंडपणा बराच वेळ टिकतो. पण हळूहळू तपमान वर चढत असतेच. ते एका ठराविक पातळीच्या वर गेले, की विद्युतप्रवाह पुन्हा चालू होतो, आणि तपमान परत उतरवले जाते. या यंत्रणेमुळे विजेचा कमी वापर करूनही रेफ्रिजरेटरमधील तपमान स्थिर राखणे शक्य होते.

कांद्याचं पीक घेतात, उत्पादन विक्रमी होतं, आणि भाव कोसळतात, या प्रक्रियेत कांद्याचे भाव हा निकाल व कांद्याचं उत्पादन हा कारक आहे, असं म्हणता येईल. प्रतिसाद हा धन (positive) किंवा ऋण (negative) असू शकतो. धन प्रतिसादात निकालामुळे कारकांची ऊर्जा वाढते, तर ऋण प्रतिसादात ती कमी होते. भाव वाढल्यामुळे पुढील वर्षी कांद्याचं उत्पादन वाढणं, हा धन प्रतिसाद आहे. पण शेतकऱ्यांनी परस्पर सहकार्यानि नीट नियोजन केलं, आणि चढा भाव कायम ठेवण्यासाठी पुढच्या वर्षीही कांद्याचं उत्पादन कमी केलं, तर हे ऋण प्रतिसादाचं उदाहरण

म्हणता येईल. लेखाच्या सुरुवातीला उल्लेखलेल्या हरणं आणि सिंहांच्या जैविक प्रणालीतही प्रतिसादाची महत्त्वाची भूमिका आहे, हे एव्हाना तुमच्या लक्षात आलं असेलच. खरं जर जैविक प्रणालींमधील प्रतिसाद हा एका स्वतंत्र लेखाचाच विषय आहे.

नाभिकीय शृंखला अभिक्रियेत (nuclear chain reaction) रासायनिक पातळीवर धन प्रतिसाद दिसून येतो. यात एका युरेनिअम अणूच्या विभाजनातून निर्माण होणारे न्यूट्रॉन्स आणखी युरेनिअम अणूंचं विभाजन घडवून आणतात. न्यूट्रॉन शोषून

बी.झेड. अभिक्रियेचा उपयोग

जपानमधील संशोधकांनी बी.झेड अभिक्रिया दाखवणाऱ्या जेलीसारख्या अर्ध-घन पॉलिमरचा शोध लावला आहे. खाण्याचे पातळ पदार्थ घट्ट बनवण्यासाठी वापरले जाणारे एक पॉलिमर आहे, आयसोप्रोपाइल अॅक्रिलॅमाइड. यात रुथेनिअम धातूचं एक कार्बनी संयुग मिसळलं, की नारिंगी रंगाचं मिश्रण तयार होतं. पण हळूहळू रुथेनिअमचं ऑक्सिडीभवन होऊ लागतं, आणि मिश्रणाचा रंग हिरवा होतो. याचबरोबर पॉलिमरच्या रेणूंच्या साखळ्यांमध्ये विद्युतीय विकर्षण वाढून हा पदार्थ थोडा प्रसरणही पावतो. काही वेळानंतर ऑक्सिडीभवन झालेल्या रुथेनिअमची मात्रा वाढली, की अॅनॉक्सिडीभवन सुरु होते. यामुळे पुन्हा मिश्रणाचा रंग नारिंगी होतो, आणि पदार्थाचं आकारमान मूळ पदावर येतं. अशा रितीनं दर ६ मिनिटांनी या पदार्थाचे रंग व आकारमान बदलत राहतात.

संशोधकांच्या मते, या पदार्थाचे अनेक उपयोग होऊ शकतात. समजा, शरीरात एखादं औषध हळूहळू सोडायचं असेल, तर यातील आवर्ती अभिक्रियेचा उपयोग करून घेता येईल. हा पदार्थ पेसमेकर म्हणूनही काम करू शकतो. याच्या प्रसरण व आकुंचन पावण्याच्या नियमित आवर्तनांच्या मदतीनं हृदयाचे ठोके नियंत्रित करणं शक्य आहे.

घेऊ शकणारे पदार्थ वापरून त्यांची संख्या मर्यादित ठेवली, तर ही शृंखला अभिक्रिया नियंत्रित करता येते. अणुबाँबमधील अनियंत्रित शृंखला अभिक्रिया महाविध्वंसक स्फोट निर्माण करते. ज्वलनाच्या किंवा स्फोटाच्या बहुतेक रासायनिक प्रक्रिया या अशा प्रकारच्या स्वतःचे अभिक्रियाकारक स्वतःच निर्माण करणाऱ्या व धन प्रतिसादानं नियंत्रणाबाहेर जाणाऱ्या अभिक्रिया असतात. पण याच गटात मोडणाऱ्या बी-

झेड अभिक्रियेत मात्र अभिक्रिया नियंत्रणाबाहेर जात नाही. याचं कारण म्हणजे, या मिश्रणात एकमेकांशी स्पर्धा करणाऱ्या दोन अभिक्रिया घडत असतात, आणि त्या एकमेकांना नियंत्रित करतात. आकृती २ वरून हे जास्त स्पष्ट होईल.

बदलणारे रंग हे बी-झेड अभिक्रियेचं एक आकर्षक वैशिष्ट्य आहे, आणि रसायनशास्त्र मनोरंजक बनवण्यासाठी शिक्षकांना याचा उपयोग होऊ शकतो, हे तर खरंच, पण

शास्त्रीय संशोधनाच्या दृष्टीनेही या अभिक्रियांच्या अभ्यासाला महत्त्व आहे. याचं कारण म्हणजे, या अभिक्रिया काळाबरोबर किंवा स्थळाबरोबर बदलणारे आकृती-विशेष (patterns) निर्माण करतात. अशा प्रकारचे आकृती-विशेष झेब्राच्या अंगावरच्या पट्ट्यांपासून शेअरच्या भावातील चढउतारांपर्यंत सर्वत्र दिसून येतात, आणि या पूर्णपणे वेगवेगळ्या प्रणालींत निर्माण होणाऱ्या आकृती-विशेषांमागे मूलभूत पातळीवर प्रतिसादाची एकच यंत्रणा (feedback mechanism) कार्यरत आहे, असं संशोधकांना दिसून आलं आहे. त्यामुळे निर्माण करायला आणि निरीक्षण करायला तुलनेनं सोप्या अशा बी-झेड अभिक्रियांच्या सखोल अभ्यासातून इतर क्षेत्रांत दिसणाऱ्या आकृती-विशेषांची कोडी उलगडता येतील, असा शास्त्रज्ञांना विश्वास वाटतो. ❖❖

आधार

- आर्थर विनफ्री आणि जर्ल वॉकर, सायंटिफिक अमेरिकन, जून १९७४, जुलै १९७८
- फिलिप बॉल, द सेल्फ-मेड टेपस्ट्री : पॅटर्न फॉर्मेशन इन नेचर, ऑक्सफर्ड युनिवर्सिटी प्रेस, लंडन (१९९९)

लेखक - अश्वय कर्नाटकी, पुणे विद्यापीठ पदार्थविज्ञान विभागात विद्यार्थी.

अरुण बनपूरकर, पुणे विद्यापीठ पदार्थविज्ञान विभागात व्याख्याता. रासायनिक प्रणालींतील आकृती-विशेषांवर संशोधन.

प्रियदर्शिनी कर्वे, व्याख्याता, सिंहगड कॉलेज ऑफ इंजिनिअरिंग, ग्रामीण भागासाठी उपयुक्त तंत्रज्ञानावर संशोधन. विज्ञान लेखनात रस.

ऑगस्ट १९ ते जुलै २०००

ऑगस्ट २००० ते जुलै २००१

या दोन्ही वर्षांचे ६-६ अंकांचे संच उपलब्ध आहेत.

शाळेत शिकणाऱ्या किंवा शिकवणाऱ्या

आपल्या मित्रमैत्रिणी-नातेवाईकांना हे संच भेट द्या.

उल्कापाताचे प्रताप

बुलढाणा जिल्ह्यात लोणार नावाच्या खेड्याजवळ एक खाऱ्या पाण्याचं तळं आहे. जगातील सर्वांत मोठं खाऱ्या पाण्याचं तळं आहे, आफ्रिकेतील घाना देशातलं बोस्मात्वी तळं (व्यास १० कि.मी.). दुसरा क्रमांक आहे, कॅनडातील न्यू क्युबेक तळ्याचा (व्यास ३५०० मी.), आणि तिसऱ्या क्रमांकावर आहे आपलं लोणारचं तळं (व्यास १८०० मी.). पण या तळ्याचं याहीपेक्षा महत्त्वाचं वैशिष्ट्य आहे, त्याच्या निर्मितीचा इतिहास. संशोधकांच्या मते, सुमारे ५०००० वर्षांपूर्वी ६० मी. लांबीचा आणि २० लाख टन वजनाचा एक महाकाय उल्कापाषाण या ठिकाणी पृथ्वीवर येऊन आदळला. ही टक्कर इतकी जबरदस्त होती, की त्यातून ६ मेगाटन अणुबाँबइतकी ऊर्जा बाहेर पडली. यामुळे पृथ्वीला १८०० मी. व्यासाचं आणि १७० मी. खोल असं प्रचंड मोठं विवर पडलं. या विवराच्या कडेने खडक मूळच्या पातळीच्या २० मी. उंच उचलले गेले. याच विवराचं पुढे खाऱ्या पाण्याच्या नैसर्गिक तळ्यात रूपांतर झालं. याच तळ्याचे एक छायाचित्र कव्हर ३ वर पहा.

१८२३ साली सी.जे.इ. अलेक्झांडर या ब्रिटिश अधिकाऱ्याने या तळ्याकडे संशोधकांचं लक्ष वेधलं. १८९६ मध्ये

जी.के. गिल्बर्ट या अमेरिकन भूगर्भशास्त्रज्ञाने हे तळं उल्कापाषाणाच्या टकरीमुळे निर्माण झालं असल्याचं सिद्ध केलं. जिऑलॉजिकल सर्वे ऑफ इंडिया, युनायटेड स्टेट्स जिऑलॉजिकल सर्वे, आणि इतर काही संस्थांनी मिळून केलेल्या सखोल अभ्यासानंतर, या विवराचा जन्म ५०००० वर्षांपूर्वी उल्कापाषाणाच्या टकरीमुळे झाला, हे सर्वमान्य झालं आहे.

उल्कापाषाणांच्या टकरीमुळे पृष्ठभागावर विवरं तयार होणं ही गोष्ट सूर्यमालेतील आतल्या बाजूच्या (सूर्याजवळच्या) ग्रह व उपग्रहांसाठी नवीन नाही. बुध, मंगळ तसेच चंद्राच्या पृष्ठभागावर अशी असंख्य विवरे दिसतात. पृथ्वीलाही मोठ्या प्रमाणावर उल्कापाषाणांचा मारा सोसावा लागला आहे, पण खडकांची झीज व मातीच्या नवीन थरांची निर्मिती, ज्वालामुखीचे उद्रेक व भूकंपांमुळे भौगोलिक रचना बदलणे, इ. भौगोलिक घडामोडी पृथ्वीवर सतत चालू असतात. यामुळे उल्कापाषाणांच्या टकरींच्या अनेक खुणा काळाच्या ओघात पुसल्या गेल्या आहेत. परिणामतः आज आपल्याला पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर फक्त १२० अशी विवरं सापडली आहेत. ही विवरं शोधून काढण्यात पृथ्वीच्या कानाकोपऱ्यांचा

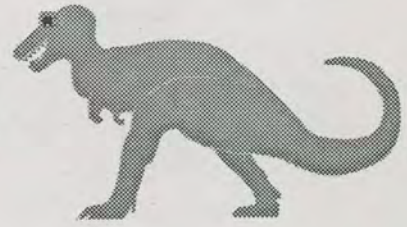
धांडोळा घेणाऱ्या साहसी प्रवासवीरांबरोबरच कृत्रिम उपग्रहांद्वारे काढलेल्या पृथ्वीच्या पृष्ठभागाच्या छायाचित्रांनी महत्त्वाची कामगिरी बजावली आहे.

एखादं विवर उल्कापाषाणामुळेच निर्माण झालं आहे, हे कसं ओळखायचं ? विवराचा आकार (गोलाकार खोल खड्डा व कडेने खडक भिंतीसारखे वर उचलले गेले असणं) हा एक महत्त्वाचा निकष आहेच, पण शास्त्रीय दृष्ट्या स्वीकारार्हं असा पुरावा म्हणजे विवरात उल्कापाषाणाचे अवशेष सापडणं. अर्थात टकरीत निर्माण होणाऱ्या प्रचंड ऊर्जेमुळे उल्कापाषाण पूर्णतः वितळूनही जाऊ शकतो. पण अशा वेळी त्यातील रासायनिक पदार्थ आजुबाजूच्या खडकांत मिसळून जातात, आणि या खडकांच्या रासायनिक परीक्षणात दिसून येतात. उल्कापाषाणाच्या टकरीमुळे पृथ्वीच्या पृष्ठभागात कंपने निर्माण होतात, कंपनांच्या लहरी आजुबाजूला पसरतात. आणि वेगवेगळ्या रूपात आपल्या खुणा मागे सोडतात. उदाहरणार्थ, टकरीच्या स्थानाच्या

आजुबाजूला असलेल्या खनिज स्फटिकांत विशिष्ट रचनादोष निर्माण झालेले दिसतात. अशा खुणांच्या मदतीनेही टकरीची जागा शोधता येते.

पृथ्वीवर होणाऱ्या अशा उल्कापातांनी जीवसृष्टीच्या उत्क्रांतीत महत्त्वाची कामगिरी बजावली आहे, असं संशोधकांचं मत आहे. ६६० लाख वर्षांपूर्वी पृथ्वीवरून डायनोसोरसारखे महाकाय प्राणी अचानक नाहीसे झाले. बहुतेक संशोधकांचं असं मत आहे, की यावेळी पृथ्वीची एखाद्या विशाल उल्कापाषाणाबरोबर टक्कर झाली असावी, आणि यामुळे अचानक पर्यावरणात जे बदल झाले, ते सहन न झाल्याने हे प्राणी नष्ट झाले असावेत. या आणि अशाच घटनांतून जीवसृष्टीच्या उत्क्रांतीची प्रक्रिया पुढे पुढे सरकत गेली असावी, असाही एक सिद्धांत मांडला जातो.

तेव्हा उल्कावर्षावाची मनोहारी दृश्यं पहात असतानाच उल्कापाताच्या प्रतापांचीही आठवण ठेवा.

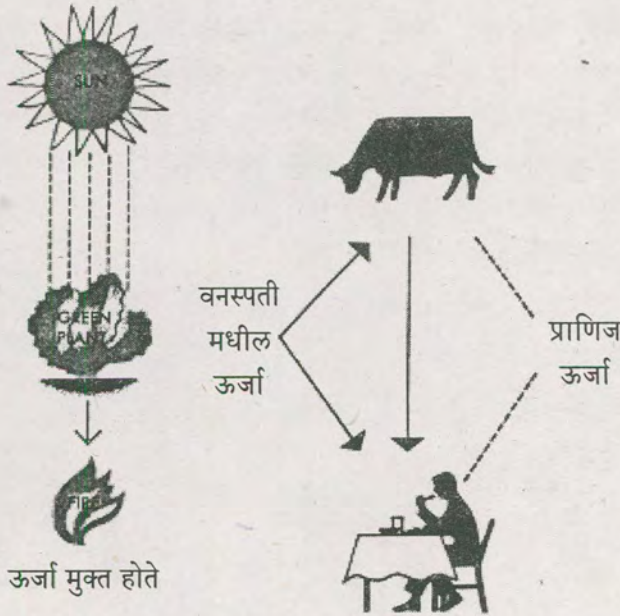


अन्नाकडून ऊर्जेकडे

लेखक : कॅथरीन हॉफमन अनुवाद : नागेश मोने

आपल्या दैनंदिन जीवनात आपण निरनिराळ्या ऊर्जा प्रकारांचा वापर करित असतो. कपड्यांना इस्त्री करताना उष्णता ऊर्जेचा तर भर उन्हाळ्यात पंख्यांची पाती फिरविण्यासाठी यांत्रिक ऊर्जेचा उपयोग आपण करतो. अर्थात या दोन्हीसाठी लागणारी विद्युत ऊर्जा तर आपल्या

जीवनाचा अविभाज्य भाग बनली आहे. एका ऊर्जेचे रूपांतर दुसऱ्या ऊर्जेमध्ये होणे म्हणजे ऊर्जा रूपांतरण होय. यांत्रिक ऊर्जा विद्युत ऊर्जेत तर विद्युत ऊर्जा प्रकाश व उष्णता ऊर्जेत रूपांतरित होऊ शकते हे आपण जाणतो. ऊर्जेची स्वतंत्र निर्मिती अथवा नाश करता येत नाही. विश्वातील



एकूण ऊर्जेचा संचय असा स्थिर असतो, अक्षय्य राहतो. पेशींच्या संदर्भात ऊर्जेचा विचार करूयात. पेशीला स्वतःचे अस्तित्व टिकविण्यासाठी ऊर्जेची गरज असते. पेशी ही ऊर्जा बाहेरील स्रोतांपासून घेते. अर्थात ही ऊर्जा वापरण्यायोग्य स्वरूपातच घ्यावी लागते. आपण एकूणच ऊर्जेबाबत विचार करूयात. अन् मग आपली ऊर्जेची गरज पूर्ण करण्यासाठी पेशी ती ऊर्जा कशी मिळवितात, व कशी रूपांतरीत करतात हे देखील पाहूयात.

ऊर्जा म्हणजे कार्य करण्याची क्षमता. पदार्थ गतिमान अवस्थेत असला तर त्यात गतिज ऊर्जा अन् स्थिर असला तर त्यात स्थितिज ऊर्जा असते. 'अ' गोटी 'ब' ला मारली तर 'ब' गोटी गतिमान होणार कारण 'अ' ची गतिज उर्जा 'ब' ला मिळाली. समजा तुम्ही 'ब' गोटीवर 'अ' गोटी धरली तर 'अ' गोटीमध्ये अधिक स्थितिज ऊर्जा साठलेली राहणार कारण ती जेव्हा पडेल तेव्हा 'ब' ला विस्थापित करू शकेल. म्हणजेच 'अ' च्या स्थितिज ऊर्जेचे रूपांतर गतिज ऊर्जेत होईल, गतीमध्ये होईल. म्हणजे एका प्रकारच्या ऊर्जेचे रूपांतर दुसऱ्या प्रकारात होईल.

अणू, रेणू आणि विद्युत् भारित अणू म्हणजे आयन यातही अशा प्रकारचे ऊर्जारूपांतरण होतच असते. एखाद्या कणाचे विभाजन होताना अथवा आपला हिस्सा

दुसऱ्या कणाच्या हिश्याला देताना किंवा दुसऱ्या कणाला स्वतःमध्ये सामावून घेऊन अधिक गुंतागुंतीचा बनताना अशा प्रकारचे ऊर्जा रूपांतरण होत राहते. रासायनिक अभिक्रिया होताना अशाच तर घटना घडत असतात.

बंधात बंदिस्त ऊर्जा

अणूंना एकत्र बांधून ठेवणारे बल आहे. दोन अणू एकत्र राहण्यासाठी असणारे हे बल म्हणजे बंध. रासायनिक ऊर्जा ही या बंधात साठविली जाते. या बंधांच्या सामर्थ्यावरून त्यांचे अशक्त अथवा दुर्बल अन् सशक्त अथवा सबल अशा दोन गटात वर्गीकरण केले जाते. सशक्त असणारा बंध सहजासहजी नाही तुटत. पण त्याच्यामधील एकूण ऊर्जा मात्र कमी असते. कारण उघड आहे, की सशक्त बंध तयार होतानाच खूप ऊर्जा वापरली जाते. अर्थातच दुर्बल बंध सहजी तुटतो, अधिक ऊर्जावान असतो. दुर्बल बंधात असणारा अणू सहजच मुक्त होऊ शकतो.

रासायनिक बंधातून मुक्त होणारी ऊर्जा

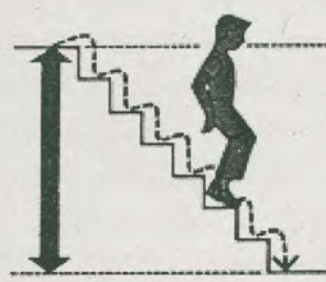
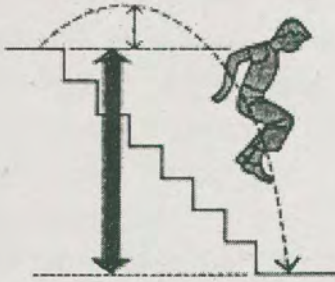
रासायनिक अभिक्रियेत भाग घेणारे पदार्थ म्हणजे अभिक्रियाकारके अन् तयार होणारे पदार्थ म्हणजे उत्पादिते. एखाद्या अभिक्रियेतील उत्पादितांपेक्षा अभिक्रियाकारकांमधील ऊर्जा अधिक असेल तर ऊर्जेचे उत्सर्जन होते. यातील काही ऊर्जा, जिला आपण मुक्त ऊर्जा

म्हणूयात, ही उपयोगात आणता येते. ही ऊर्जा काही वेळेस एकदाच उत्सर्जित होते, तर काही वेळेस ती टप्प्याटप्प्याने उत्सर्जित होते.

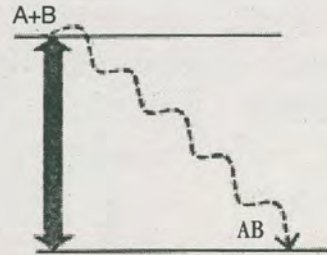
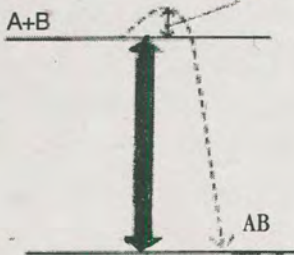
या एकदम उत्सर्जित होणाऱ्या वेगवान ऊर्जेचे उदाहरण आपल्याला वेल्डरच्या दुकानात पहावयास मिळते. ऑक्सिजनच्या अन् हायड्रोजनच्या टाक्या एकमेकांशेजारी असतात तिथे अन् त्या प्रत्येक टाकीतून एक नळी बाहेर काढलेली असते. वेल्डरच्या हातातील गन्मध्ये ऑक्सिजन व हायड्रोजन एकत्र येऊन मिश्रण पेट घेते. एक निळी ज्योत

मिळत राहते. लोखंड कापू शकेल इतकी उष्णता असते या ज्योतीत. कुठून येते इतकी उष्णता ! अर्थात मिश्रण पेटविणाऱ्या काडीतून तर नक्कीच नाही.

हायड्रोजन अन् ऑक्सिजन एकमेकात अभिक्रिया सुरू करतात तेव्हा त्यांच्या रेणूंमधील अणूंतील बंध तोडण्यासाठी ऊर्जेची गरज असते. सुरुवातीला ही आवश्यक ऊर्जा काडीने पुरविली. नंतर हायड्रोजन व ऑक्सिजन एकत्र येऊन पाणी तयार होताना खूप मोठ्या प्रमाणात ऊर्जा बाहेर पडते. हायड्रोजनच्या रेणूंमधील व



क्रिया सुरू होण्यासाठी लागणारी (कारक) ऊर्जा



दोन्ही क्रियांमध्ये मुक्त होणारी ऊर्जा सारखीच आहे. त्याचप्रमाणे रासायनिक क्रियादेखील एकाच टप्प्यात किंवा अनेक लहान लहान पायऱ्यांनी होऊ शकते.

ऑक्सिजनच्या रेणूंमधील बंध तोडण्यासाठी आवश्यक असणाऱ्या ऊर्जेपेक्षा खूप अधिक ऊर्जा असते ही.

ही संकल्पना आपण शिखर आणि दरी यांच्या साहाय्याने समजावून घेऊ. यासाठी आपण एका चित्राचा वापर करूयात. हे चित्र म्हणजे एक प्रकारचा नकाशा आहे. जरा निरीक्षण करा या चित्राचे.

डावीकडे अभिक्रियाकारके अन् उजवीकडे उत्पादिते आहेत. मध्यभागी एक टेकडी आहे. A आणि B यांच्यात अभिक्रिया होण्यापूर्वी A आणि B हे पूर्णतः भिन्न आहेत.

त्यांच्यात त्यांची स्वतःची गतिज ऊर्जा आहेच. ते जसजसे एकमेकांच्या जवळ येतील तसतशी त्यांच्यातील गतिजऊर्जा कमी कमी होते अन् तितकीच स्थितिज ऊर्जा वाढते. थोडक्यात काय A या रेणूतील अणूंमधील आकर्षण बल किंवा B या रेणूतील अणूंमधील आकर्षण बल कमी होत जाते, किंवा संपूर्ण नष्ट होते किंवा A किंवा B मधील अणूंच्या कंपनांमध्ये सर्व ऊर्जा समाविष्ट होते.

सुरुवातीला अभिक्रियेला टेकडीच्या शिखरापर्यंत जाणे भागच आहे. त्यासाठी आवश्यक आहे, ऊर्जेचा पुरवठा. या आवश्यक ऊर्जेला म्हणतात कारक ऊर्जा. ती अभिक्रियेला सक्रिय करते म्हणून कारक ऊर्जा. म्हणजे A ला अथवा B ला ती शिखरावर पोहोचवायला कारणीभूत ठरते तर!

जसजशी अभिक्रिया होत राहते, म्हणजे शिखरावरून दरीकडे जसजसा प्रवास होतो. तसतशी स्थितिज ऊर्जा कमी होत जाते अन् या घटीएवढीच गतिज ऊर्जा वाढत जाते. शेवटी उत्पादित AB मधील स्थितिज ऊर्जा ही अभिक्रिया-कारकांपेक्षा कमी आहे म्हणजे वातावरणात ऊर्जा उत्सर्जित केली गेली हे ओघानेच आले. या ऊर्जेला अभिक्रिया उष्णता अथवा अभिक्रियेचा उष्मा असे म्हणतात.

अनेक मार्गांनी होणारे ऊर्जा उत्सर्जन एकाच क्षणार्धात संपूर्ण अभिक्रिया होते असे नाही. ते नेहमीच शक्यही असते अथवा योग्यही असते असे नाही. अभिक्रियेचा एकूण उष्मा आपल्याला छोट्या छोट्या टप्प्यांमधून अभिक्रिया पुढे जात असताना मिळणाऱ्या उष्णतेच्या एकत्रीकरणातूनही मिळविता येतो. शिखरावरून एकदम खाली येण्याऐवजी छोट्यामोठ्या टेकाडांवरून वा दऱ्यांमधूनही खाली येता येतेच की! पहिल्या शिखरापर्यंत जाण्यासाठी वापरलेली जी कारक ऊर्जा आहे ती अभिक्रिया उष्णता या स्वरूपात आपल्याला पहिल्या दरीत उतरताना उपलब्ध होणारच आहे अन् ती वापरून पुढच्या शिखरावर जाण्यासाठी मदत होणारच आहे. आहे ना परस्परावलंबित्व! शृंखलाच आहे जणू काही. तीव्र उतार अन् टप्पाटप्पात खाली येणे यांच्या रेखाकृती जरी भिन्न दिसल्या तरी एकूण उंचीत कुठे फरक

पडतोय ? ज्यांच्यात अभिक्रिया होते आहे ती अभिक्रिया कारके अन् जे पदार्थ मिळणार आहेत ती उत्पादिते दोन्ही वेळेस सारखीच आहेत. यामुळे अभिक्रियेच्या सुरुवातीची A व B ची स्थितिज ऊर्जा व अभिक्रिया पूर्ण झाल्यानंतरची AB ची स्थितिज ऊर्जा यांतील फरकही सारखाच आहे. आता या पार्श्वभूमीवर पेशींचा विचार करू.

आपल्याला ठाऊक आहे की पेशी त्यांच्या आसपासच्या भागातून ऊर्जा शोषून घेतात अन् जैविक प्रक्रिया चालू ठेवण्यासाठी ती ऊर्जा वापरतात. सर्वसाधारणपणे १०० ते ४५० सेल्सिअसच्या दरम्यान पेशी जिवंत राहात असल्याने पेशींनी ही ऊर्जा कमी व स्थिर तापमानातच वापरणे श्रेयस्कर ठरते. आसपासच्या परिसरातून ऊर्जा शोषून घेण्याची ही प्रक्रिया अन् प्रत्येक टप्प्यावर ऊर्जा उत्सर्जित करणारी टप्प्याटप्प्यांची प्रक्रिया यांची तुलना आपण करू शकतो. मुळात पेशी ऊर्जा मिळविते कशी याचाच विचार करूयात.

पेशी व ऊर्जा

आजकाल शास्त्रज्ञांनी पेशींमधील रासायनिक अभिक्रिया व ऊर्जा देवाणघेवाण यांच्या संदर्भातच पेशीची रचना समजावून घेण्याच्या प्रतिकृती बनविल्या आहेत. पेशींचे दोन प्रकार आहेत. काही पेशी स्वयंपोषी तर काही परपोषी. स्वयंपोषी म्हणजे स्वतःच अन्नपदार्थांची निर्मिती करणाऱ्या तर काही

इतरांनी बनविलेल्या अन्नावर अवलंबून असणाऱ्या परपोषी. परपोषी पेशींचे हात अन्न बनविण्याच्या बाबतीत जणू बांधलेले. या पेशी वनस्पतींनी तयार केलेल्या पिष्टमय पदार्थांवर व नायट्रोजन युक्त प्रथिनांवर अवलंबून असतात.

कार्बन डाय ऑक्साईड व पाणी यांचे रेणू निसर्ग अशा तऱ्हेने वापरतो की ऊर्जा उत्पन्न व्हावी अन् पृथ्वीवरील सजीव सृष्टीचे अस्तित्व अबाधित रहावे. स्वयंपोषी वनस्पतीमधील पेशी पाणी व कार्बन डाय ऑक्साईड यांच्या सहाय्याने पिष्टमय पदार्थ व प्राणवायू निर्माण करतात. पिष्टमय पदार्थांचे व ऑक्सिजनचे रेणू तयार होण्यासाठी आवश्यक त्या अणूंच्या बंधांमध्ये सूर्यापासून मिळालेली ऊर्जा साठवून ठेवली जाते. परपोषी पेशी या स्वयंपोषी वनस्पतींनी तयार केलेल्या पदार्थांवर अवलंबून आहेत. स्वयंपोषी वनस्पतींच्या अन्न साठ्याचे म्हणजे विशेषतः ग्लूकोजचे (पिष्टमय पदार्थांचे) ऑक्सिडीकरण होते म्हणजे ज्वलन होते व कार्बन डायऑक्साईड व पाणी मिळते व त्याचबरोबर ऊर्जा उत्सर्जित होते. म्हणजे बंधांमध्ये ऊर्जा समाविष्ट होणे व बंधांमधून ऊर्जा उत्सर्जित होणे या अन्योन्यच क्रिया आहेत. फार प्राचीन काळापासून माणसाच्या अभ्यासाचा हा विषय राहिला आहे.

श्वसन प्रक्रियेचे स्वरूप

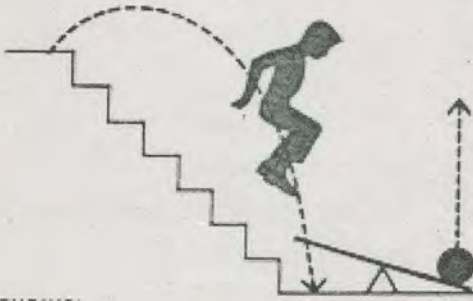
कार्बनी पदार्थांच्या ज्वलनाची (हवेतील) छोटी आवृत्ती म्हणजे पेशीमधील ज्वलन होय. अठराव्या शतकातील अँटनी लॅव्हाझिएने हे पहिल्यांदा ओळखले. १७४३ ते १७९४ या कालखंडातील फ्रान्समधील हा रसायनशास्त्रज्ञ. ज्वलन अन् श्वसन या दोन्ही प्रक्रियात इंधनाची अन् प्राणवायूची गरज असते. दोन्ही प्रक्रियात पाणी, कार्बनडायाऑक्साईड अन् ऊर्जा निर्माण होते. ऑक्सिजनच्या रेणूंमधील वा ग्लुकोज अथवा इतर इंधनांच्या रेणूंमधील बंध तोडताना आवश्यक असणाऱ्या ऊर्जेपेक्षा कार्बनडायाऑक्साईड व पाणी या रेणूंमधील बंध तयार होताना अधिक ऊर्जा बाहेर पडते. म्हणजे इंधनाने अथवा ऑक्सिजनने बंधांमध्ये भरपूर ऊर्जा समाविष्ट करून ठेवली आहे तर! परपोषी पेशी शर्करेचे नुसते ज्वलन करून टप्प्याटप्प्यात ऊर्जा मुक्त करतात इतकेच नसून कार्यासाठी उपयोगी पडेल अशी “मुक्त

ऊर्जा” स्वतःकडे “बांधूनही” ठेवतात.

समजा जिऱ्याच्या वरच्या पायरीवरून एक मुलगा एका फळीच्या टोकावर उडी टाकतो आहे. फळीच्या दुसऱ्या बाजूला एक चेंडू ठेवला आहे. काय घडेल! अर्थातच चेंडू वर उसळी घेईल. मुलाची ऊर्जा कमी झाली अन् ती चेंडूला मिळून चेंडूची ऊर्जा वाढली. याचा संबंध शर्करेच्या ज्वलनाबरोबर लावूयात. शर्करेच्या ज्वलनातून निर्माण झालेली ऊर्जा पुढील अभिक्रियेला शिखरावर जाण्यासाठी उपयोगी पडते. याच प्रकारे काही बंधातून उपलब्ध झालेली ऊर्जा पेशी पकडते आणि विशिष्ट असे दुसरे बंध तयार करण्यासाठी वापरते.

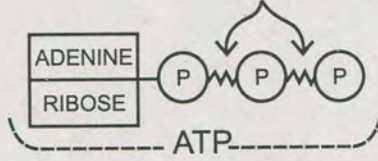
अशा प्रकारच्या वैशिष्ट्यपूर्ण बंधांपैकी एक म्हणजे उच्च ऊर्जा असणारा अथवा ऊर्जा संपृक्त फॉस्फेट बंध. जिवंत पेशीमधील ऑक्सिजन व फॉस्फोरसच्या अणूंमध्ये असणारा बंध. ज्या विशिष्ट रेणूत हा ऊर्जासंपृक्त फॉस्फेट बंध आढळतो तो रेणू

म्हणजे अँडेनोसीन ट्रायफॉस्फेट संक्षेपाने ATP. अँडेनीन, रायबोझ व ट्रायफॉस्फेट गट हे एकमेकांना रेल्वेच्या डब्याप्रमाणे जोडलेले असतात. अँडेनीन हे नायट्रोजन युक्त संयुग आहे तर रायबोस ही शर्करा आहे. पहिला फॉस्फेट गट हा रायबोझ शर्करेला कमी ऊर्जा फॉस्फेट बंधाने जोडलेला असतो. व

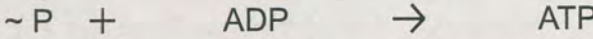
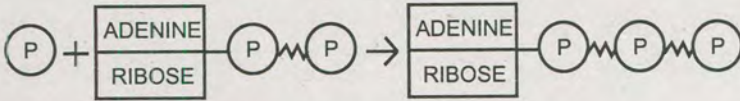
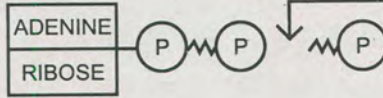


जोड क्रिया : एका क्रियेमधून निर्माण झालेली ऊर्जा दुसऱ्या क्रियेला सुरवात करून देते

ऊर्जा संपृक्त फॉस्फेट बंध



बंध तुटतो आणि ऊर्जा मुक्त होते



दुसरा पहिल्याला अन् तिसरा फॉस्फेट गट दुसऱ्याला उच्च ऊर्जा फॉस्फेट बंधाने जोडलेला असतो. असे बंध ~ या चिन्हाने दर्शवितात.

चयापचयाच्या क्रियेत जेव्हा ATP कडून ऊर्जा उत्सर्जित होते तेव्हा अधिक ऊर्जा संपृक्त असे बंध अगोदर तुटतात. म्हणजे शेवटचा बंध अगोदर तुटतो व अॅडेनोसीन डायफॉस्फेट म्हणजे ADP तयार होते. डाय म्हणजे दोन अन् ट्राय म्हणजे तीन.

याउलट ADP चे ATP मध्ये रूपांतरण होण्यासाठी, सोडियम वा पोटॅशियम फॉस्फेटसारख्या अकार्बनी क्षारातील कमी ऊर्जावान फॉस्फेट गटाबरोबर ADP ची अभिक्रिया होते. अन् त्याचवेळी ऊर्जा उत्सर्जनाची प्रक्रियाही होत राहते. ATP ची

निर्मिती ही दरीकडे जाणाऱ्या प्रक्रियेशी जोडली गेलेली आधीच्या शिखरावर जाण्यासाठीची प्रक्रिया आहे.

आता मात्र शर्करेच्या ज्वलनप्रक्रियेचा म्हणजे श्वसनप्रक्रियेचा अधिक तपशीलात जाऊन विचार करणे ओघाने आले. त्यातून निर्माण होणाऱ्या ATP या उच्च ऊर्जासंपृक्त रेणूबाबतही वैज्ञानिकांनी मनोरंजक संशोधन केले आहे. ते संशोधन पुन्हा केव्हा तरी.



केमिस्ट्री ऑफ लाईफ मधील भाग

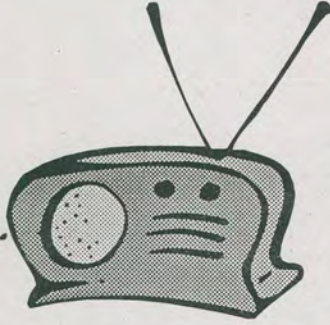
लेखक : **कॅथरीन हॉफमन**

वैज्ञानिक, विज्ञान लेखक आणि शिक्षक

अनुवाद : **नागेश मोने, वाई**

सहाय्य : **योगेश शिंदे**

रेडिओ आणि दूरचित्रवाणी संदेशवहन



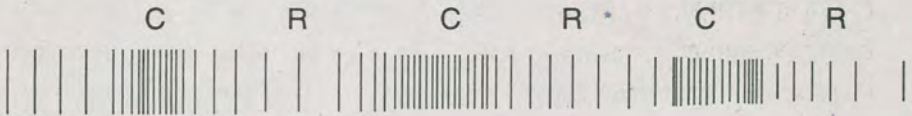
लेखक : संगीता काळे,

स्वप्नील प्रभुदेसाई

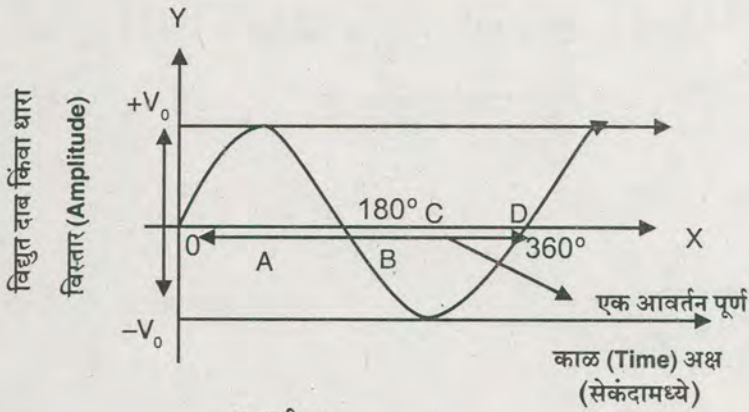
रेडिओ ऐकत असताना बऱ्याच वेळा लहान मुले प्रश्न विचारतात. रेडिओमध्ये लता मंगेशकर बसली आहे का ? किंवा दूरचित्रवाणी (Television) पाहात असताना मुले विचारतात : जंगलातील सिंह दूरचित्रवाणी संचात कसा आला ? तेव्हा या प्रश्नांची उत्तरे देण्याचा प्रयत्न या लेखात करू या.

एखादे गाणे किंवा कोणतेही संभाषण हा एक प्रकारचा संदेश असतो. उदा. मुंग्या एकमेकांशी रासायनिक संदेशाद्वारे तर माणसे एकमेकांशी ध्वनी या संदेशाद्वारे संपर्क साधतात. आपण येथे ध्वनीबद्धल बोलू या. आपला ऐकू येणारा ध्वनी या हवेतील लहरी (waves) असतात आकृती-१ पाहा.

'C' हे अक्षर हवेची दाट घनता तर 'R' हे अक्षर हवेची विरळ घनता दाखविते. 'C' व 'R' ही कंपने हवेतून प्रवास करताना ध्वनी उत्पन्न होतो. अशा या ध्वनीचे प्रथम विद्युत लहरींमध्ये रूपांतर केले जाते. या लहरींचे स्वतःचे दोन वैशिष्ट्यपूर्ण घटक असतात. एक म्हणजे विस्तार (Amplitude) व दुसरा म्हणजे वारंवारता (Frequency)



आकृती-१



आकृती-२

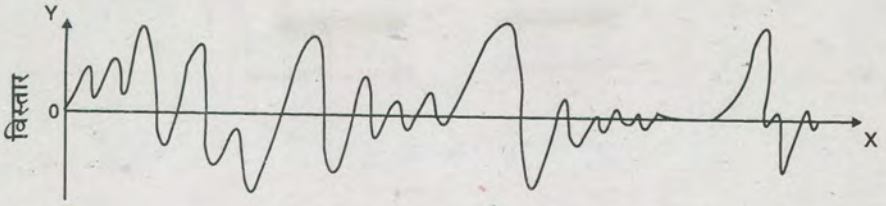
आकृती-२ पहा. याठिकाणी विद्युतलहरी दाखविल्या आहेत. y -अक्षावर विद्युतदाब किंवा धारा आणि x -अक्षावर काळ दाखविला आहे.

आकृतीवरून आपण असा निष्कर्ष काढू शकता की, विजेचा दाब/विद्युतधारा प्रत्येक क्षणाला बदलत आहे. आकृतीत $+V$ ते $-V$ हा या लहरीचा विस्तार (amplitude) झाला. बिंदू 'O' पासो विस्तार शून्य आहे. जसजशी वेळ पुढे जाते, तसतसा विस्तार वाढत जातो, परत कमी होऊन शून्य होतो (बिंदू B) व पुन्हा विरुद्ध दिशेने (ऋण Y -अक्ष) क्रमाने वाढत जातो, क्रमाने कमी होतो व पुन्हा शून्य होतो (बिंदू B). हा क्रम A-B-C-D ने दाखवला आहे व हाच क्रम पुढे चालू राहतो. एक लहर पूर्ण होण्यासाठी (O-A-B-C-D साठी) लागणाऱ्या वेळेला एक पिरिअड (Period) म्हणतात. 0 ते B पर्यंत अर्धे चक्र (half cycle) पूर्ण होते म्हणजे

वर्तुळावरचे 180° अंश पूर्ण होतात. B पासून D पर्यंत जायला लागणारा काळ पुन्हा 180° अंश दर्शवतो. अशाप्रकारे 0 ते D या एका चक्रासाठी 360° अंश लागतात. हे झाले एकसमान विद्युतलहरी बाबत.

परंतु आपण उच्चारलेल्या ध्वनीपासून मिळवलेल्या विद्युतलहरी या एकसमान नसतात. त्यांच्यामध्ये विस्तार, पिरिअड व वारंवारता या तीन गोष्टी वेळेनुसार सतत बदलत असतात. उदा. आकृती-३ पाहा.

वारंवारता म्हणजे एका सेकंदात किती पूर्ण चक्रे होतात (Complete Cycles; O-A-B-C-D सारखी). लहरीची वारंवारता ही हर्ट्झ (Hz) या एककात मोजतात. श्राव्य संदेशांची वारंवारता 20 Hz पर्यंत पासून $20,000$ Hz एवढी असते. याचा अर्थ असा की, आपण याच वारंवारता पट्ट्यातील ध्वनी उच्चारू अथवा ऐकू शकतो. परंतु वटवाघळे मात्र $20,000$ Hz पेक्षा जास्त



आकृती-३

काल

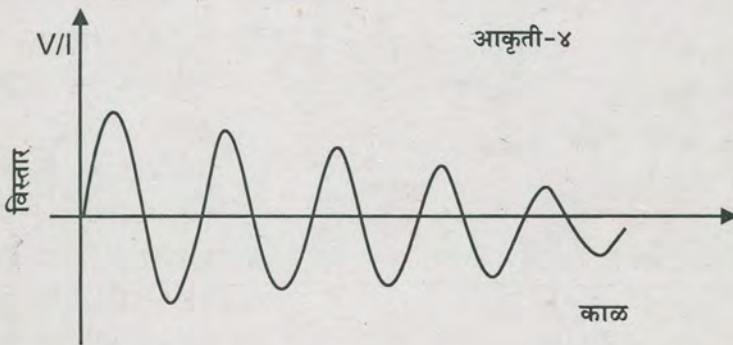
वारंवारता असलेला ध्वनी उच्चारू व ऐकू शकतात. असा ध्वनी एखाद्या वस्तूवर आदळून पुन्हा माघारी येऊन वटवाघळांच्या कानात शिरतो व त्यावरून वटवाघळे (दृष्टी अत्यंत क्षीण असूनही) आपल्या मार्गातील अडथळे ओळखतात.

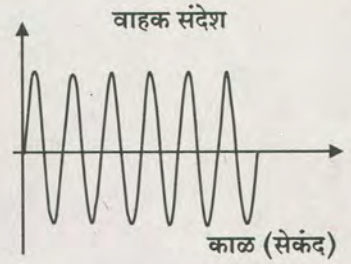
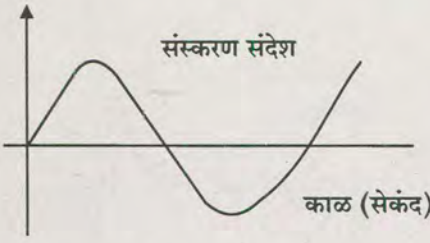
तुम्हाला हे माहित आहे की दूर अंतरावरून बोलणे नीट ऐकायला येत नाही. याचे कारण म्हणजे तुमच्या मित्राने उच्चारलेल्या ध्वनीची शक्ती (अथवा विस्तार/Amplitude) तुमच्यापर्यंत पोहचतेपर्यंत कमी-कमी होत जाते. हे

आकृती-४ मध्ये दाखवले आहे.

हे आवर्जून लक्षात घ्या की, आकृती-४ मध्ये ध्वनी लहरी दाखवल्या नसून त्याचे विद्युतलहरींतील रूपांतर दाखवले आहे. ध्वनीलहरी आकृती-१ मध्ये दाखवल्या आहेत.

जर अगदी जवळच्या अंतरावरही विद्युतलहरी (आकृती ४ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे) क्षीण होत जात असतील तर मग दिल्ली आकाशवाणी केंद्राच्या बातम्या आपल्याला पुण्यात कशा ऐकू येऊ शकतात? शिवाय भारतात आकाशवाणीची

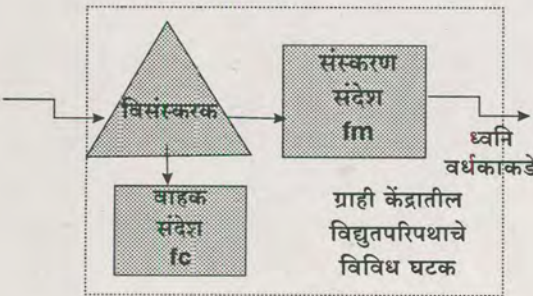
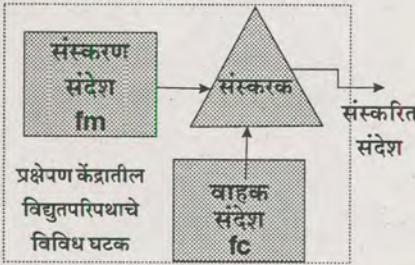




अनेक केंद्रे असून ती एकाच वेळी जर प्रसारण करत असतील, तर मग आपल्याला हे कसे कळते की, हे गाणे विविधभारतीवर लागले आहे, ही जाहिरात दिल्ली केंद्राकडून प्रसारित केली जात आहे? याचे उत्तर शोधण्यासाठी आपण थोडे यामागचे इलेक्ट्रॉनिक्स (Electronics विविध विद्युत परिपथांच्या अभ्यासाचे शास्त्र) पाहू या.

सर्व श्राव्य संदेशांना कमी वारंवारतेचे संदेश म्हणतात. ते जसेच्या तसे प्रक्षेपित केले जात नाहीत. उदाहरणार्थ, एक ध्वनिमुद्रित केलेले गाणं प्रक्षेपित करायचे आहे. यावेळी संदेशाला संस्करण संदेश (Modulating Signal) म्हणतात. प्रत्येक प्रक्षेपण केंद्राला एक विशिष्ट उच्च वारंवारता (High Frequency) ही नेमून दिलेली असते. ही

उच्च वारंवारता मेगाहर्ट्झ (MHz) च्या एककात असते. ही वारंवारतेची वाटणी आंतरराष्ट्रीय नियमांना धरून केलेली असते व प्रत्येक प्रक्षेपण केंद्राला एकच विशिष्ट (unique) वारंवारता नेमून दिलेली असते. म्हणजेच 'विविधभारती' साठी जर 101 MHz एवढी वारंवारता नेमून दिली गेली असेल तर, जगातील कोणत्याही प्रक्षेपण केंद्राला 101 MHz वारंवारता



वापरता येणार नाही. अशा वाटून दिलेल्या वारंवारतेला वाहक संदेश (कॅरिअर सिग्नल-carrier signal) म्हणतात. प्रक्षेपण केंद्र या वाहक संदेशावर संस्करण संदेशाला 'स्वार' करते. या प्रक्रियेला संस्करण (Modulation) म्हणतात. संस्करण करण्याचे अनेक प्रकार आहेत, आणि हे करण्यासाठी विविध विद्युत परिपथांचा (Electronic Circuits) वापर केला जातो. हे सर्व प्रक्षेपण केंद्रावर केले जाते. असा हा संस्करित संदेश नंतर प्रक्षेपण अँटना (Transmitting Antenna) द्वारे वातावरणामध्ये प्रक्षेपित केला जातो. ही प्रक्रिया आकृती-५ मध्ये दाखवली आहे.

संस्करण म्हणजे वाहक संदेशाचा कोणताही एक घटक (विस्तार, वारंवारता, किंवा फेज) हा संस्करण संदेशाबरोबर बदलला जातो. जेव्हा आपण रेडिओ चालू करतो आणि विविधभारती ऐकतो, तेव्हा काय होते? आपण जसे बटन फिरवतो, तसा

रेडिओवरील केंद्र निर्देशक भाग हा वारंवारता पट्टीवर (Frequency Scale) पुढे-मागे फिरतो, आणि बटन हे मेलक (Tuner) म्हणून वापरले जाते. तर आपण हे बटन फिरवून एका विशिष्ट वारंवारतेला रेडिओ मिळवतो म्हणजे रेडिओतील ग्राही एक विशिष्ट वाहक वारंवारता असलेले संदेशच ग्रहण करील, अशी योजना करतो. म्हणजे जेव्हा आपणास विविधभारती ऐकायची असते तेव्हा, आपण आपल्या रेडिओ संचाचा ग्राही 101 MHz (मेगाहर्ट्झ; 1 MHz = 10^6 Hz) एवढ्या वारंवारतेला मिळवतो. आणि त्यामुळे हा ग्राही 101 MHz एवढ्या वाहक वारंवारतेचा संस्करित संदेशच तेवढा पकडतो. एकदा हा संस्करित संदेश (Modulated Signal) पकडला की, पुन्हा त्यातून वाहक संदेश बाजूला केला जातो व संस्करण संदेश (मूळचा संदेश; विद्युतलहरींच्या स्वरूपातील) मिळवला जातो. हे काम रेडिओ संचातच विसंस्करक

मध्यम आणि लघुलहरी

रेडिओसंचावर आपण आकड्यांची एक ओळ पाहतो, ज्यावर दर्शक (Indicator) बटन फिरवून पुढे-मागे केला जातो. ही ओळ म्हणजे विविध वारंवारतेचा संच. MW म्हणजे मध्यम (Medium wave) लहरी व SW म्हणजे लघुलहरी (Short wave) मध्यम व लघु ही नावे या लहरींच्या तरंगलांबीच्या मापाशी निगडीत आहेत. पूर्वी रेडिओ केंद्रे ही विस्तार संस्करणाचा वापर करीत, व यासाठी वाहक म्हणून उच्च वारंवारता असलेल्या लहरींचा किंवा नीच वारंवारता असलेल्या लहरींचा वापर करीत, ज्यांना अनुक्रमे लघुलहरी (SW) व मध्यम लहरी (MW) म्हणतात.

(Demodulator) हा घटक करत असतो. नंतर अशा या संस्करण संदेशाची ताकद वाढवली जाते व ध्वनिवर्धका (Loudspeaker) कडे तो पाठवला जातो. व मग आपण ध्वनी ऐकतो.. ही झाली मूळ प्रक्रिया.

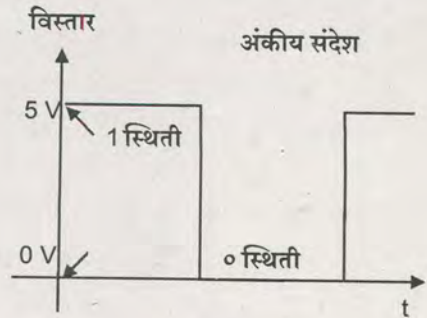
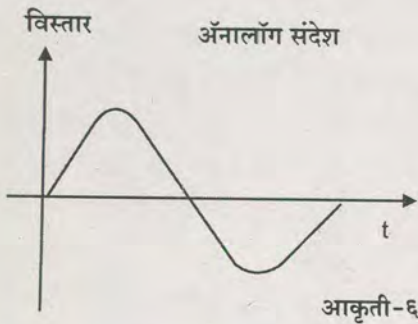
हे सर्व सांगताना, अॅनालॉग संदेशाचा (Analog Signal) वापर केला आहे, जो आकृती-१ वा आकृती-३ मध्ये दाखवला आहे. अॅनालॉग संदेशाचे वैशिष्ट्य म्हणजे या संदेशातील विद्युतलहरींचा विस्तार (Amplitude) कोणतीही किंमत घेऊ शकतो; म्हणजे समजा विस्तार हा ० व्होल्ट ते ५ व्होल्ट असेल तर, कोणत्याही एका क्षणाला विस्तार 0.2 V, 3.7V, 3.78V, 4.93V, 5V अशा किंमती घेऊ शकतो. परंतु सध्या अंकीय तंत्रज्ञान (Digital Technology) प्रचलित आहे. या अंकीय तंत्रानुसार कोणतीही माहिती (आपला संदेश असो किंवा, एखादे चित्र असो) फक्त दोनच किंमती (विद्युतलहरीच्या विस्ताराच्या) वापरून साठवता येते वा त्या माहितीचे वहन

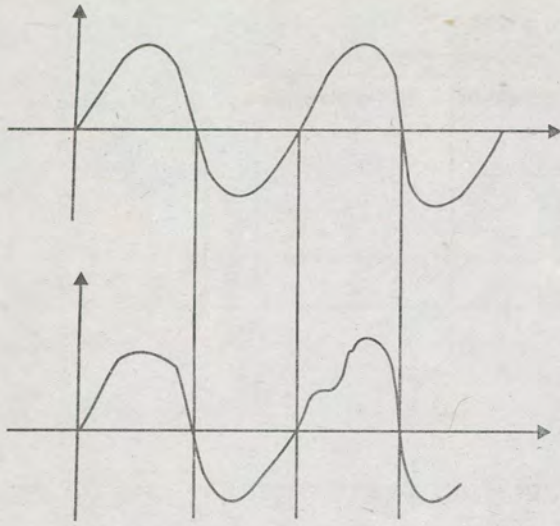
करता येते. या दोन किंमती म्हणजे ० आणि 1.0 V हे ० या अंकाने, तर 5V एवढा विस्तार १ या अंकाने दर्शवला जातो. '०' या अंकाला नीच विद्युतदाब (Low voltage) तर '१' या अंकाला उच्च विद्युतदाब (High voltage) म्हणतात. आकृती-६ मध्ये असा अंकीय संदेश दाखवला आहे.

अंकीय दळणवळणाचे अॅनालॉग दळणवळणापेक्षा अनेक फायदे आहेत. अॅनालॉग संदेशाचे वहन होताना थोडी जरी चूक झाली तरी मिळणारा संदेश व्यवस्थित मिळत नाही. उदा. आकृती ७ पाहा.

आकृती ७ (b) मध्ये दाखवल्याप्रमाणे विस्तारामध्ये थोडा जरी बदल झाला तर, ग्राहीला मिळणारा संदेश बदलतो.

अंकीय संदेशात नीच दाबाचा (low voltage) विस्तार 0V पेक्षा थोडाफार बदलला (समजा ०-१ व्होल्ट या टप्प्यात) तरी हा विस्तार ० अंकानेच दाखवला जातो. तसेच उच्च दाबाचा विस्तार ४ व्होल्ट ते ५ व्होल्ट इतक्या टप्प्यात बदलला, तरी १ या अंकानेच दाखवला जातो. त्यामुळे प्रक्षेपकाने





प्रक्षेपकाने पाठविलेला संदेश
(a)

संदेशाचे वहन होत असताना
झालेली विस्ताराची चूक
(b)

आकृती-७

पाठवलेल्या मूळ संदेशात थोड्याफार चुका असल्या ती त्या 'खपून' जातात.

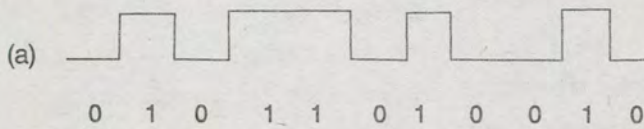
यामुळे अंकीय दळणवळण हे अनेक ठिकाणी मोठ्या प्रमाणात वापरले जाते.

आता एखाद्याला प्रश्न पडतील की, वाहक वारंवारता (Carrier frequencies) कशा ठरवल्या जातात. उच्च वारंवारता असलेलेच वाहक संदेश

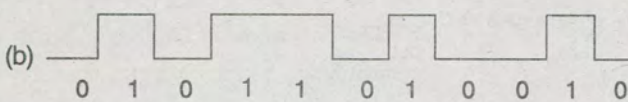
(Carrier Signals) का असतात? वाहक वारंवारता वाढून दिल्यावर त्यांच्यातील फरक किती असतो? दूरचित्रवाणीच्या बाबतीत काय घडते? या प्रश्नांची उत्तरे देण्याचा प्रयत्न आपण आता करू या.

उच्च वारंवारता वाहक म्हणून वापरण्यामागे काही कारणे आहेत. एक म्हणजे नीच वारंवारतेचे संदेश हे त्यांच्यामध्ये

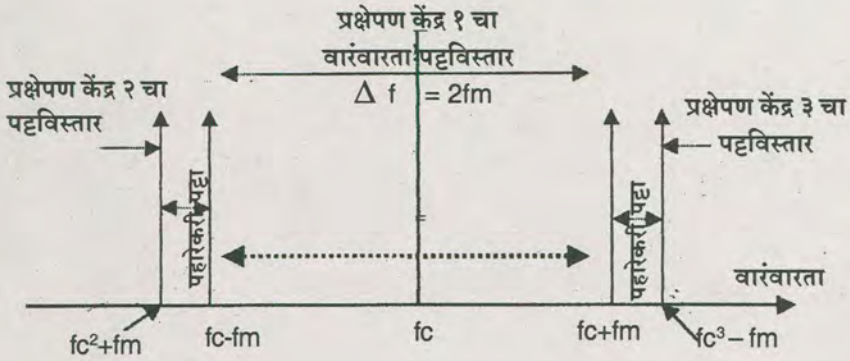
आकृती-८



प्रक्षेपकाने
पाठविलेला
संदेश.



संदेशाचे वहन
होत असताना चूक
होऊनही ग्राहीला
मिळणारा संदेश



आकृती-९

नको असलेल्या संदेशांनाही बरोबर घेऊन जातात, ज्यांना तांत्रिक भाषेत गोंगाट (Noise) म्हणतात. दुसरे म्हणजे ग्राहीच्या अँटेनाची उंची ही वाहक संदेशांच्या तरंगलांबीवर अवलंबून असते. नीच वारंवारतेच्या संदेशाची तरंगलांबी उच्च असते, व त्यामुळे उंच उंच अँटेना लावावे लागतात. तिसरे म्हणजे, उच्च वारंवारतेचे वाहक संदेश हे संस्करण संदेशांच्या अधिक वारंवारता सामावून घेतात.

आता असे गृहीत धरा की, प्रक्षेपण केंद्र १ हे f_c ही वाहक वारंवारता वापरते व f_m या संदेशाचे संस्करण करते. याचा अर्थ असा की, हे प्रक्षेपण केंद्र $(f_c - f_m)$ ते $(f_c + f_m)$ या टप्प्यातील सर्व वारंवारतांचे संदेश प्रक्षेपित करू शकते. याचाच अर्थ असा की, केंद्राला दिलेल्या वाहक वारंवारतेच्या आजूबाजूच्या किती वारंवारतेचे प्रक्षेपण होऊ शकते हे

संस्करण वारंवारतेवर अवलंबून आहे. $(f_c - f_m)$ ते $(f_c + f_m)$ या वारंवारता पट्टाला (Frequency Spectrum) त्या केंद्राचा पट्ट विस्तार (bandwidth) म्हणतात. दुसऱ्या कोणत्याही प्रक्षेपण केंद्राला जवळची वाहक वारंवारता देताना ती f_m पेक्षा पुरेशी लहान किंवा मोठी असली पाहिजे. ही दुसरी वाहक वारंवारता जर प्रक्षेपण केंद्र १ च्या पट्ट विस्तारात आली, तर आपल्या रेडिओवर एकाच वेळी दोन्ही केंद्राचे संदेश ऐकू येतील. दोन प्रक्षेपण केंद्रांच्या पट्टविस्तारांतील वारंवारता एकच येऊ नयेत याची पूर्ण दक्षता घेण्यासाठी शेजार शेजारच्या दोन पट्ट्यांमध्ये एक छोटा पल्लरेकरी पट्टा सोडला जातो. आकृती ९ वरून ही संकल्पना स्पष्ट होईल.

दूरचित्रवाणी प्रक्षेपणातही वर उल्लेखिलेल्या गोष्टींचा वापर करतात. परंतु दूरचित्रवाणी हे दृक्श्राव्य (Audio-Visual) माध्यम आहे; त्यामुळे मोठ्या प्रमाणात

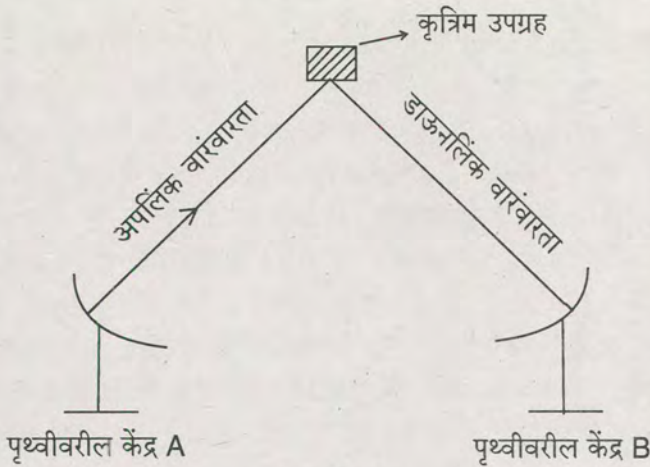
AM म्हणजे Amplitude Modulation; म्हणजे विस्तार संस्करण, ज्यामध्ये वाहक संदेशाचा विस्तार हा संस्करण संदेशाबरोबर बदलला जातो. FM म्हणजे Frequency Modulation अर्थात वारंवारता संस्करण. यामध्ये वाहक संदेशाची वारंवारता (Frequency) ही संस्करण संदेशाबरोबर बदलली जाते. आपण AM व FM अशी अक्षरे रेडिओ संचावर पाहिलेली असतीलच.

जेव्हा ध्वनीसंदेश हवेतून प्रवास करतो तेव्हा त्याची शक्ती (म्हणजे विस्तार) हळूहळू कमी होत जातो, हे आपल्याला माहित आहेच. AM संदेशात, प्रक्षेपित करण्याचा संस्करण संदेश हा वाहक संदेशाच्या विस्ताराच्या रूपात साठवलेला असल्याने, प्रक्षेपण केंद्रापासून फार दूरच्या अंतरापर्यंत हा संदेश पुरेशा शक्तीनिशी पोचत नाही. परिणामी रेडिओ संचातून ऐकू येणाऱ्या आवाजाचा दर्जा खालावतो. याउलट FM संदेशात, संस्करण संदेश हा वाहक संदेशाच्या वारंवारतेत साठवलेला असतो, आणि संदेशाचे कितीही लांब अंतरापर्यंत प्रक्षेपण केले तरी वारंवारतेत फरक पडत नाही. यामुळे आपल्याला ऐकू येणाऱ्या FM संदेशाचा दर्जा खूपच चांगला असतो.

तुमच्या गावाजवळच्या प्रक्षेपण केंद्राच्या कार्यक्रमांच्या तुलनेत लांबच्या केंद्राचे कार्यक्रम नीट का ऐकू येत नाहीत, आणि AM पट्टावरच्या विविधभारतीपेक्षा FM पट्टावरच्या विविधभारतीच्या कार्यक्रमांच्या आवाजाचा दर्जा जास्त चांगला का असतो, या प्रश्नांची उत्तरे आता तुम्हाला मिळाली असतील.

माहितीची देवाणघेवाण होते. यासाठी मोठ्या पट्टाविस्ताराची (Bandwidth) गरज भासते. तसेच प्रक्षेपण केंद्रे ही उच्च ते अति उच्च वारंवारता असलेले वाहक संदेश वापरतात. त्यासाठी दूरचित्रवाणी संचात योग्य ते मेलक (tuner) वापरावे लागतात. शिवाय प्रत्येक वाहक संदेश (वेगवेगळ्या वारंवारतेचा) पकडण्यासाठी उंच अँटेनाचीही गरज लागते, जे आपण घरांच्या छतांवर पाहतो. केबल चालक पट्ट प्रवर्धक (Band Amplifier) हे उपकरण वापरून प्रक्षेपण केंद्राकडून आलेले

संदेश वर्धित करून विद्युतवाहक तारे द्वारे घोघरी पाठवतात. प्रक्षेपण केंद्रे ही जगभर पसरलेली आहेत, उदा. सीएनएन, बीबीसी, झी, सोनी, नॅशनल जिऑग्राफिक या प्रक्षेपण केंद्रांकडून पाठविले जाणारे संदेश हे विद्युत चुंबकीय लहरींच्या स्वरूपात पाठवले जातात. या लहरी वातावरणातून जातात, परंतु सरळ रेषेतच प्रवास करतात. त्यामुळे विविध संदेश हे कृत्रिम उपग्रहांद्वारे पाठवले जातात. या उपग्रहात प्रक्षेपक ग्राही (Transponder) बसवलेला असतो.



आकृती १०

त्यामध्ये संदेशांचे प्रक्षेपण करणारा ट्रान्समीटर व ग्रहण करणारा रिसिव्हर असे भाग असतात. असे उपग्रह पृथ्वी वरील प्रक्षेपण केंद्राकडून मिळणारे संदेश ग्रहण करतात. त्या संदेशाचे संस्करण करतात व पुन्हा पृथ्वीकडे प्रक्षेपित करतात. हे संस्करण संदेशाच्या म्हणजे विद्युतचुंबकीय लहरींच्या वारंवारतेमध्ये केले जाते. (frequency modulation) पाठवलेले संदेश व ग्रहण केलेले संदेश यामधील एकत्रीकरण टाळण्यासाठी, संदेशाच्या वारंवारतेत संस्करण केले जाते. जर असे तीन कृत्रिम उपग्रह पृथ्वीच्या सभोवताली आकाशात तीन वेगवेगळ्या योग्य जागी स्थिर केले तर ते संपूर्ण पृथ्वीवरील कोणत्याही एका

भागाकडून आलेले संदेश दुसऱ्या कोणत्याही भागाकडे पाठवू शकतात. आकृती-१० पाहा.

संदेशवहनाचे आपल्याला ठाऊक असलेले आणखी एक माध्यम म्हणजे दूरध्वनी. याचे कार्य कसे चालते, हेही पुढे कधीतरी पाहू.



लेखक: **संगीता काळे**, फर्ग्युसन महाविद्यालय पुणे, येथे संगणक शास्त्र विभागात इलेक्ट्रॉनिक्स शिकवतात.

अनुवाद : **स्वप्नील प्रभु देसाई**, एम्.एस्सी. फर्ग्युसन कॉलेज.

हा लेख तयार करताना **भाग्यश्री कुलकर्णी**, सिंहगड कॉलेज ऑफ इंजिनिअरिंग, पुणे यांची मदत झाली.



जुडवाँ

लेखक : माणिक बिचकर

‘सीता और गीता’ सिनेमा टिव्हीवर चालू होता. अंजनाने विचारलं, “त्या दोघी एकदम सारख्या कशा दिसतात ?”

अश्विनी म्हणाली “अग, त्या जुड्या बहिणी आहेत.”

“आपल्याला पण हव्या होत्या ना जुड्या बहिणी. काय धमाल आली असती !

आपल्याला का नाहीत जुड्या बहिणी ?” अंजना

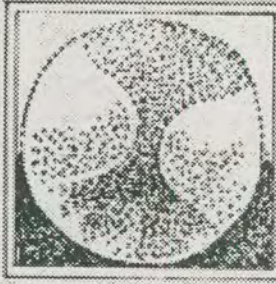
“मला नाही माहीत. चल आईलाच विचारू.” अश्विनी.

“आई, जुड्या बहिणी कशा होतात ग ?” अश्विनीने विचारले. “आईच्या पोटात एकच बाळ असतं पण कधी कधी एकाऐवजी दोन बाळं वाढतात.” मी सांगितलं. “पण अशी बाळं नेहमी कुठं दिसतात ?” अश्विनी

“हो, अग साधारण ८० बाळंतपणात एखाद्याच वेळी जुळी मुलं होतात.”

“पण असं का होत ?” आता जरा नीटच सांगू या, म्हणून मी म्हणाले, “आशू, तुला आठवतं का मी सांगितलं होतं ते ? दर महिन्याला आईच्या पोटात फक्त एकच बीजांड बनत असतं, अन बाबाच्या शरीरात लाखो शुक्राणू बनतात. जेव्हा आईच्या शरीरात बीजांडाचं फलन होतं तेव्हा फलित गर्भ तयार होतो. या एका पेशीचं विभाजन होऊन एकाच्या दोन, दोनाच्या चार, चाराच्या आठ असं करत हळूहळू गोलाकार मांसल गर्भ बनतो. नंतर आतल्या बाजूला गर्भ तयार होतो आणि बाहेरच्या बाजूला वार तयार होते.” मुली लक्ष देऊन ऐकत होत्या.

“बाळाला काही हवा घेता येत नाही की काही खाता येत नाही. पण बाळाला लागणाऱ्या सर्व गोष्टी आईकडून वारेतून नाळेमार्फत बाळाच्या शरीरात जातात. अन लागणाऱ्या गोष्टी, द्रव्ये आईच्या रक्तात



अफलित अंडाणू



फलनानंतर पेशी विभाजन चालू झाले आहे



टाकली जातात. जरी बाळाचं आणि आईचं रक्त एकत्र मिसळत नाही तरी अशी देवाण घेवाण होत असते.”

“ते कळलं ग, पण जर एका बीजांडाचं एकच बाळ बनू शकतं तर जुळ्यातलं ते दुसरं बाळ येत तरी कुठून ?” अश्विनी.

“तुझा प्रश्न अगदी बरोबर. पण निसर्गात अशा गंमती कधी कधी होतात. मग एकावेळी एकाऐवजी दोन स्त्री बीजांडे तयार होतात. त्यांचं फलन झाल्याने दोन गर्भ तयार होतात. त्यापासून दोन वेगवेगळी बाळे बनतात. त्या बीजांडांची जनुकेही वेगवेगळी

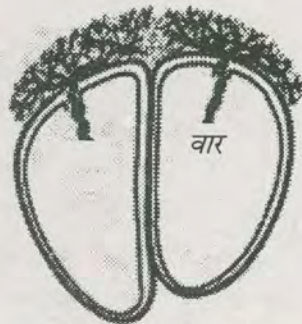
असतात. त्यामुळे वेगवेगळी दिसणारी, समान लिंगी किंवा भिन्न लिंगी जुळी भावंडं तयार होतात. त्यांना Dizygotic twins म्हणतात. आपल्या समोरचे बाबू-रेणू नाहीत का असेच !”

“पण मावशी, सिनेमातली जुळी भावंडं तर अगदी सारखी दिसतात. त्या ‘जुडवाँ’ मधे नाही का एकाने हात वर केला की दुसरा करतो. एकाला मारलं तर दुसऱ्याला दुखतं. खरंच असं असतं का ?”

अंजनाच्या डोळ्यापुढे अजून सिनेमाच होता.



एकाच पिशवीतील जुळे



वेगवेगळ्या पिशवीतील जुळे

“सारखी दिसणारी भावंडे ही एकाच फलित बीजांडापासून बनतात. पहिल्या विभाजनानंतर बनलेल्या दोन्ही पेशी नंतर स्वतंत्र फलित बीजांडाप्रमाणे वागतात - असं का ? याचं उत्तर अजून काही सापडलं नाही. आता त्या जरी स्वतंत्रपणे वाढल्या तरी त्यांची जनुके (DNA) समान असतात म्हणून ही जुळी समान लिंगाची, समान गुणधर्माची असतात. ती सारखीच दिसतात. त्यांना Monozygotic twins म्हणतात. समजलं ?”

मुलींचे प्रश्न काही संपले नव्हते. अश्विनी म्हणाली, “या दोन्ही बाळांना आईकडूनच अन्न मिळतं ?”

“हो, दोघांनाही. बाळाच्या भोवती बाळाला फार धक्के बसूनयेत म्हणून पाण्याची पिशवी असते. ही जुळी बाळे बऱ्याचदा वेगळ्या वेगळ्या पाण्याच्या आवरणात असतात पण कधी कधी एकाच आवरणात असतात.”

“कोणाला जुळी मुलं होणार हे आधी समजतं का ?” - अंजना

“पूर्वीच्या काळी जर गरोदर बाईचं पोट फार मोठं वाटत असलं, तपासताना गर्भाचे बरेच अवयव लागत असले तर ‘बहुतेक जुळं किंवा तिळं असेल’ असं मानत असत. पण आता सोनोग्राफीच्या तपासणीमुळे अगदी गर्भधारणेनंतर दीड दोन महिन्यातच दोन वेगळे गर्भ आहेत का हे समजू शकतं. नंतरही तपासताना दोन डोकी, दोन हृदयांची स्पंदनं

समजतात. शेवटच्या महिन्यात एक्स रे काढला तरी चालतो. त्यातून बाळाची गर्भाशयातील स्थिती समजते - बाळ आडवे आहे, का पायाळू आहे, डोके कुठे आहे हे समजते.”

“एका ऐवजी दोन दोन बाळे पोटात वाढताना आईला त्रास होत असेल नाही,” मुलींचे काळजीयुक्त स्वर ऐकून मला अजूनही काही सांगावंसं वाटलं, “अगं त्रास तर होतोच. काही जर्णीना खूप मळमळतं, उलट्या होतात. काहींना पोटाला बसणाऱ्या ताणामुळे श्वास घ्यायला त्रास होतो. काही वेळा रक्तदाब वाढतो, पायाला सूज येते. एकावेळी दोन बाळे वाढवायची असल्याने आईचे रक्त कमी होऊन ऑनिमिया होऊ शकतो.”

“माझ्या मावशीच्या मैत्रीणीला जुळी बाळं झाली. ती खूप छोटी होती. आणि त्यांना काचेच्या पेटीत ठेवलं होतं.” अंजना म्हणाली.

“कधी कधी गर्भाशयाला खूप ताण बसल्यामुळे बाळं कमी वाढीची असतानाच जन्मतात त्यामुळे ती कमी वजनाची असतात. कधी कधी तर एक बाळ पोटातच मृत्यू पावते किंवा खूप बारीक राहते अन् दुसरे व्यवस्थित वाढते.”

“जुळ्या मुलांच्या वेळी आईचं ऑपरेशन करावं लागतं का गं ?” अश्विनी

“जुळ्यांच्या जन्माच्या वेळेला नेहमीपेक्षा जास्त त्रास होतो, बाळांना आणि आईलाही.

पण बाळ आडवं किंवा पायाळू असेल तरच सिझेरीयन करावं लागतं. बाळंतपणानंतरही आईला जास्त रक्तस्त्राव होण्याची भीती असते.”

“आई, पण तू सांगितलंच नाहीस की एकाला लागलं की दुसऱ्याला का दुखतं ते!” अश्विनी म्हणाली.

“अग बेटा, हे फक्त सिनेमातच घडू शकतं. प्रत्यक्षात त्या दोन स्वतंत्र वेगळ्या

व्यक्ती असतात. पण त्यांची जनुके जर समान असतील तर एकाची इंद्रिये दुसऱ्या भावंडाला विनास चास दान करता येऊ शकतात. तसेच त्यांची प्रतिकार शक्तीही समान असू शकते. अनुवांशिक रोग दोघांना समान असू शकतात. इतकेच!” इतकी सगळी गंभीर चर्चा झाल्यावर मी त्यांना म्हटलं, “तुम्हाला एक गंमत सांगू का?” मुली लगेच सावरून बसल्या.



सयाममध्ये जन्माला आलेले आंग आणि चांग (१८९१-१८७४)
जोडलेल्या शरीरांच्या जुळ्यांना यांच्यावरून सवामी जुळे म्हटले जाते.

“निसर्ग खरंच कधी कधी मजेशीर अनुभव देतो. गर्भाची वाढ होत असताना काही पेशींपासून गर्भ वाढतो तर काही पेशींपासून वार. गर्भ तयार करणाऱ्या भागाचे कधी कधी अर्धवट विभाजन होते. त्यामुळे पुढील वाढ ही विचित्र होते अन् एकमेकांना चिकटलेले जुळी मुले तयार होतात. त्यांना ‘सयामी जुळे’ म्हणतात.” “अय्या हो!”

“कधी डोक्यापासून कमरेपर्यंत भाग सुटे वाढतात अन् पाय मात्र दोनच राहतात तर कधी डोके एकच राहते अन् धड दोन बनतात - चार हात चार पाय असे. अशी बाळे फार जगू शकत नाहीत. पण काही वेळेला पूर्णपणे दोन डोकी, दोन धडे वाढूनही पोटाला चिकटलेली बाळे जन्माला येऊ शकतात. जर बाकी वाढ व्यवस्थित असेल तर शस्त्रक्रिया करून त्यांना दोन सुटी बाळे बनवता येतात अन् त्यांचं आयुष्य इतरांप्रमाणे असू शकतं. बँकॉकमध्ये जन्माला आलेले एक सयामी जुळे भाऊ-आंग आणि चांग ह्यांची शरीरे छातीशी जुळलेली होती. दोघात मिळून एकच हृदय होतं म्हणून त्यांना सुटं करता येत नव्हतं. ते असेच जोडलेले असतांना मोठे झाले, त्यांची लग्ने झाली व त्यातल्या एकाला १२ अन् दुसऱ्याला १० मुले झाली. आहे ना निसर्गाची कमाल! अशी सयामी जुळी भावंडे जन्माला यायची शक्यता ६०,००० मधल्या एखाद्या वेळी एवढीच असते बरं का!”

“आणि बरं का मुलींनो, एक बाळ मोठं करता करता घरातल्या लोकांना बरेच कष्ट पडतात तर एका वेळेला दोन दोन बाळे वाढवायची म्हणजे आईबाबांची त्रेधातिरपीटच! एकाची शू झाली तर दुसऱ्याला भूक लागली. दुसऱ्याला शी झाली तर पहिलं भुकेनं रडायला लागलं. आईची यात फार दमणूक होते. विश्रांती कमी मिळते. दोन दोन बाळांना दूध पाजायचं म्हणजे आई पण हल्लक होणार, बाळांनाही दूध कमी पडणार, मग त्यांचं आजारी पडण्याचं प्रमाण जास्त होणार. मदतीला, काळजी घ्यायला, कोणी नसेल तर फारच त्रास पडतो.

कधी कधी तर दोनपेक्षा जास्तीही मुले होतात. पण संख्या वाढल्याने बाळे आणखी लहान असताना जन्माला येतात. साहजिकच नीट वाढ होण्याची शक्यताही कमी होते.”

“बापरे बरं झालं, आपल्याला जुळी भावंडं नाहीत ते.”

“अग इतकं घाबरण्यासारखं नाही ते. पण निसर्गात अशा गोष्टी का घडतात हे एक कोडंच आहे.”



लेखक : डॉ. माणिक बिचकर,
राजगुरुनगर, भूलशास्त्रतज्ञ,
विविध सामाजिक कामात सहभागी.

पुस्तक परिचय :



‘विश्व’ आपलं कुटुंब

लेखक : मृदुल सहस्रबुध्दे

जग म्हणजे काय ? दिवस होतो, रात्र होते म्हणजे नक्की काय होतं ? जंतू म्हणजे काय ? सगळे पदार्थ कशाचे बनले आहेत ? इथपासून ते अगदी माणूस कसा बनला असे असंख्य प्रश्न लहान मुलं विचारतात. या आणि अशाच त्यांच्या प्रश्नांची उत्तरं देणं आपल्याला फार अवघड वाटतं. ही उत्तरं

सांगितली तरी त्यांना समजतील की नाही ? त्यांना समजेल अशा सोप्या भाषेत आपल्याला सांगता येत नाही. अशा वेळी एक तर आपण याची उत्तरं देतच नाही किंवा काहीतरी खोटं-खोटं सांगून चिमुकल्यांच्या शंकांचे निरसन करतो - म्हणजे हे सगळे जग देवानं तयार केलंय. माणसांनाही देवानंच

बनवलंय वगैरे वगैरे.

मुलांना विज्ञानाचं ज्ञान देण्यासाठी जी पुस्तकं असतात ती अनेकदा सहजपणा सोडून किचकट शब्द, अवघड संज्ञा, व्याख्या, सिद्धांत यांच्या जंजाळात अडकतात आणि मग लहान मुलांच्या कुवतीच्या बाहेर जातात.

कुठलीही गोष्ट आपण पुष्कळदा लहान मुलांच्या कलानं घेतो. तर विज्ञानासारखी अवघड, समजायला जड असलेली गोष्ट लहान मुलांना सांगायची म्हणजे एक तर ती सोप्या भाषेत असायला हवी. एवढंच नाही तर रंजक असायला हवी तसंच करमणुकीच्या माध्यमातून सांगायला हवी. छोट्यांच्या या शंकांचे सोप्या भाषेत उत्तर

शोधायचा आपण प्रयत्न करतो, करत असतो. कधी कधी मात्र आपल्याला ते जमत नाही. काही प्रश्न तर आपल्याला सुद्धा अवघड वाटतात नाही का ?

यावर उत्तर म्हणून एक प्रयत्न 'केरळ शास्त्र साहित्य परिषद' या संस्थेच्या श्री. कृष्णकुमार यांनी केला आहे. वैज्ञानिक संकल्पना, घटना, सिद्धांत अगदी सहज गप्पा माराव्या, गोष्ट सांगावी अशा रितीने ते सांगतात. लहान मुलांच्या सहज प्रवृत्तीने उद्भवणारे प्रश्न आणि त्यांची अतिशय सोप्या भाषेत दिलेली उत्तरं असं याचं स्वरूप आहे. राजहंस प्रकाशनसाठी शोभा भागवत यांनी हा अनुवाद केला आहे.

उदाहरणादाखल या पुस्तकातील काही भाग देत आहोत.

१. प्रकाश

आपल्या आजूबाजूच्या वस्तू आपल्याला कशामुळे दिसतात ? अगदी सोपं आहे. फक्त डोळे उघडा म्हणजे आजूबाजूच्या वस्तू दिसतील. समजा, रात्र असली तर फक्त डोळे उघडून दिसतील वस्तू ? नाही. याचा अर्थ असा की, वस्तू पाहायच्या असतील तर फक्त डोळे उघडून पुरत नाही. आणखी काहीतरी लागतं. उजेड असावा लागतो. प्रकाश असावा लागतो. पटलं का हे तुम्हाला ? दिवसा आपल्याला खूप प्रकाश मिळतो नाही का ? आणि हा

प्रकाश कुठून मिळतो हे सर्वानाच माहित आहे. सूर्य आपल्याला प्रकाश आणि उष्णता देतो. आता हा सूर्याचा प्रकाश पृथ्वीपर्यंत कसा पोचतो ? आपण स्वयंपाकघरात स्टोव्ह पेटवतो तेव्हा त्याची उष्णता आणि प्रकाश आजूबाजूला पसरतो हे आपल्याला माहित आहे. सूर्य सतत जळत असतो, पेटत असतो. ह्या पेटण्यातून प्रकाश निर्माण होतो. हा प्रकाश पृथ्वीपर्यंत प्रवास करतो आणि त्यामुळेच आपल्याला प्रकाश मिळतो.



२. सूक्ष्म जीवांचं जग

आपल्या भोवतालच्या हवेत आणि पाण्यात असे कोट्यवधी जीव असतात. त्यांच्यातले काही धोकादायक असतात. ते आपल्या शरीरांत घुसले, तर आपल्याला आजारपण येतं. क्षय, कांजिण्या, आव, मलेरिया, हत्तीरोग असे ह्या सूक्ष्म व धोकादायक जीवजंतूंपासून होणारे रोग आहेत. ज्या सूक्ष्म जीवांपासून रोग होतात त्यांना 'जंतू' म्हणतात.

असे काही जंतू, आपण पितो त्या पाण्यातून, खातो त्या अन्नातून आपल्या शरीरांत जातात.

मित्रांनो ! हे सगळेच जीव काही

धोकादायक किंवा वाईट असतात असं समजू नका बरं का. त्यांच्यापैकी काही चांगलेसुद्धा असतात. ते आपल्या उपयोगी पडतात. आपल्याला दुधाचं दही करणारे सूक्ष्म जीव माहीत आहेतच. त्याचप्रमाणे काही सूक्ष्म जीवांच्या कामामुळेच फळं पिकतात. काही सूक्ष्म जीव माती सुपीक करण्याचं काम करतात. काही जीव मेलेल्या प्राण्यांचं मातीत रूपांतर करतात. माणसांमध्येसुद्धा चांगली माणसं असतात आणि वाईट माणसं असतात, नाही का ? तसंच जंतूंमध्ये असतं. चांगले जंतू आणि वाईट जंतू.



३. विज्ञानाची कथा

विज्ञान हा शब्द तुम्ही ऐकलेला आहे. खूप वेळा ऐकलेला आहे. तुमच्या शाळेत विज्ञानातले बरेच विषय असतात. कोणकोणते? पदार्थ विज्ञान, रसायनशास्त्र, जीवशास्त्र, गणित. पदार्थ विज्ञान कशाबद्दल असतं? प्रकाश, उष्णता, वीज अशा नैसर्गिक बाबींबद्दल. आणि रसायनशास्त्र? रसायनशास्त्रात वेगवेगळ्या पदार्थांच्या रचनेविषयी, धातूंच्या गुणधर्मांविषयी, पदार्थांच्या अवस्थेतल्या बदलांविषयी आपण शिकतो. जीवशास्त्रात आपण वनस्पती आणि प्राणी यांचा अभ्यास करतो. आणखी कोणत्या शास्त्रांबद्दल तुम्ही

ऐकलंय? वैद्यकीय शास्त्राबद्दल तुम्ही ऐकलं आहे? माणसाचं शरीर, होणारे रोग, ते टाळायचे कसे? त्यांच्यावर उपचार कसे करायचे, हे सगळं विज्ञानाची जी शाखा सांगते तिला 'वैद्यकीय शास्त्र' असं म्हणतात. याशिवाय खगोलशास्त्र, मानसशास्त्र, तंत्रविज्ञान, अर्थशास्त्र, इतिहास, भूगोल असे अनेक विषय आहेत.

विज्ञानात या सगळ्या विषयांचा समावेश होतो. आपण आत्ताच म्हटलं की, विज्ञान म्हणजे निसर्गातल्या सर्व गोष्टींचं ज्ञान. लोकांनी हे ज्ञान कुठून मिळवलं? वीस लाख वर्षांपूर्वीच्या आपल्या पूर्वजांना हे ज्ञान होतं

का ? नाही. त्यांना हे सगळं माहीत नव्हतं.
सुरुवातीला त्यांच्या भोवताली निसर्गात
ज्या घटना घडत त्यांना ते धाबरायचे. त्यांना
पावसाची भीती वाटायची. तुम्हाला हसू
येतंय ना ?

का बरं त्यांना भीती वाटायची ? कारण
त्यांना या निसर्गातल्या घटनांचं ज्ञान नव्हतं.
कारण माहीत नव्हतं.

तुम्हाला पावसाची भीती वाटते का ? नाही.
का बरं ? कारण, तुम्हाला पाऊस कशामुळे
पडतो ते माहीत आहे. आपल्याला माहिती
आहे, की समुद्रातलं आणि नद्यांमधलं पाणी
सूर्याच्या उष्णतेने तापतं, त्याची वाफ होते
आणि ती आकाशात जाते. ती थंड होते

तेव्हा ढग बनतात आणि ढगांना थंड हवा
लागली की त्यांचं पाणी होतं. ते खाली
पृथ्वीवर येतं व त्यालाच आपण पाऊस
म्हणतो.

आपल्या पूर्वजांना हे काही माहीत नव्हतं.
पण हळूहळू त्यांनी आजुबाजूच्या नैसर्गिक
घटनांचं निरीक्षण करायला सुरुवात केली.
त्यांनी पावसाचं निरीक्षण केलं. दिवस आणि
रात्र कसे होतात ते पाहिलं. वीज कशी
चमकते तिचं निरीक्षण केलं. झाडं वाढतात,
त्यांना फुलं येतात, फळं येतात. हे पण त्यांनी
पाहिलं. सुरुवातीला त्यांना काहीच कळेंना,
पण हळूहळू त्यांच्या सगळं लक्षात येऊ
लागलं.

४. गुलाम आणि मालक

गुलामांना एकाच गोष्टीची मोकळीक
होती. ती म्हणजे गुरासारखं राबायचं.
मालकाला तर गुरं काय आणि गुलाम काय
दोन्ही सारखीच. गुलामांनी विरोधाला
सुरुवात केल्यानंतर परिस्थिती बदलली.
त्यांना आता अधिक स्वातंत्र्य मिळू
लागलं. जमीन कसण्याची जबाबदारी
त्यांना देण्यात आली. त्यांनी पिकविलेल्या
धान्याचा थोडा हिस्सा त्यांना मिळे, पण
उरलेला मोठा वाटा जमिनीच्या

मालकाकडे जाई. अशाच प्रकारचा करार
होता. अशाप्रकारे गुलाम आता नोकर
बनले. गुलाम पद्धती आता संपली, आणि
एक नवी पद्धती सुरू झाली. जमीनदार
आणि नोकर किंवा मजूर अशी पद्धत
पडली. ह्या जमीनदारांना जहागिरदार
असंही म्हणत आणि या नवीन पद्धतीला
'जहागिरीची' पद्धत म्हणत. या पद्धतीमध्ये
राजेसुद्धा होते. राजांचे मित्र मोठे जमीनदार
असत. हेच ते 'जहागिरदार'.

लेखक : मृदुल सहस्रबुध्दे, प्रथम वर्ष अभियांत्रिकी

सर आयझॅक न्यूटन

भौतिकी विज्ञानातील महामानव

लेखक : शरद अभ्यंकर

सर आयझॅक न्यूटन हे नाव उच्चारल्याबरोबर आपल्यासमोर रुबाबदार राजबिंड्या व्यक्तित्वाच्या भव्य माणसाचे चित्र उभे रहाते. पण आयझॅकच्या जन्माच्या वेळचे चित्र अगदी उलट टोकाचे होते.

सन १६४२चा नाताळचा दिवस. इंग्लंडमधील एका दुर्गम खेड्यात एका शेतकरी महिलेने एका अपुऱ्या दिवसाच्या काटकुक्या पोराला जन्म दिला.

'चिपट्याच्या मापात सहज मावेल', असे त्याची आईच त्याचे वर्णन करत असे. मुलाचे वडील त्याच्या जन्मापूर्वीच मरण पावले होते आणि हे बाळ तरी जगते का मरते अशी काळजी त्याच्या आईला बरेच दिवस सतावत होती. पण ते जगले आणि भौतिकीच्या विविध विभागात मूलभूत संशोधन करून त्याने आपले नाव अजरामर केले.

गणित, यांत्रिकी, गुरुत्वाकर्षण, प्रकाश अशा विविध विषयात या शास्त्रज्ञाने एवढे प्रचंड काम करून ठेवले आहे की यातल्या फक्त कुठल्याही एका क्षेत्रातली त्याची

कामगिरी त्याला जगन्मान्यता द्यायला पुरेशी ठरली असती.

आयझॅक दोन वर्षांचा असताना त्याच्या आईने पुन्हा लग्न केले. आणि आयझॅकची खानगी त्याच्या आजीकडे करण्यात आली. लहानपणी हा मुलगा अद्वितीय बुद्धिमत्तेचा असल्याचा फारसा पुरावा कुठे उपलब्ध नाही, पण हातांनी काहीना काही बनवत रहाण्याचा त्याला नाद होता. त्याने एक छोटी पवनचक्की बनवली होती (आणि ती चक्क चालत असे), पडत्या पाण्यावर चालणारे एक घड्याळ त्याने तयार केले होते, आणि दगडाचे एक सौर घटिका यंत्र (sun dial) उभारले होते. ते यंत्र अद्यापही लंडनच्या रॉयल सोसायटीत जपून ठेवले आहे. वाचनाचा त्याला नाद होता, चित्रे आणि आकृत्यांच्या नकला तो काढत असे, आणि वनस्पती आणि फुलांचा संग्रह करत असे.

वाच्या १४व्या वर्षी आयझॅकची पुन्हा त्याच्या आईकडे पाठवणी करण्यात आली. कारण तिच्या दुसऱ्या पतीचेही निधन झाले होते, आणि शेतावर काम करण्याकरता

कोणातरी 'पुरुष' गड्याची जरूर होती. पण आयझॅकचे मन कधी शेती करण्यात रमलेच नाही. तो वाचनात वेळ काढे, कधी नुसताच स्वप्नरंजनात गुंगून जाई, फार तर लाकडी नमुना वस्तू बनवत राही. अखेर तो १८ वर्षांचा झाल्यावर त्याच्या आईने त्याला



कॉलेजात घालण्याचे मान्य केले, आणि केंब्रिज विद्यापीठाच्या सुप्रसिद्ध ट्रिनिटी कॉलेजात तो दाखल झाला. इथे ४ वर्षे विद्यार्जन केल्यावर त्याला बी.ए. पदवी मिळाली. त्यावेळी विद्यापीठात गणिताचे प्राध्यापक असणाऱ्या आयझॅक बॅरो यांनी या विद्यार्थ्यांची चमक ओळखली आणि त्याला गणिताचा उच्च अभ्यास करण्यास उत्तेजन दिले.

यावेळी इंग्लंडमध्ये गाठीच्या प्लेगची भयानक साथ थैमान घालत होती. या साथीत देशातील एक दशांश लोकसंख्या नष्ट झाली. साथीमुळे केंब्रिज विद्यापीठ बंद करण्यात आले होते आणि विद्यार्थी घरोघर पांगले होते. न्यूटन पुन्हा एकदा त्याच्या शेतावर आईकडे येऊन राहिला. प्लेगची साथ ओसरे पर्यंत दीड वर्षे त्याचा मुक्काम या खेड्यातच होता. विज्ञानाच्या दृष्टीने हा दीड वर्षांचा काळ

सर्वात सुफल म्हटला पाहिजे. कारण पुढे ज्या ज्या विषयात न्यूटनने अभिजात संशोधन केले त्याचे पायाभूत सिद्धांत त्याने या वनवासात असताना अभ्यास करून रचले.

या कालात त्याने गतीचे मूलभूत नियम शोधून ते आकाशस्थ

ग्रहगोलांनाही लागू पडतात असे दाखवून दिले. गुरुत्वाकर्षणाचे पायाभूत नियम त्याने शोधले (होय, तो सुप्रसिद्ध सफरचंद खाली पडण्याचा प्रसंग याच काळातला), कॅलक्युलसमधील डिफरन्शियल आणि इंटिग्रल पद्धती म्हणजेच कलनशास्त्रातील अवकलन व समाकलन पद्धती त्याने शोधून काढल्या, आणि नंतरच्या प्रकाशविषयक संशोधनाचा पाया त्याने इथेच रचला. या विषयातले पुढचे संशोधन करणे, त्याचे स्पष्टीकरण करणे, त्यांचा विस्तार करणे, त्यांचे उपयोजन करणे यात त्याचे पुढचे सर्व आयुष्य त्याने व्यतीत केले. पण या सर्वांची सुरुवात त्याच्या १८ महिन्यांच्या शेतावरील वास्तव्यात झाली होती. त्यावेळी तो केवळ २३-२४ वर्षांचा होता.

एवढ्या महत्त्वाच्या संशोधनामुळे न्यूटनचे नाव सर्वत्र गाजत राहिले असेल, त्याला

अमाप कीर्ति लाभली असेल असे तुम्हाला वाटत असेल तर ते साफ चूक आहे. आपल्या शोधांचे बाबतीत न्यूटन अतिशय गुप्तता बाळगणारा होता. त्यामुळेच पुढे आयुष्यभर त्याला अनेक मतमतांतरांना आणि वादविवादांना तोंड द्यावे लागले.

१६६७ मधे केंब्रिज विद्यापीठ पुन्हा सुरू झाले आणि न्यूटनला तिथे एक किरकोळ व्याख्यात्याची नोकरी मिळाली. पण तो झपाट्याने वरच्या जागा मिळवत गेला आणि लवकरच त्याने त्याचे गुरू प्रा. बॅरो यांना मागे टाकून वयाच्या केवळ २६व्या वर्षी गणिताचा 'प्राध्यापक' होण्याचा मान मिळवला. (पाश्चात्य देशात 'प्राध्यापक' ही उपाधी वर्षानुवर्षे अध्यापन, संशोधन व लेखन केल्यावरच मिळते.)

न्यूटन त्यावेळी प्रकाशासंबंधी संशोधन करत होता. प्रयोग करताना तो वैतागत असे, कारण त्या काळच्या सर्वच दुर्बिणीप्रमाणे त्याच्याही दुर्बिणीतून दिसणाऱ्या प्रतिमांच्या भोवती रंगांचे वलय दिसत असे, त्यामुळे प्रतिमा अस्पष्ट होत असे. असे का होते ते अभ्यासण्याकरता त्याने एका त्रिकोणी लोलकातून प्रकाश जाऊ दिला. त्यावर त्याचे इंद्रधनुष्यातील रंगाप्रमाणे सात रंगात विघटन झालेले त्याला आढळले. मात्र यातील केवळ जांभळ्या रंगाचा प्रकाश पुन्हा एका लोलकातून जाऊ दिल्यास जांभळाच रंग बाहेर पडतो, पण त्याचे वक्रीभवन झालेले

असते हे त्याने सिद्ध केले. हाच प्रकार इतर रंगांच्या बाबतही घडतो. मात्र प्रत्येक रंगाचे वक्रीभवनाचे प्रमाण वेगवेगळे असते हे त्याने दाखवून दिले. यावरून नेहमीचा प्रकाश हा सात विविध रंगांच्या मिश्रणातून बनलेला असतो, पण लोलकातून जाताना प्रत्येक रंगाचे वक्रीभवन वेगवेगळ्या अंशातून होत असल्यामुळे ते स्वतंत्र दिसतात हे त्याने सिद्ध केले.

पण हे सर्व होऊनही दुर्बिणीच्या भिंगातून दिसणाऱ्या प्रतिमेभोवती रंग दिसण्याची समस्या कायमच होती. त्याकरता न्यूटनने भिंगे न वापरता अंतर्गोल आरशांच्या सहाय्याने प्रकाश परावर्तित करून दूरच्या ग्रहांच्या प्रतिमा दर्शवणारी परावर्तक दुर्बिण (reflecting telescope) तयार केली. पुढे १०० वर्षांनी रंगवलये न दर्शवणारी भिंगे बनवण्यात यश आले. त्यासाठी वेगवेगळे परावर्तन गुणधर्म असणाऱ्या काचांचा एकत्रित उपयोग करण्यात आला. अशा भिंगांना (achromatic) भिंगे म्हणतात.

दुर्बिण बनवण्याची सर्व यांत्रिकी कामे न्यूटन स्वतःच करत असे. त्याने बनवलेल्या पहिल्या परावर्तन दुर्बिणीचा आरसा २.५ सें.मी. व्यासाचा होता. आता कॅलिफोर्निया येथील माउंट पालोमार इथल्या अशाच दुर्बिणीचा आरसा ५.५ मीटर व्यासाचा आहे.

प्रकाश विज्ञानातील संशोधनावर आधारित आपला पहिलावहिला निबंध

न्यूटनने प्रसिद्ध केला, त्याचे चांगले स्वागत झाले, पण तितकीच त्यावर कडक टीकाही झाली. अशी टीका करणाऱ्यात त्या काळातील मोठमोठे शास्त्रज्ञ होते. त्या अनुषंगाने सच्च्या शास्त्रीय संशोधनाची जणू व्याख्याच करणारे एक महत्त्वाचे विधान न्यूटनने केले आहे. तो म्हणतो, 'शास्त्रीय संशोधनाचा उत्तम आणि निर्दोष मार्ग म्हणजे पदार्थाच्या गुणधर्मांचा चिकित्सक दृष्टीने अभ्यास करणे, प्रयोगाच्या आधारे हे गुणधर्म सिद्ध करणे, आणि मग शांतपणे त्यांची उपपत्ती सिद्ध करणारे स्पष्टीकरण शोधत रहाणे.'

न्यूटन आता ३० वर्षांचा झाला होता आणि शास्त्रीय जगतात प्रयोग तसेच तात्त्विक सिद्धांत या दोन्ही क्षेत्रात सारख्याच तेजाने तळपणारा अशी त्याची कीर्ति गाजत होती. पण तोपर्यंत त्याच्यावर होणाऱ्या अन्य शास्त्रज्ञांच्या टीकेला उत्तरे देऊन तो वैतागला होता. त्यामुळे त्याने यापुढे आपले संशोधन वा शोध प्रसिद्धच करायचे नाहीत असे ठरवले. अर्थात आपल्या सिद्धांतांच्या पुष्ट्यर्थ आवश्यक असणारे संशोधन त्याने चालूच ठेवले होते. या वेळखाऊ व्यापातून वेळ काढून त्याने विद्यापीठाचा प्रतिनिधी म्हणून पार्लिमेंटमधेही काम केले.

हॅलेचा धूमकेतू तुम्हाला नक्कीच माहीत असणार. काहींनी तो पाहिलाही असेल. हा धूमकेतू शोधून काढणारा प्रसिद्ध खगोल शास्त्रज्ञ एडमंड हॅले १६८४ मध्ये न्यूटनला

भेटायला आला होता. यावेळी झालेल्या चर्चेत हॅलेच्या असे लक्षात आले की विज्ञानातील एक अतिशय महत्त्वाचा सिद्धांत, म्हणजे सार्वत्रिक गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धांत (The law of universal gravitation) न्यूटनने सर्व बारकाव्यांसहित विकसित केला आहे. हे अतिशय महत्त्वाचे संशोधन न्यूटनने प्रसिद्ध केलेच पाहिजे असे हॅलेचे मत होते, पण न्यूटनसाहेब काही त्याला तयार नव्हते! शेवटी बऱ्याच प्रयत्नांनी हॅलेने त्याची समजूत पटवली. मात्र त्याकरता ग्रंथ प्रसिद्ध करण्याकरता करावी लागणारी सर्व खटपट आपण करू, फार काय, त्याकरता लागणारा सर्व खर्चही आपण करू, असे हॅलेने (तो स्वतः फार पैसेवाला नव्हता तरीही) विज्ञानाच्या प्रेमाखातर कबूल केले.

हॅलेच्या प्रयत्नाने प्रसिद्ध झालेल्या या ग्रंथाने शास्त्रीय वाङ्मयात अढळपद मिळवले. Philosophic Naturalis Principia Mathematica हा तो ग्रंथ होय. त्या काळातील ज्ञानाची भाषा लॅटिन असल्यामुळे साहजिकच हा ग्रंथ लॅटिनमधे लिहिला गेला. या ग्रंथाचे ३ खंड पाडण्यात आले होते. कोणतीही हालचाल, मग ती पृथ्वीवरील असो वा आकाशस्थ ग्रह ताऱ्यांची असो ती सर्वांना लागू असणाऱ्या गतीच्या नियमांनुसार होत असते हे या ग्रंथात सिद्ध करण्यात आले होते.

'न्यूटनचे गतीचे नियम' या नावाने हे नियम प्रसिद्ध आहेत. वरवर पहाता हे नियम अगदी



आजकाल वापरल्या जाणाऱ्या दुर्बिणी न्यूटनच्या संशोधनावर आधारलेल्या असतात.
माऊंट प लोमार येथील दुर्बिणीजवळ श्री. एडविन हबल

साधे वाटतात. शाळेत अस्ताना तर मला वाटायचे की असले किरकोळ नियम सांगायला न्यूटनसारख्या प्रकांड पंडिताला आपला वेळ खर्ची घालायची काय आवश्यकता होती! यातला पहिला नियम आहे. 'एखादी स्थिर वस्तू बाह्य जोर नसेल तोपर्यंत स्थिरच राहते, तसेच एखादी गतिमान वस्तू बाह्य जोर नसेल तोपर्यंत त्याच दिशेने

आणि त्याच वेगाने गतिमान रहाते.' गडीतून जाताना अचानक जोराने ब्रेक दाबल्यास सर्व प्रवासी पुढे फेकले जातात कारण गाडीची गती रोखली गेली तरी प्रवाशांची पुढे जाण्याची गती कायम असते आणि पुढच्या बाकावर आपटून रोखली जाईपर्यंत ती तशीच रहाते. न्यूटनच्या काळापर्यंत अर्थातच या गोष्टी लोकांना माहित होत्या, पण न्यूटनने

त्यांना गणिती सूत्रात बसवले.

‘एखाद्या वस्तूच्या गतीत होणारा बदल हा त्या वस्तूला लावण्यात आलेल्या बाह्य जोराच्या समप्रमाणात आणि त्या वस्तूच्या वस्तुमानाच्या व्यस्त प्रमाणात असतो.’ हा न्यूटनचा गतीविषयक दुसरा नियम होय. एखाद्या गाडीचा वेग स्थिर स्थितीपासून ताशी ३० कि.मी. पर्यंत नेण्यासाठी जेवढा जोर लागेल त्याच्या दुप्पट जोर त्या गाडीचा वेग तेवढ्याच वेळात ताशी ६० कि.मी. पर्यंत नेण्यासाठी लागेल.

‘क्रिया व प्रतिक्रिया समसमान व परस्पर विरुद्ध असतात’, हा न्यूटनचा तिसरा नियम होय. याची असंख्य उदाहरणे आपण हरघडी अनुभवत असतो. गोळी उडाल्यावर बंदूक मागे ढकलली जाते इथपासून ते चंद्रावर जाणाऱ्या रॉकेटपर्यंत!

ग्रंथाच्या दुसऱ्या खंडात वरील कल्पनांचाच विस्तार आहे, शिवाय गतीला होणारा प्रतिरोध, तरंगांचे गणितीय स्पष्टीकरण, असे विषय आहेत.

या ग्रंथातील तिसरा खंड म्हणजे मानवी बुद्धिमत्तेचा अप्रतिम आविष्कार समजला जातो. पृथ्वीवर केलेल्या गुरुत्वाकर्षणासंबंधी प्रयोगाचे निष्कर्ष पार दूरस्थ ग्रहांना लावून त्याने त्यांच्या गतीची संगती लावली. एवढेच नव्हे तर सूर्य आणि पृथ्वी यांचे वस्तुमान मोजून दाखवले. पृथ्वी धृवांपाशी चपटी आणि विषुववृत्तापाशी फुगीर आहे त्याची गणितीय मोजमापे त्याने मोजून दाखवली.

चंद्राच्या भ्रमण मार्गात होणारे बदल सूर्याच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे कसे घडतात ते दाखवून दिले. आणि सूर्य चंद्रांचा भरती ओहोटीवर होणारा परिणाम अभ्यासून त्याचे गणितीय सिद्धांत प्रस्थापित केले.

‘प्रिन्सिपिया’ने न्यूटनला अफाट कीर्ति लाभली. त्यामुळे स्फूर्ती घेऊन की काय त्याने आपले नंतरचे प्रकाश विषयक संशोधन प्रसिद्ध केले. कॅलक्युलस मधील त्याचे शोधही त्याने प्रसिद्ध केले.

१६९९ मध्ये त्याला टांकसाळीचा प्रमुख नेमण्यात आले. १७०३ मध्ये तो रॉयल सोसायटीचा अध्यक्ष निवडला गेला. १७०५ मध्ये त्याला ‘सर’ ही पदवी देऊन गौरविण्यात आले.

न्यूटनचे सिद्धांत पुढे २०० वर्षे वैज्ञानिक प्रगतीचा पाया होऊन राहिले होते. प्रखर बुद्धिमत्ता असणारा आणि विचारांची उतुंग झेप घेऊ शकणारा हा भौतिकीचा महामेरू अत्यंत विनयशील स्वभावाचा होता. या जगताविषयीचे माझे ज्ञान हे एखाद्या वाळूच्या कणाएवढे सुद्धा नाही असे तो सांगत असे. पूर्वसुरींना आपल्या यशाचे श्रेय देताना तो म्हणे, ‘मी दूरवरचे पाहू शकलो कारण मी महामानवांच्या खांद्यावर उभा होतो.’



लेखक : शरद अभ्यंकर, विज्ञान लेखक, वाई येथे वैद्यकीय व्यवसाय.

प्रिय वाचक, लेखक, अनुवादक व हितचिंतक

शैक्षणिक संदर्भ द्वैमासिक ऑगस्ट-सप्टेंबर १९९९ पासून सुरू झाले. पहिल्याच वर्षात द्वैमासिक सुमारे १२०० वाचकांपर्यंत पोचले. युनिसेफ - यवतमाळ जिल्हा परिषद यांच्या सहाय्याने सध्या चालू असलेल्या दुसऱ्या वर्षात ही संख्या २५०० च्या घरात गेली आहे. आपण सर्वांनी द्वैमासिकाला आजवर जो आधार व सहकार्य दिले आहे, त्याबद्दल आम्ही आपले मनःपूर्वक आभारी आहोत.

शैक्षणिक संदर्भसाठी आपण पुढील गोष्टी करू शकता.

१. पुढील वर्षाची वर्गणी (रु. १००) शक्य तितक्या लवकर आमच्याकडे पाठवा.
 २. आपल्या नातेवाईकांत किंवा मित्रपरिवारात असलेल्या शालेय शिक्षक व विद्यार्थ्यांपर्यंत या द्वैमासिकाची माहिती पोचवा. त्यांना वर्गणी भरण्यास उद्युक्त करा, किंवा त्यांना वार्षिक वर्गणी भेट द्या.
 ३. ग्रामीण भागातील १०, २५, ५० किंवा १०० शाळांची वर्गणी पुरस्कृत करा.
 ४. आपल्या माहितीतल्या देणगी देऊ शकणाऱ्या व्यक्ती किंवा संस्थांकडून आर्थिक मदतीसाठी शैक्षणिक संदर्भची शिफारस करा.
 ५. वेगवेगळ्या संस्थांतर्फे, विविध कारणांनी शालेय विद्यार्थ्यांना दिले जाणारे बक्षिस म्हणून शैक्षणिक संदर्भची वार्षिक वर्गणी भरण्याची शिफारस करा.
 ६. विज्ञान व शिक्षणाबद्दल स्वतंत्र किंवा अनुवादित लेख स्वतः पाठवा, किंवा इतरांना लेख पाठविण्यासाठी सुचवा.
 ७. आपण विज्ञानविषयक लेखांचे हिंदी किंवा इंग्रजीतून मराठीत चांगले अनुवाद करू शकत असाल, तर आमच्याशी संपर्क साधा.
 ८. विज्ञान व शिक्षणाबद्दल चांगले लिखाण वाचनात आल्यास आम्हाला त्याची एक प्रत पाठवा.
 ९. आपण शिक्षक किंवा विद्यार्थी असल्यास वैज्ञानिक संकल्पना समजावून देण्यासाठी किंवा समजून घेण्यासाठी द्वैमासिकाचा वापर करा, व आपले अनुभव कळवा.
 १०. द्वैमासिकाबद्दलच्या आपल्या प्रतिक्रिया आमच्यापर्यंत पोचवा.
 ११. आपल्या जवळपास होणाऱ्या विज्ञानविषयक प्रदर्शनात किंवा पुस्तक मेळाव्यात सहभागी होण्यासाठी आम्हाला मदत करा.
- ऑगस्ट २००१ पासून सुरू होणाऱ्या तिसऱ्या वर्षातही आपली भरघोस साथ लाभेल, ही आशा करत आहोत.

संपादक मंडळ



ध्वनी

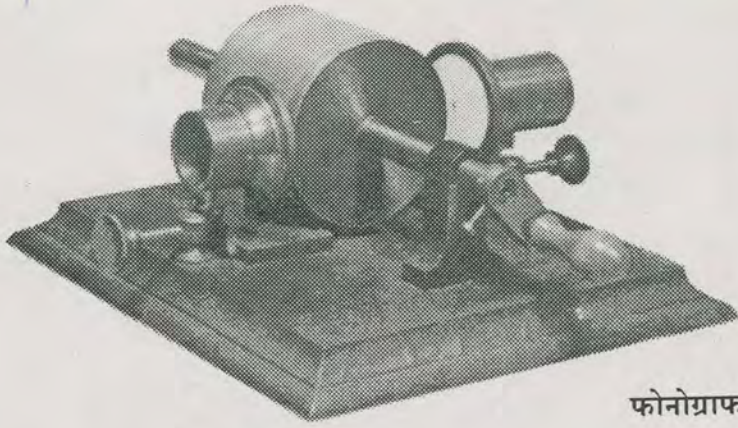
लेखक : नागेश मोने

‘ध्वनी’ मालिकेतील हा अंतिम लेख. ध्वनी साठवला कसा जातो याबद्दल आज आपण पाहणार आहोत, पण खरे पाहता ध्वनी साठवला जाऊ शकत नाही. ज्या प्रमाणे रासायनिक ऊर्जेचे आपण विद्युत घटाद्वारे विद्युत ऊर्जेत रूपांतर करतो त्याप्रमाणे ध्वनी ऊर्जेचे रूपांतर करून ती ऊर्जा साठवून ठेवावी लागते.

शंभर सव्वाशे वर्षांपूर्वी वैज्ञानिकांच्या लक्षात आले की ध्वनीलहरीचे भाग करून साठवून ठेवता येतील अन् त्यांच्या फेरजुळणीतून मूळ ध्वनी पुन्हा ऐकता येईल. ध्वनी विविध रूपात साठवून हव्या त्या वेळी आवश्यकतेनुसार त्यापासून मूळ ध्वनी पुन्हा ऐकण्याचे तंत्र आता खूपच विकसित झाले आहे. मानवी आवाज साठवून पुन्हा ऐकवण्याचे श्रेय ज्याला आहे तो एडिसन व त्याचा आवाज या तंत्राचा मूलस्रोत आहे.

अमेरिकेतील न्यूजर्सी या ठिकाणचा हा धडपड्या व बुद्धिमान शास्त्रज्ञ !

एडिसनने कथिलाचा एक पातळ पत्रा एका दंडगोलावर गुंडाळला. एका पातळ तबकडीच्या मध्यावर बसवलेल्या सुईचे टोक या पत्र्यावर अलगद ठेवले. तबकडीवर पडलेल्या ध्वनीने तबकडीची आंदोलने होत, त्यामुळे सुईचे टोक वरखाली होत असे. त्याचवेळी दंडगोल हळूहळू फिरवला असता त्यावरील पत्र्यावर कमी अधिक खोलीची खाच उमटे. या दंडगोलाला रेषीय गती दिल्याने सुईमुळे तयार झालेले आटे पुढे पुढे सरकत. हे आटे किंवा घळ म्हणजेच ‘मुद्रित ध्वनी’ होय. या घळीच्या आरंभावर सुई ठेवून दंडगोल फिरवला की त्या सुईचे टोक घळीतून पुन्हा जाई व घळीच्या कमी अधिक खोलीनुसार सुईचे उभ्या दिशेने आंदोलन होई. ही आंदोलने सुईला जोडलेल्या तबकडीला



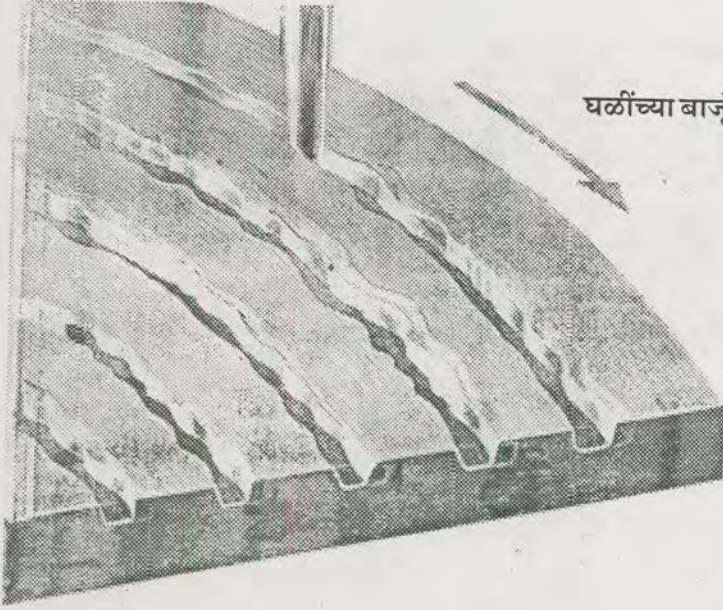
फोनोग्राफ

व तिच्या भोवतालच्या हवेला मिळत व ध्वनीचे पुनरुत्पादन होई.

एडिसनने मुद्रित केलेला पहिला ध्वनी म्हणजे 'मेरी हॅड अ लिटल लॅम्ब' या गीताची पहिली ओळ होय. या ओळीचा विचित्र, अस्पष्ट असा आवाज सुरवातीला आला आणि त्याच क्षणी मानवी आवाज पकडणे अन् पुन्हा ऐकणे वास्तवात उतरले! मग त्या क्षणापासून जगातील थोरामोठ्यांचे ध्वनी पुढील पिढीला जणू पुन्हा ऐकण्यासाठी साठवून ठेवणे अखंड चालू राहिले. या यंत्राला एडिसनने 'फोनोग्राफ' असे नाव ठेवले. आजकाल आपण त्याला रेकॉर्ड प्लेअर असे म्हणतो. याच यंत्राने एडिसनला अफाट प्रसिद्धी मिळवून दिली आणि त्यामुळे प्रेरित होऊन त्याने हजारो शोध लावले. या यंत्रातील दंडगोल हाताने फिरवावा लागत असे. दंडगोलाकार

ध्वनिमुद्रिकांचे अधिक उत्पादन मोठ्या प्रमाणावर करणे गैरसोयीचे होते व त्यासाठी जागाही जास्त लागत असे. हे सर्व टाळण्यासाठी तबकड्या वापरण्यात आल्या आणि त्या बाजारात खूप खूप लागल्या.

एमिल बर्लिनर याने १८८७ मध्ये पहिली तबकडी तयार केली. जस्ताच्या तबकडीवर विशिष्ट लाखेचा थर देऊन तबकडीच्या परिघापासून सुरू होऊन मध्याकडे वेढे घालीत जाणाऱ्या मार्गाने ध्वनिमुद्रण करणाऱ्या सुईचे टोक जात असे. त्यामुळे त्यावरील लाखेचा थर निघून जाऊन ध्वनी अनुरूप खडे जस्ताच्या तबकडीवर तयार होत. ही तबकडी फिरवण्यासाठी विद्युत मोटर वापरली जाऊ लागली व पुढे यातही बदल झाला. खडे-उंचवटे याऐवजी घळींच्या बाजूंवर ध्वनी मुद्रण करण्याची पार्श्वखोदन पद्धत रूढ झाली. यामुळे सर्व प्रकारच्या



घळींच्या बाजूवर ध्वनी मुद्रण

गुंतागुंतीची रचना असणाऱ्या ध्वनीलहरींचे आरेखन करणे सोईचे झाले. मायक्रोफोनवर मूळच्या ध्वनिलहरी आपटल्या की त्याला जोडलेल्या रेडिओसेटमध्ये विद्युत लहरी उत्पन्न होतात. प्रवर्धित विद्युत लहरी रेकॉर्डवर घळी उत्पन्न करतात. जेव्हा ही तबकडी वाजवली जाते तेव्हा सुईला जोडलेल्या विद्युत साधनांमुळे पुन्हा विद्युत लहरी उत्पन्न होतात अन् त्याला जोडलेल्या लाऊडस्पीकर मधून ध्वनी ऐकू येतो.

ध्वनीलहरींचे विद्युत लहरींमध्ये व पुन्हा विद्युत लहरींचे ध्वनी लहरींमध्ये रूपांतरण करणे अनावश्यक वाटेल खरे पण ते फार महत्त्वाचे आहे. ध्वनीचे पुनरुत्पादन

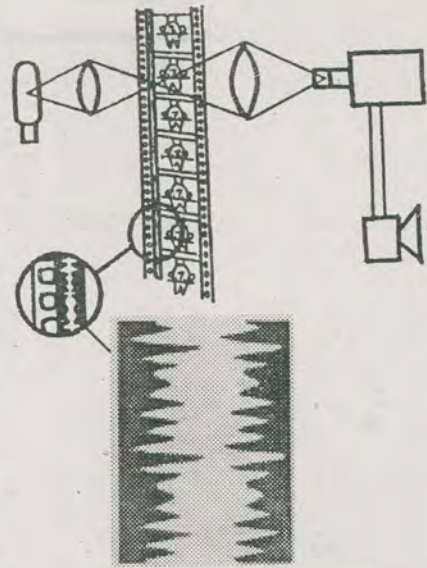
अचूकपणे होण्यात याचाच वाटा महत्त्वाचा आहे. जुन्या यांत्रिकपणे चालणाऱ्या फोनोग्राफमध्ये मूळ ध्वनिलहरीच्या दर्जात फरक पडून विचित्र आवाज येत असे पण या नवीन पद्धतीत तसे होत नाही. त्यामुळे ऐकणाऱ्याला मूळ गायकाचा अथवा वाद्याचा मूळचाच आवाज समक्ष ऐकतो आहोत असे वाटते.

ध्वनीचे ग्रहण करण्यासाठी आपण दोन कानांचा उपयोग करीत असतो, त्यामुळे अनेक ध्वनीउद्गमांपासून निघणारा संयुक्त ध्वनी ऐकताना त्या उद्गमांची परस्पर सापेक्ष स्थाने व अंतरे यांचीही जाणीव होत असते. अशी जाणीव पुनरुत्पादित ध्वनीपासूनही

व्हावी यासाठी स्टिरिओफोनिक साऊंड सिस्टिम विकसित झाली. या पद्धतीत दोन मायक्रोफोन्स एकमेकांपासून दूर ठेवलेले असतात व त्यांपासूनचा ध्वनी स्वतंत्र रित्या मुद्रित होत असतो. हा मुद्रित ध्वनी पुन्हा ऐकताना तयार झालेली घळ आपापला लाऊडस्पीकर उपयोगात आणते व दोन कानांनी ऐकल्याची जाणीव उत्पन्न होते. एक नैसर्गिक, सुस्पष्ट व सहज ध्वनी यातून ऐकत आहोत असे वाटते.

सामान्यतः मानवी श्रवणक्षमता २० Hz ते २०,००० Hz च्या दरम्यानच्या वारंवारतेसाठी अनुकूल आहे. पण आपला टेपरेकॉर्डर ८० Hz ता ९००० Hz च्या वारंवारतेचा ध्वनी पुनरुत्पादित करतो म्हणजे वाद्यांचे बरेचसे अधिस्वरक (overtones) ऐकूच येत नाहीत. तीच गोष्ट टेलिफोनची आहे. यात २०० ते ३६०० Hz मधील वारंवारतेच्या ध्वनिलहरींचेच वहन होते. तरीही आपल्या मित्राचा आवाज आपण ओळखतो हे किती विशेष आहे.

टेपरेकॉर्डर अन् चलत चित्रपटांच्या फिल्मस् यांच्यातही ध्वनीचे मुद्रण विलक्षण पद्धतीने होते. इथेही विद्युत धारेचाच वापर केला जातो. ध्वनिमुद्रणासाठी उपयुक्त ठरेल अशा चुंबकीय पदार्थाचा थर प्लॅस्टिकच्या पट्टीवर दिलेला असतो. या थरात मुद्रित झालेल्या ध्वनीलहरी विद्युत संदेशात रूपांतरित होऊन लाऊडस्पीकर मधून पुन्हा



फिल्म आणि ध्वनीमार्ग

मूळचा ध्वनी ऐकू येतो.

फिल्ममध्ये कडेला एक ध्वनीमार्ग (Sound track) असतो. या मार्गातून गेलेला प्रकाश, प्रकाशविद्युत घटावर पडतो व विद्युत संदेशात त्याचे रूपांतरण होते. या संदेशाचे प्रवर्धन करून ते लाऊडस्पीकरकडे पाठवले जातात व ध्वनी ऐकू येतो.



आधार - मराठी विश्वकोश

Sound waves : जिम जॉर्डिन

Storing up sound : इरा फ्रीमन

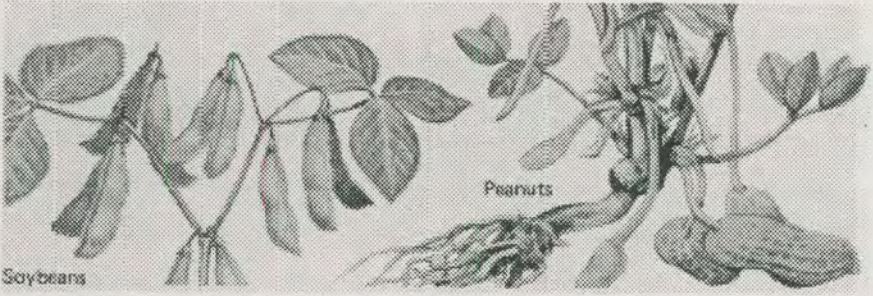
लेखक : नागेश मोने,

द्रविड हायस्कूल वाई येथे शिक्षक,

विज्ञान वाचनालय चालवितात.

नायट्रोजनचे स्थिरीकरण

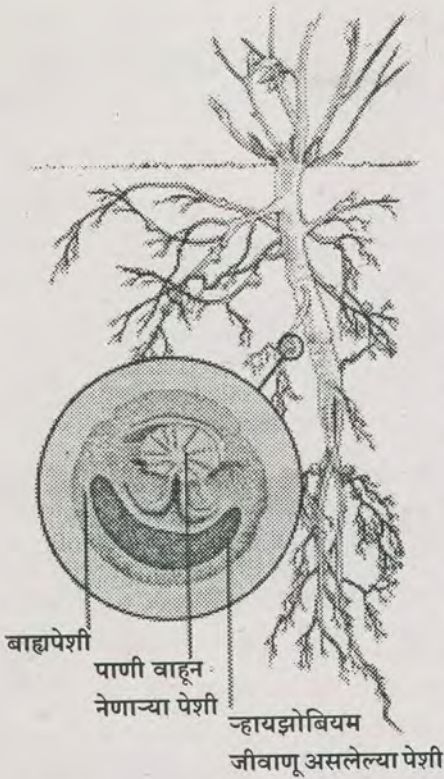
लेखक : आ. दि. कर्वे



नायट्रोजन - हवेत ज्याचं प्रमाण सर्वाधिक आहे असा वायू! वनस्पतींना त्यांच्या वाढीसाठी तर प्राण्यांना प्रथिनांसाठी नायट्रोजनची आवश्यकता असते. पण आपण तो ऑक्सिजनप्रमाणे श्वसनातून घेऊन वापरू शकत नाही. मग तो कसा मिळवला जातो ते पाहू.

सर्व जीवमात्रांना नायट्रोजनयुक्त पदार्थांची, विशेषतः प्रथिनांची गरज असते. जमिनीत आणि पाण्यातही नायट्रोजनयुक्त क्षार थोड्याबहुत प्रमाणात आढळतात. ते या माध्यमांमध्ये आढळणाऱ्या वनस्पतींद्वारा शोषले जातात आणि वनस्पतींच्या पेशींमध्ये त्यांचे सेंद्रीय संयुगांमध्ये रूपांतर केले जाते.

प्राण्यांना आपल्या चयनासाठी आवश्यक असणारे नायट्रोजनयुक्त पदार्थ वनस्पतींद्वाराच मिळतात. परंतु याशिवाय काही सूक्ष्मजीव वातावरणातल्या नायट्रोजन वायूपासून स्वतःच्या वाढीला आणि चयनाला आवश्यक अशी नायट्रोजनयुक्त संयुगे बनवू शकतात. या क्रियेला नायट्रोजनचे



की कडधान्यांना हवेतला नायट्रोजन वापरता येत असला पाहिजे. आता आपल्याला माहित झाले आहे की कडधान्यकुळातल्या वनस्पतींच्या मुळांवर असणाऱ्या गुठळ्यांमधील ऱ्हायड्रोबियम गोत्रातल्या जीवाणूंद्वारा हवेतील नायट्रोजन वायूपासून सेंद्रीय पदार्थाची निर्मिती केली जाते.

कृषिक्षेत्रात उपयोगी ठरलेल्या वनस्पतींमध्ये कडधान्ये (म्हणजे मूग, मटकी, चवळी, वाल, हरभरा, तूर वगैरे) आणि कडधान्यांच्या कुळातील इतर वनस्पती (म्हणजे भुईमूग, सोयाबीन, घेवडे, लसूणघास इ.) वगळल्यास इतर सर्व पिकांना नायट्रोजनयुक्त खते द्यावी लागतात. त्याचे प्रमाण अल्पमुदतीच्या गहू किंवा संकरित ज्वारीला द्याव्या लागणाऱ्या हेक्टरी १०० किलो नायट्रोजनपासून उसासारख्या दीर्घ मुदतीच्या पिकाला द्यावा लागणाऱ्या हेक्टरी २५० किलोग्राम नायट्रोजन इतके असू शकते. नायट्रोजनयुक्त खतेसुद्धा हवेतील नायट्रोजन वायूपासूनच निर्मिली जातात. पण यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या हाबर्-बॉश (Haber-Bosch) पद्धतीत ४००० सेल्सियस तापमान आणि २०० वातावरणांचा दाब यांची जरूरी असल्याने ऊर्जेचा फार प्रचंड प्रमाणात वापर करावा लागतो. प्रतिवर्षी या पद्धतीने जगात सुमारे तीन कोटी टन नायट्रोजनचे अमोनियात रूपांतर केले जाते, तर जैव स्थिरीकरणाने प्रतिवर्षी

स्थिरीकरण (nitrogen fixation) असे नाव आहे.

पृथ्वीभोवती असणाऱ्या वातावरणापैकी सुमारे ७९ टक्के प्रमाण हे नायट्रोजन वायूचेच असते. सन १८८८ मध्ये दोन जर्मन शास्त्रज्ञ, हेल्रीगेल (Hellriegel) आणि विल्फार्थ (Wilfarth) यांनी कडधान्य कुळातील वनस्पतींच्या वाढीचा वेग व त्यांच्यापासून मिळणाऱ्या उत्पन्नात आढळणाऱ्या नायट्रोजनयुक्त संयुगांचे प्रमाण यांची तृणधान्यांशी तुलना करून असे दाखवून दिले

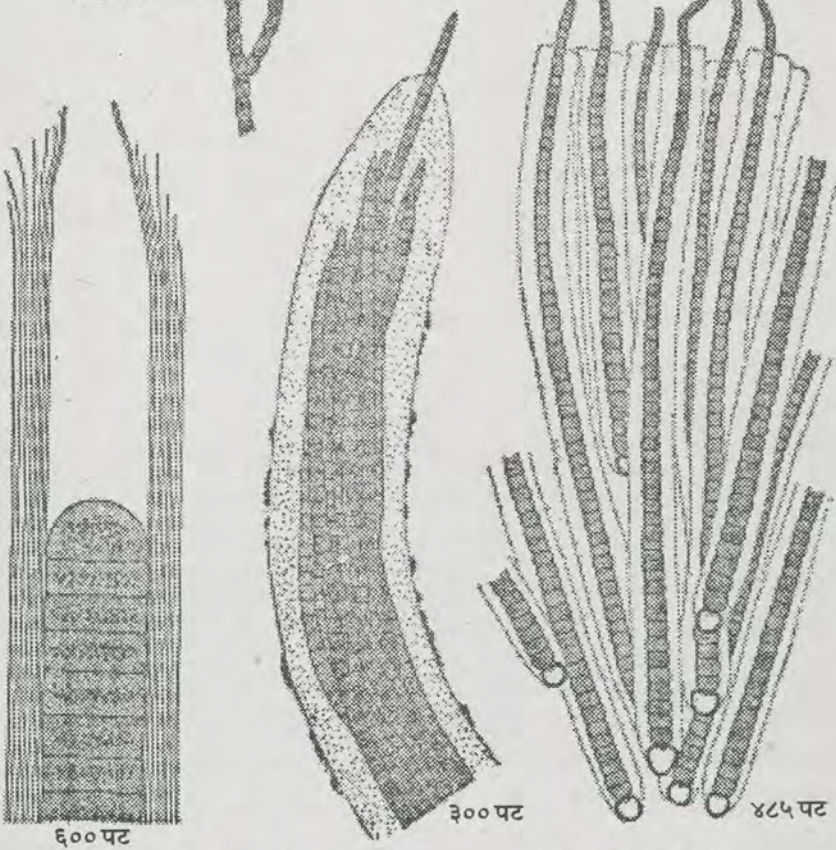
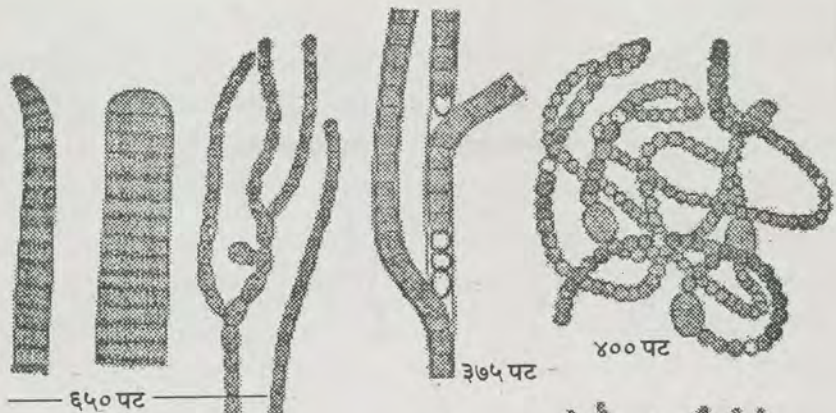
याच्या दसपटीहूनही अधिक नायट्रोजनचे स्थिरीकरण केले जात असावे असा अभ्यासकांचा अंदाज आहे.

नायट्रोजनच्या जैव स्थिरीकरणाचा सध्या जगात सर्वत्र मोठ्या प्रमाणात व सखोल अभ्यास करण्यात येत आहे. या क्रियेत वापरली जाणारी ऊर्जा प्रत्यक्ष किंवा अप्रत्यक्षरित्या सूर्याकडूनच म्हणजे विनामूल्य मिळत असल्याने जैव स्थिरीकरणाने मिळणारे नायट्रोजनयुक्त पदार्थ वापरून शेतीला लागणाऱ्या नायट्रोजनयुक्त खतांवरील खर्च कमी करणे हा यामागचा मुख्य उद्देश आहे. यात नायट्रोजनचे स्थिरीकरण करणाऱ्या सूक्ष्मजीवांचा शेतीत प्रत्यक्ष उपयोग करणे आणि नायट्रोजनचे स्थिरीकरण घडवून आणणाऱ्या जनुकांचे शेतीला उपयुक्त अशा वनस्पतींमध्ये रोपण करून त्यांना नायट्रोजनच्या बाबतीत स्वावलंबी बनवणे, अशा दोन पर्यायांचा अभ्यास केला जात आहे. या अभ्यासाचा आपण थोडक्यात आढावा घेऊ.

नायट्रोजनचे स्थिरीकरण करणारे जैव घटक अनेक प्रकारचे आहेत. त्यापैकी प्रकाश ऊर्जेचा वापर करणाऱ्या घटकांमध्ये नीलहरित शैवाले आणि प्रकाश संश्लेषक जीवाणू हे प्रमुख आहेत. या दोन गटांपैकी शेतीच्या दृष्टीने नीलहरित शैवालेच उपयोगी पडतात. या वर्गातल्या घटकांना व्यवहारात जरी 'शैवाल' असे म्हटले जात असले तरी

त्यांची गणना शास्त्रीय दृष्टीने सायानोबॅक्टीरिया (Cyanobacteria) या नावाने जीवाणूंच्या वर्गातच केली जाते.

नीलहरित शैवालांच्या पेशीमध्ये प्रकाश संश्लेषण (photosynthesis) करण्यासाठी क्लोरोफिलच्या जोडीला फायकोसायानीन व फायकोएरिथ्रिन ही दोन पूरक रंगद्रव्येहि कमी अधिक प्रमाणात आढळतात. या पूरक रंगद्रव्यामुळे या शैवालांना प्रकाशातल्या हिरव्या व पिवळ्या किरणांमधील ऊर्जेचाही प्रकाश संश्लेषणासाठी वापर करता येतो. याचा फायदा असा, की हिरव्या पानांमध्ये असणाऱ्या क्लोरोफिलने निळा व लाल प्रकाश शोषून घेतल्यानंतर त्यातून खाली जाणारा हिरवा व पिवळा प्रकाश या वनस्पतींखालील दमट मातीवर वाढणाऱ्या नीलहरित शैवालांना वापरता येतो. नीलहरित शैवाले हवेतल्या नायट्रोजनचे स्थिरीकरण करू शकत असल्याने त्यांचा अभ्यास करून त्यातल्या विशेष कार्यक्षम अशा शैवालजातींचा भातशेतीत उपयोग करावा या उद्देशाने सध्या भारतात बऱ्याच ठिकाणी संशोधन चालू आहे. या प्रयोगांमध्ये असे आढळले आहे की भातखाचरात या शैवालांचे संवर्धन घातल्यास भाताच्या उत्पन्नात १० ते २० टक्क्यांनी वाढ होते. पण हा या शैवालांनी स्थिर करून भातपिकाला दिलेल्या नायट्रोजनचा परिणाम आहे असे



नीलहरित शैवाले : ३०० ते ६५० पट मोठी केलेली चित्रे

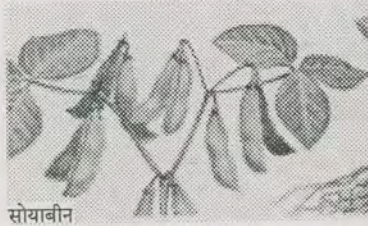
मात्र खात्रीलायक म्हणता येणार नाही. नीलहरित शैवाले आपल्या अन्नाच्या बाबतीत स्वावलंबी असल्याने त्यांना नायट्रोजनच्या स्थिरीकरणासाठी लागणारी ऊर्जाही स्वतःच खर्चावी लागते. अशाप्रकारे स्वावलंबी जीवन जगणाऱ्या जीवांनी आपली स्वतःची ऊर्जा खर्चून स्थिर केलेला नायट्रोजन अन्य पिकांना देणे हे असंभवनीय वाटते. नीलहरित शैवालांचे बाबतीत प्रस्तुत लेखकाने काही प्रयोग केले असता त्यास असा पुरावा मिळाला की नीलहरित शैवाले उच्च वनस्पतींना वृद्धिजनक संप्रेरके पुरवून त्यांची वाढ अधिक झपाट्याने घडवून आणतात. नीलहरित शैवाले दमट जमिनीच्या पृष्ठभागावर व भातखाचरातील पाण्यात वाढतात. अशा पर्यावरणात त्यांना मुख्यतः हरितशैवालांबरोबर स्पर्धा करावी लागते, उच्च वनस्पतींची पाने व हरितशैवाले या दोहोंमध्ये प्रकाश संश्लेषणासाठी क्लोरोफिल अ व क्लोरोफिल ब ही रंगद्रव्ये असतात. त्यामुळे दाट पर्णसंभारातून खाली येणाऱ्या प्रकाशात हरित शैवाले वाढू शकत नाहीत, पण आपल्या फाय्कोसायानीन व फाय्कोएरिथ्रिन या रंगद्रव्यांच्या साहाय्याने नीलहरित शैवाले मात्र अशा प्रकाशातही प्रकाश संश्लेषण करू शकतात, त्यामुळे वर सावलीचे छत्र धरणाऱ्या उच्च वनस्पतींची चांगली वाढ झाली, आणि त्यांची सावली चांगली दाट झाली, तर हरितशैवालांना

आवश्यक अशा नील व रक्त प्रकाशाची कमतरता निर्माण होऊन हरितशैवालांची पीछेहाट होते व नीलहरित शैवालांना अक्षरशः रान मोकळे सापडते. याच कारणासाठी नीलहरित शैवाले भात पिकाला 'मदत' करतात.

याशिवाय स्पाय्‌रूलीना (spirulina) या गोत्रातल्या नीलहरित शैवालांचा मानवी खाद्य म्हणून उपयोग करण्याविषयीही भारतात संशोधन चालू आहे. अमेरिका खंडातील मेक्सिको देशातल्या टेक्सकोको नामक सरोवराच्या व आफ्रिका खंडातल्या चाड देशातल्या अनेक तळ्यांच्या पाण्यात खाण्याचा सोडा (sodium bicarbonate) विरघळलेला असतो. त्यामुळे त्या पाण्याचा आम्लविम्लनिर्देशांक (pH) १० ते ११ इतका उच्च असतो. आम्लारीचे इतके उच्च प्रमाण असणाऱ्या पाण्यात फारच थोडे जीवमात्र वाढू शकतात व त्यापैकी एक म्हणजे स्पाय्‌रूलीना. या पाण्यात मासे जिवंत राहू शकत नसल्याने या शैवालाला नैसर्गिक शत्रू असा नसतोच व त्यामुळे त्याची अशा तळ्यांमध्ये अनिर्बन्ध वाढ होते. वर दिलेल्या दोन्ही देशांमध्ये पाण्यावर तरंगणाऱ्या या शेवालाचे थर पाण्यातून काढून ते उन्हात वाळवतात आणि या शुष्कशैवालाचा मानवी अन्नत उपयोग करतात. नायट्रोजन वायूचे स्थिरीकरण करण्याच्या आपल्या गुणधर्मांमुळे स्पाय्‌रूलीनाच्या वाळवलेल्या पेशींमध्ये

त्यांच्या शुष्कभाराच्या ७० टक्क्यांपर्यंत प्रथिने आढळतात. हरितशैवालाच्या पेशिकांभोवती असणारी सेल्युलोजयुक्त पेशिभित्तिका नीलहरित शैवालांमध्ये आढळत नसल्याने मानवी उदरात स्पायरूलीनाचे पचन होण्यात कोणतीच अडचण येत नाही.

एकपेशीय जीवांच्या वाढीचा वेग बहुपेशीय जीवांच्या वाढीच्या वेगाहून अधिक तर असतोच पण शिवाय ही संपूर्ण पेशीच अन्न म्हणून वापरली जात असल्याने त्यात त्याज्य असा भाग कोणताच नसतो. याउलट शेतात



सोयाबीन

पिकणाऱ्या पिकांपैकी फक्त बिया, कंद किंवा फळे असा एखादा विशिष्ट भागच मानवी अन्न म्हणून उपयोगी पडत असल्याने एकूण उत्पन्नापैकी केवळ काही अंशच वापरला जातो. या हिशेबाने बागायती शेतीत दरवर्षी ३ पिके घेतली तरीही मिळणारे उत्पन्न हेक्टरी १५ टनांचे आसपास येते. याच्या तुलनेने स्पायरूलीनाचे उत्पादन प्रतिवर्षी हेक्टरी ५० टन मिळू शकते ! यामुळे सध्या जगात विविध ठिकाणी स्पायरूलीनाचे संवर्धन व्यापारी तत्त्वावर करण्याचे प्रयत्न चालू आहेत. भारतात मद्रास येथील मुरुगप्पा चेड्डियार अनुसंधान संस्थेत याबाबत एक मोठा प्रकल्प

हाती घेण्यात आला आहे. महाराष्ट्रात बुलढाणा जिल्ह्यातील लोणार या गावातल्या एका तळ्यात स्पायरूलीनाची नैसर्गिक वाढ आढळली आहे व वर्धा येथील सेंट ऑफ सायन्स फॉर व्हिलेजेस या संस्थेत या वाणाचे कृत्रिम संवर्धन करण्यासंबंधी प्रयोग चालू आहेत.

भाताच्या खाचरात मुबलक पाणी उपलब्ध असल्याने त्यात नीलहरित शैवालांचे संवर्धन करणे शक्य असते, पण इतर पिकांमध्ये शैवाल वाढण्याइतके पाणी ठेवता येत नसल्याने त्यांना नायट्रोजन उपलब्ध करून

देण्यासाठी अॅझोटोबॅक्टर (Azotobacter) आणि अॅझोस्पिरिलम (Azospirillum) या दोन गोत्रांच्या जीवाणूंचा उपयोग केला जातो. हे दोन्ही जीवाणू जमिनीत उपलब्ध असणाऱ्या सेंद्रीय अन्नघटकांवर उपजीविका करतात, पण स्वतःला लागणारे नायट्रोजनयुक्त घटक मात्र हवेतील नायट्रोजनच्या स्थिरीकरणाने मिळवतात. या जीवाणूंच्या मृत्यूनंतर त्यांच्या पेशिकांमधील प्रथिने कुजून त्यांचे नायट्रोजनयुक्त क्षारांमध्ये रूपांतर होते आणि हे क्षार उच्च वनस्पतींना त्यांच्या मुळ्यांमार्फत उपलब्ध होतात.

ज्यात नायट्रोजनचे क्षार नाहीत पण इतर

सॅंद्रीय पदार्थ मुबलक आहेत अशा जमिनीत अॅंझोटोबॅक्टरची वाढ चांगली होते. त्यामुळे पिकांना नुसते सॅंद्रीय खत जरी मुबलक प्रमाणात दिले, तरी त्या जमिनीत कालांतराने आपोआपच अॅंझोटोबॅक्टरची संख्या वाढते. त्यामुळे ज्या जमिनीत सॅंद्रीय पदार्थ अधिक असतात, अशा जमिनीतल्या पिकांना उपलब्ध असणारे नायट्रोजनचे प्रमाणही अधिक असते. म्हणून माती परीक्षण करताना बरेचदा त्यातील नायट्रोजनच्या प्रमाणाचे प्रत्यक्ष मापन न करता केवळ सॅंद्रीय कार्बनचे प्रमाण काढून त्याच्यावरून नायट्रोजनच्या प्रमाणाचा अंदाज केला जातो. जमिनीतले सॅंद्रीय पदार्थ वापरून हवेतल्या नायट्रोजनचे स्थिरीकरण करण्याच्या गुणधर्माचा उपयोग करून वर उल्लेखलेल्या सॅंटर ऑफ सायन्स फॉर व्हिलेजेस या संस्थेने सॅंद्रीय खत तयार करण्याची 'नाडेप' पद्धती विकसित केली आहे. या पद्धतीत शेतातला त्याज्य सॅंद्रीय माल आणि शेतातलीच माती यांचे एकावर एक थर देतात. एरवी सॅंद्रीय पदार्थापासून खत बनविताना ते एका खड्ड्यात गाडून त्यात ऑक्सिजनचा प्रवेश होऊ न देण्याची खबरदारी घेतली जाते. पण 'नाडेप' पद्धतीत ही प्रक्रिया जमिनीच्या पृष्ठभागावर घडवून आणली जाते आणि तिला हवा मिळेल अशीही सोय त्यात केली जाते. 'नाडेप' पद्धतीत मातीत निसर्गतःच उपलब्ध असणाऱ्या अॅंझोटोबॅक्टर जीवाणूंना सॅंद्रीय

पदार्थ उपलब्ध झाले की त्यांचा नायट्रोजन-स्थिरीकरणाचा वेग वाढतो आणि या ढिगातले कार्बनचे प्रमाण कमी होत जाऊन नायट्रोजनचे प्रमाण वाढत जाते. या नैसर्गिक किण्वनाने तयार होणाऱ्या खतात त्याच्या वजनाच्या सुमारे ६० टक्के इतकी निव्वळ माती असूनही त्याची प्रत उत्कृष्ट शेणखताइतकीच चांगली असते.

अॅंझोटोबॅक्टरमुळे पिकाला केवळ नायट्रोजनयुक्त संयुगेच नव्हेत तर वृद्धिजनक संप्रेरक सुद्धा दिले जातात. त्यामुळे बियाणाला पेरण्यापूर्वी अॅंझोटोबॅक्टरचे संवर्धन किंवा हे जीवाणू ज्या माध्यमात वाढवले आहेत असे पेशीविरहीत माध्यम जरी लावले तरी या संप्रेरकांमुळे पिकात १० ते २० टक्क्यांनी वाढ होते.

उष्ण कटिबंधात वाढणाऱ्या गवताच्या अनेक जातीच्या मुळांच्या सान्निध्यात व मुळांच्या आतही अॅंझोस्पिरिलम हा नायट्रोजनचे स्थिरीकरण करणारा जीवाणू सापडतो. याचा शोध पहिल्याने ब्राझील देशातली एक संशोधिका श्रीमती डोबेरायनर यांनी लावला. त्यानंतर भारतात करण्यात आलेल्या पाहणीत असे आढळून आले की ज्वारी, बाजरी व इतरही सर्व भारतीय तृणधान्यांच्या मुळांच्या संपर्कात अॅंझोस्पिरिलम आढळतो. दिल्लीतील भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थेतर्फे आता अॅंझोस्पिरिलमचे संवर्धन करून त्यापासून

बियाणाला लावण्यायोग्य असे मिश्रण तयार करण्याची पद्धती विकसित करण्यात आली आहे. कोरडवाहू धान्यपिकांना शेतकरी कोणतीच रासायनिक खते घालीत नाही. अशा प्रकारचे पीक घेताना जर अँझोस्परिलमची प्रक्रिया केलेले बी वापरले तर उत्पन्नात १५ ते ८० टक्क्यांची वाढ होऊ शकते.

वर दिलेल्या तीन जीवाणूशिवाय शेतीला उपयोगाचा आणि पिकांना नायट्रोजनयुक्त संयुगे देणारा जीवाणू म्हणजे ऱ्हायड्रोबियम. या गोत्रातले जीवाणू कडधान्यकुळातल्या



वनस्पतीच्या मुळांवर गुठळ्या निर्माण करतात व त्यांच्यातच राहतात. तेथे त्यांना आपल्या यजमान वनस्पतीकडून कार्बनयुक्त पदार्थ मिळतात व त्यांचा वापर करून ऱ्हायड्रोबियम जीवाणू हवेतल्या नायट्रोजनचे स्थिरीकरण करतात व त्यापासून उत्पन्न होणारे नायट्रोजनयुक्त सेंद्रीय पदार्थ आपल्या यजमान वनस्पतीला देतात. ऱ्हायड्रोबियमद्वारा नायट्रोजनचे स्थिरीकरण करताना घडून येणाऱ्या विविध क्रियांमध्ये हायड्रोजनचीही निर्मिती होते, परंतु त्याचा पुढे जर चयनात वापर केला गेला नाही तर त्यावर खर्चलेली ऊर्जा वाया जाते.

ऱ्हायड्रोबियमच्या काही विशिष्ट वाणांमध्ये हा हायड्रोजन वाया न घालवता त्याचा आपल्या चयनात उपयोग केला जातो. ही क्रिया ज्या जनुकाद्वारे घडवून आणली जाते, त्यास हायड्रोजन अप्टेक किंवा hup जनुक असे म्हणतात. असे जनुक ज्यांच्यात आहे, अशा ऱ्हायड्रोबियमच्या वाणाला 'hup+' वाण असे म्हणतात ते नसलेल्या वाणांना hup- वाण असे म्हणतात. नायट्रोजनच्या

स्थिरीकरणात hup+ वाणे ही hup- वाणांच्या मानाने अधिक कार्यक्षम असतात असे बरेचदा आढळून आलेले आहे.

नायट्रोजनचे स्थिरीकरण करणाऱ्या इतर जीवाणूप्रमाणे ऱ्हायड्रोबियमचेही संवर्धन बियाणाला चोळून किंवा बियाणासोबत जमिनीत घालात. मात्र यात विशिष्ट जातीच्या बियांबरोबर त्या जातीच्या वनस्पतींवर ज्याने गुठळ्या निर्माण होतील अशा 'जोडीदार' जातीच्या ऱ्हायड्रोबियमच्या संवर्धनाचाच उपयोग करावा लागतो. ऱ्हायड्रोबियम व कडधान्याची जर जोडी जमत नसेल तर त्या कडधान्याच्या मुळांवर गुठळ्या निर्माण होणार नाहीत. भुईमुगाच्या मुळांवर गुठळ्या उत्पन्न करील अशा जातीचा ऱ्हायड्रोबियम जगात सर्वत्र नैसर्गिकरित्याच उपलब्ध होता.

त्यामुळे भुईमूग हे मूळचे अमेरिका खंडातले पीक असूनही उष्ण कटिबंधातल्या सर्व देशांमध्ये त्याचा विनासायास प्रसार झाला. भारतात तर एकूण खाद्यतेलाच्या ५० टक्के तेल भुईमुगापासून मिळते. याउलट सोयाबीनला आवश्यक असणारा ऱ्हायझोबियम जापोनिकम (*Rhizobium Japonicum*) हा जीवाणू केवळ अतिपूर्वेकडील देशांच्या जमिनीतच असल्याने त्या पिकाचा इतर देशांमध्ये फारसा प्रसार झाला नाही. अतिपूर्वेच्या देशांव्यतिरिक्त जेथे जेथे सोयाबीनची लागवड सुरू केली, तेथे तेथे बियाणाबरोबर ऱ्हायझोबियम जापोनिकमच्या संवर्धनाचा वापर करावा लागला.

नायट्रोजनचे स्थिरीकरण घडवून आणणाऱ्या जनुकांचे वनस्पतींच्या पेशींमध्ये रोपण करण्याच्या दृष्टीने जगभर संशोधन चालू आहे. या दृष्टीने क्लेब्सिएला न्युमोनीअे (*Klebsiella pneumoniae*) या जीवाणूच्या जनुकांचा आजवर सर्वात सखोल अभ्यास करण्यात आला आहे. या अभ्यासात असे आढळले आहे की नायट्रोजनच्या स्थिरीकरणासाठी एकूण १७ जनुकांची आवश्यकता असून ती एका साखळीप्रमाणे एकमेकांना जोडलेली असतात. जीवाणुंमध्ये आढळणाऱ्या प्लास्मिड नामक एक लहान व वर्तुळाकार डी एन्-अे-रेणूचा उपयोग वाहक म्हणून

करून ही जनुके दुसऱ्या जीवाणूच्या पेशीत घालता येतात. या प्रणालीचा वापर करून एशेरिशिया कोली (*Escherichia coli*) या मानवी विष्ठेत सापडणाऱ्या जीवाणूत व इतर सुमारे २० वेगवेगळ्या गोत्रातल्या जीवाणूंच्या पेशींमध्ये या जनुकांचे रोपण करणे शक्य झाले. रोपण केलेली जनुके आपल्या यजमान पेशीत कार्यरत तर राहतातच पण प्रत्येक पेशिविभाजनात ती आपल्या पुढल्या पिढ्यांनाही दिली जातात. या यशामुळे जनुकरोपणाच्या तंत्राने उच्च वनस्पतींनाही नायट्रोजनच्या बाबतीत स्वावलंबी बनविता येईल अशी आशा आता उत्पन्न झाली आहे, पण असे करणे कितपत व्यवहार्य आहे हा मुद्दा अजून विवाद्य आहे.

या वादाची एक बाजू अशी की उच्च वनस्पतींनी स्वतःच नायट्रोजनस्थिरीकरण केल्यास त्यांनी केलेल्या एकूण प्रकाशसंश्लेषणापैकी २५ टक्के ऊर्जा नायट्रोजनस्थिरीकरणात खर्ची पडेल. याचाच अर्थ त्यांचे उत्पादन सुमारे २५ टक्क्यांनी घटेल. उदाहरणार्थ महाराष्ट्रात हायब्रिड ज्वारी पिकाला हेक्टरी १०० किलो नायट्रोजन द्यावा अशी शिफारस आहे व एवढ्या प्रमाणात रासायनिक खते दिल्यास या पिकापासून सुमारे ५ ते ६ टन धान्य व २५ बैलगाड्या भरून कडबा निघतो. आपण जनुकरोपणाने ज्वारी पिकाला नायट्रोजनच्या बाबतीत स्वयंपूर्ण बनविले, तर आपण १००

किलो नायट्रोजनची, म्हणजे सुमारे रुपये १२०० ची बचत करू शकू. पण त्याच्या बदल्यात आपल्याला सुमारे १ ते १।। टन धान्य (रुपये ७००० ते १००००) आणि सुमारे सहा बैलगाड्या भरून कडबा (रुपये ५०००) एवढी घट सोसावी लागेल.

परंतु या वादाला दुसरीही एक बाजू आहे. पावसाच्या अनिश्चिततेमुळे महाराष्ट्रातल्या कोरडवाहू शेतीत कोणत्याच प्रकारची खते वापरली जात नाहीत. खते न वापरता घेतलेल्या कोरडवाहू ज्वारीपासून दर हेक्टरी सरासरीने फक्त ६०० किलोग्राम इतक्या धान्याचे उत्पादन होते. वर दिलेल्या उदाहरणात आपण पाहिले आहे की नायट्रोजनच्या बाबतीत स्वयंपूर्ण असणाऱ्या ज्वारी पिकाला कोणतेही नायट्रोजनयुक्त खत घातले नाही तरी त्याचे उत्पन्न ४ ते ४।। टन

मिळू शकते. याचाच अर्थ असा होतो की कोरडवाहू धान्यपिकांमध्ये जर नायट्रोजनच्या स्थिरीकरणाची क्षमता असेल, तर ते पीक अशी क्षमता नसलेल्या पिकाच्या सहा ते सात पट उत्पादन देऊ शकेल.

शिवाय जगातले ऊर्जेचे स्रोत दिवसेंदिवस घटत चालले असल्याने नायट्रोजनयुक्त रासायनिक खतांच्या किमती कालावधीने इतक्या वाढणार आहेत की आपल्याला शेवटी नायट्रोजनच्या बाबतीत स्वयंपूर्ण अशा वनस्पतींचीच पैदास करावी लागणार आहे.



लेखक : आ.दि.कर्वे, अॅग्रीप्रिण्ट रूरल टेक्नॉलॉजी इन्स्टिट्यूटचे अध्यक्ष. प्रसिध्द शेतीतज्ञ व विज्ञान लेखक

पालकनीती

पालकत्वाला वाहिलेले मासिक



मुलांच्या विकासात शिक्षणाचा आणि शिक्षकांचा मोठा वाटा असतो. त्यामुळे पालक आणि शिक्षक दोघांच्या दृष्टिकोनातून विचार करून 'पालकनीती' ठरवायला हवी.

या विचारांसाठी व्यासपीठ - पालकनीती.

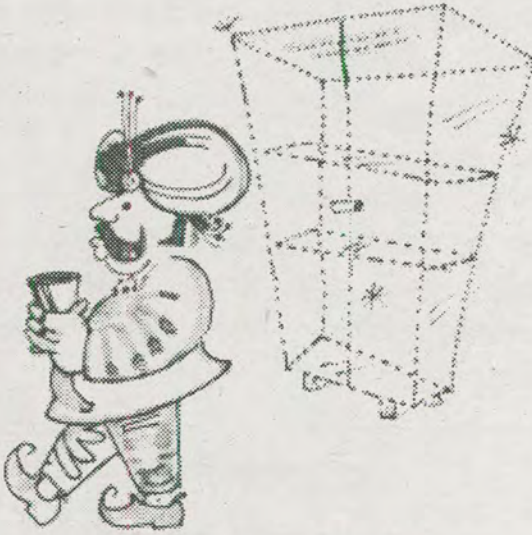
हे मासिक जरूर वाचा. ● वार्षिक वर्गणी रु. १२०/-

संपर्क : पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक,

डेक्कन जिमखाना, पुणे ४

अफलातून अलमारी

लेखक : सुधा चौहान अनुवाद : संजीवनी कुलकर्णी



फार फार वर्षापूर्वीची गोष्ट. एक होता राजा. त्या राजाकडे एक मोठी अलमारी होती. अलमारी म्हणजे काय माहिती आहे ना? कपाट. आता तुम्ही म्हणाल कपाट तर सगळ्यांकडं असतं, पण राजाचं कपाट वेगळं होतं. आखवंच्या आखवं काचेचं होतं ते. त्याची दारं, वरची खालची, मागची बाजू काचेचीच. कप्पेसुध्दा काचेचेच. अशी

अलमारी पाहिलीय तुम्ही? त्या राजाकडे होती. आता काचेचं कपाट म्हणजे त्यात काय ठेवलय हे दिसणार. हे तर आखवंच काचेचं, म्हणजे कुठूनही पहावं, काय ठेवलंय ते दिसणारच. पण या अलमारीची आणखी एक गम्मत होती, ती कधीही पहा कुठूनही पहा अगदी रिकामी दिसायची. लोकांना वाटायचं, अरे एवढ्या मोठ्या अलमारीत



या राजानं काहीतरी ठेवावं. जरीचा अंगरखा ठेवावा, जिरेटोप ठेवावा, निदान गोष्टींची पुस्तकं, खाऊचा डबा, काहीतरी ठेवावं. पण तीच तर या अलमारीची गंमत होती. आपल्याला जे काही हवं असेल, ते त्यात मिळायचं. म्हणजे समजा आपल्याला उन्हातून घरी आल्या आल्या थंडगार पाणी हवं असेल, तर अलमारी उघडायची -

थंडगार पाण्याचा पेला भरून ठेवलेला. समजा तुम्हाला वाटलं, आत्ता बाहेर फिरायला जायचंय, आणि तुम्हाला मस्त पॉलिश केलेले बूट हवेत. उघडा दार. समोर चमचमते बूट तय्यार. एवढंच नाही तर सोन्याच्या मोहरांनी भरलेला हंडासुध्दा त्यात मिळेल... जर हवा असेल तर... हां, एक सांगायचंच विसरलं. या अलमारीतून काही

घेतलं, तर 'काहीतरी' परत ठेवावं पण लागायचंच. असं का बरं? ते मात्र कुणालाच माहीत नव्हतं. राजाकडे असली नामी अलमारी होती, तो त्यातून काहीही काढायचा, आणि परत काहीतरी ठेवायचा. अशा या अफलातून अलमारीला राजा अगदी जपायचा.

पण एकदा राजा प्रवासाला गेला. राजा गेल्यानंतर काही दिवसांनी त्याच्या राजवाड्यात चोर शिरले. त्यांना राजवाड्यातलं दुसरं तिसरं काही नको होतं. त्यांना हवी होती फक्त अफलातून अलमारी. कारण त्यांना अलमारीची गंमत माहीत होती. अलमारी उचलून ते निघून गेले. घरी आणून अलमारी उभी केली. आणि एका चोरानं मनात विचार आणला, मोठं पोतं भरून सोन्याच्या झगमगत्या मोहरा हव्यात. उघडली अलमारी, पिवळ्या लखलखत्या मोहरांचं पोतं समोर हजर. दुसरा चोर म्हणाला, मला दोन पोती मोहरा हव्यात. अलमारीचं दार उघडलं तर दोन पोती मोहरा भरून उभी. चोरांचा म्होरक्या होता, त्यानं तीन पोती मोहरा अलमारीतून मिळवल्या. चोर खुश झाले. ते म्हणाले आता प्रश्नच संपला. पाहिजे तेवढ्या मोहरा घरबसल्या हजर. हव्यात म्हणायचं.. दार उघडायचं.. मोहरा तयार. रात्रभर त्यांनी तेवढंच काम केलं. मोहरांची पोतीच्या पोती बाहेर निघायला लागली. पण एक अडचण झाली खरी.

कुणीही त्या अलमारीत परत काहीही ठेवलं नाही.

चोरांचा म्होरक्या म्हणाला, "गडे हो, लवकरच आपण जगातील तीन सर्वांत श्रीमंत व्यक्ती बनणार आहोत. पण आता सकाळ झालीय. आता थोडं थांबूया. थोडी झोप घेऊ. नाहीतरी मोहरांची पोती उचलून उचलून थकायला झालंय. दिवसभर झोप काढू. रात्री पुन्हा मोहरा काढायला सुरुवात करूया". तिघंही चोर अंथरूणावर जाऊन पडले. डोळे मिटून घेतले. पण झोप कुठली येतेय. एका चोराला वाटलं, मी अजून फक्त एक म्हणजे अगदी एक जरी मोहरांचं पोतं कपाटातून मिळवलं, तर आता आहे, त्याहून जास्त श्रीमंत होईन. तो उठला, पारदर्शक अफलातून अलमारीतून एक मोहरांचं पोतं काढून घेतलं, आणि परत अंथरूणावर जाऊन पडला.

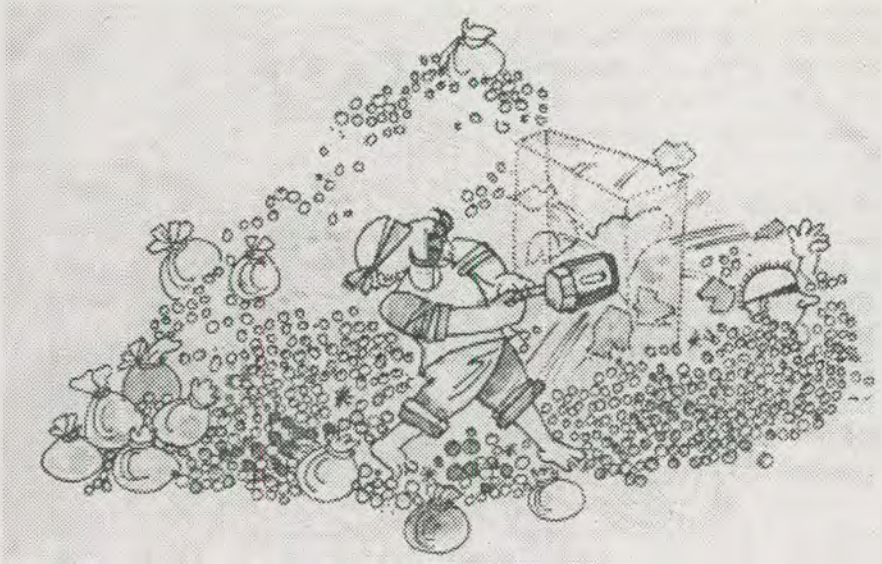
झोप येत नव्हतीच. मग स्वतःशीच पुटपुटला, "आता झोपून मी स्वतःचं जीवन बरबाद करतोय. हे काय बरोबर नाही. म्हटलंच आहे ना, थांबला तो संपला. चला उठू या." तो उठला, आणि कपाटातून मोहरांची पोती काढायला त्यानं पुन्हा सुरवात केली. दुसरा चोर पहिल्याचं पुटपुटणं ऐकत होता. पहाटेच्या नीरव शांततेत त्याला ते स्पष्ट ऐकू आलं. त्यावर त्यानं विचार केला, "इथे मी झोपलोय, आणि हा माझा साथीदार दर क्षणाला अधिक श्रीमंत होतो.. काय म्हणावं माझ्या मूर्खपणाला. एकदम अंग



झटकून तो उठला आणि लखलखीत, झगमगीत मोहरांची मोठमोठी पोती मिळवू लागला.

आता चोरांचा म्होरक्या, तो तरी काय करणार? त्यानं विचार केला "मी हा असा झोपून राहीन, आणि ह्या माझ्या साथीदारांची क्षणोक्षणी श्रीमंती वाढेल." तो ही उठला. आणि मोहोरांची पोती मिळवण्यात दंग झाला. त्यानंतरचा पूर्ण दिवस आणि रात्रही

— कोणीही जरासुध्दा थबकलं नाही. सोनं काढण्याच्या कामात आपण इतरापेक्षा मागं पडू नये यासाठी ते जीवापाड कष्ट करत राहिले. विश्रांती नाही, खाणं नाही, पाणी सुध्दा प्यायचं विसरून गेले बिचारे. शक्य तितक्या वेगानं तिधंहीजण अलमारीतून सोनं काढत होते. पोट्यात अन्नाचा कण नाही, डोळ्यांत थकावट आलेली. थकून बिचारे कधी ना कधी कोसळले. पण मजा बघा.



अजूनही तिघांचेही हात जसे अलमारीतून सोनं काढतच होते. काढतच होते. असंच मोहरा काढता काढता एक आठवडा संपला, पंधरवडा संपला, महिना झाला. हिवाळा संपला, तरी तिघांना दुसरी तिसरी कसलीही शुध्द नव्हती. एकच काम.. मोहरांची पोती मिळवणे. असं करताकरता त्या चोरांचा म्होरक्या दमला, फार दमला. त्याला वाटलं आता आपल्याला हे काम अजिबात करता येणार नाही. काय सारखं, पोती उचला ढिगात फेका, पोती उचला ढिगात फेका. त्यानं चिडून हातोडा उचलला, आणि त्या सुंदर काचेच्या अलमारीवर असेल नसेल तो जोर एकवटून मारला. खळ्ळ आवाज करून अलमारी फुटली. हजारो काचा इकडेतिकडे उडाल्या. उरलेले दोघे चोर बिचारे कामात मग्न होते, ते

एकदम थांबले.

तिघांचेही तीन डोंगर सोन्याच्या मोहरांनी बनले होते. अलमारी फुटल्यावर त्यांना काय करायचं तेच समजेना. एक मोठी किंकाळी फोडून एकजण त्या डोंगरावर कोसळला आणि तत्काळ गतप्राण झाला. उरलेले दोघेही त्याच्याच वाटेने गेले.

इकडे राजा प्रवासाहून परत आला. राजवाड्यात शिरल्याबरोबर सर्व सेवक धावले, राजाच्या पायांवर लोटांगण घालून रडू लागले. “महाराज आधी क्षमा करा, मगच सांगतो.” राजाला काहीच कळेना. “काय झालं बाबांनो, सांगा तरी. नाही रागवत, आता तरी सांगा.” “महाराज, घात झाला. आपण प्रवासाला गेलात, आणि इकडे चोर आले होते. आपली आवडती

अलमारी चोरीला गेलीय”. राजाला फार मोठं दुःख झालं, त्यानं आज्ञा केली, “राज्याचा कोपरा नू कोपरा शोधून काढा. चोरांना जेरबंद करून आणा. जा.”

राजाचे सैनिक, सेवक निघाले. राज्यभर हिंडले. हिंडता हिंडता, त्यांना एका ठिकाणी फुटलेल्या अलमारीचे तुकडे आणि सोन्याच्या मोहरांच्या पोत्यांच्या डोंगरावर मरून पडलेले तिघं चोर दिसले. सेवकांनी साठ बैलगाड्या मागवल्या. मोहरांची पोती त्यावर भरली आणि राजाकडे घेऊन आले. राजानी अलमारी फुटल्याचं ऐकलं, चोर मरून पडल्याचं ऐकलं, आणि तो विचारात पडला. या चोरांनी एवढं सोनं बाहेर काढलं, तर काढू द्या एकवेळ, पण परत मात्र काही ठेवलेलं दिसत नाही. तसं केलं असतं, तर ते मुळीच मेले नसते. अलमारी परत काही मागत नसतेही, पण माणसानं घ्यावं तसं थोडं द्यावंही, नाहीतर आपण फार स्वार्थी होऊन जातो.

राजा उठला, अलमारीचे फुटलेले तुकडे जिथे पडले होते तिथे गेला. काही झालं तरी, जादूची अलमारी होती ती. तिचा चुरा, तुकडे, जेवढे जमले तेवढे त्यानं एकत्र केले. आणि मग त्यांचा एक गोल बनवला. काचेचा गोल. मग त्यानं त्या गोलावर जगातल्या सगळ्या देशांचे नकाशे काढले.

राजाचं हे सगळं काम सुरू असताना, सेवक, सैनिकच काय, दरबारी आणि



प्रजाजन सुध्दा बघत होते. गोल पूर्ण झाल्यावर त्याच्याकडे बघितल्यावर, त्यांना त्याचा अर्थ कळला. या गोलाकडे बघितलं की कुणालाही पृथ्वीची आठवण येते, आणि मग आठवंतं, की आपली पृथ्वीदेखील अशीच आहे. त्यातून हवं ते मिळतं, पण परतही थोडं द्यावं लागतं. नीटपणे काळजी घेतली तर धरती कधीही काही कमी पडू देणार नाही, पण तिची उपेक्षा केली तर मात्र नष्ट होऊन जाईल. ❖❖

चकमक या हिंदी बालविज्ञान पत्रिकेच्या जून १७ च्या अंकात ही गोष्ट आली होती. एका इंग्रजी परिकथेचं हे रूपांतर कै.सुधा चौहान यांनी चकमकसाठी केलं होतं.

अनुवाद : संजीवनी कुलकर्णी, होमिओपथी तज्ञ, पालकनीती मासिकाच्या संस्थापक. अक्षरनंदन शाळेच्या उभारणीत सहभाग. प्रयास संस्थेतर्फे आरोग्य क्षेत्रात संशोधन

अक्षय विकास



अफलातून अलमारी ही गोष्ट वाचलीत? वाचली नसली तर आता वाचा. कारण या गोष्टीच्या अनुषंगाने अक्षय विकास (sustainable development) या संकल्पनेबाबत थोडा विचार करायचा आहे.

अक्षय विकास ही एक जीवनशैली आहे. निसर्गाचे संतुलन ढासळू न देता उपलब्ध नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा वापर करून सामाजिक व आर्थिक विकास घडवून आणण्याचा तो एक मार्ग आहे. खालील चित्रावरून ही संकल्पना जास्त स्पष्ट होईल.

सध्याच्या औद्योगिक विकासप्रणालीत आर्थिक प्रगती, सामाजिक सुधारणा व पर्यावरणाचे रक्षण या तीन गोष्टींचा वेगवेगळा विचार केला जातो, किंबहुना या तीन गोष्टींत संघर्षाचेच वातावरण दिसते. अक्षय विकासात मात्र या तिन्ही गोष्टी हातात हात घालून चालतात, आणि त्यातून एक सुविकसित समाज-रचना निर्माण होते.

अक्षय विकास घडवून आणण्यात विज्ञान व तंत्रज्ञान महत्त्वाची भूमिका बजावू शकते. उपलब्ध नैसर्गिक साधनसंपत्तीचा अधिकाधिक कार्यक्षमतेने वापर करण्यासाठी

वैज्ञानिक तत्त्वे उपयोगी पडतात. याचे एक उत्तम व सर्वांच्या परिचयाचे उदाहरण म्हणजे वैज्ञानिक संशोधनातून पुढे आलेले सौरऊर्जेसारखे पुनर्निर्माणक्षम ऊर्जास्रोत (renewable energy sources) व ते वापरण्याचे तंत्रज्ञान.

भावी पिढीत अक्षय विकासाचा विचार रुजवण्याचे काम विज्ञान शिक्षणामार्फत होऊ शकते. जीवनाची वरकरणी वेगळी वाटणारी अंगे, प्रत्यक्षात एकमेकांशी निगडित आहेत, एकमेकांवर अवलंबून आहेत, याची जाणीव करून देणे, ही विज्ञान शिक्षणाची पहिली पायरी असायला हवी. विकासाच्या प्रयत्नांतून निर्माण होणाऱ्या पर्यावरणीय समस्या, आर्थिक अपयशं, सामाजिक कार्यक्रमांचा बोजवारा उडणे, इ., चे मुख्य कारण आहे, या परस्परावलंबित्वाकडे केले जाणारे दुर्लक्ष. एक उदाहरण पाहू.

समजा, एखाद्या ठिकाणी समुद्रात एका विशिष्ट जातीचे मासे सापडतात. या माशांना बाजारपेठेत भरपूर मागणी आहे, चांगला भाव मिळतो आहे. या भागातील समुद्रकिनार्यावर कित्येक पिढ्यांपासून केवळ याच माशांची मच्छिमारी करणारा एक समाज रहातो आहे. माशांच्या या विशिष्ट जातीच्या संरक्षणासाठी मासेमारीवर बंदी घालण्याची मागणी करणारा पर्यावरण रक्षक, मच्छिमारांच्या सामाजिक गरजांकडे तसेच त्या भागाच्या अर्थकारणाकडे पूर्ण दुर्लक्ष करत असतो. याउलट त्याला विरोध करणारा आर्थिक विकासाचा पुरस्कर्ता माशांची जात नष्ट झाली, तर तिथल्या पर्यावरणीय प्रणालीचे संतुलन ढासळून होणाऱ्या अनिष्ट परिणामांची पर्वा करायला तयार नसतो. त्याला फक्त दुर्मिळ झाल्याने वाढत असलेला माशाचा भाव दिसत असतो. मासेमारीखेरीज दुसरे उदरनिर्वाहाचे कोणतेही साधन माहीत नसलेल्या मच्छिमारांना आपली पारंपरिक समाजव्यवस्था विनाअडथळा चालू रहाण्यातच रस असतो. आजच्या प्रचलित व्यवस्थेत यातून मोठाच संघर्ष उभा राहिल. पण अक्षय विकासावर आधारित व्यवस्थेत विज्ञानाच्या मदतीने या तिन्ही दृष्टिकोनांची सांगड घालता येऊ शकते. शास्त्रशुद्ध पद्धतीने मत्स्यशेती करून माशांची जातही वाचवता येईल, बाजारपेठेतील मागणीप्रमाणे पुरवठाही करता येईल, आणि मच्छिमारांना देशोधडीलाही लागावे लागणार नाही.

हे उदाहरण सर्वस्वी काल्पनिक नाही.

दक्षिणपूर्व आशियात नामशेष होण्याच्या मार्गावर असलेल्या समुद्री घोड्यांच्या बाबतीत अशीच काहीशी परिस्थिती निर्माण झाली होती. पण अक्षय विकासाची संकल्पना व शास्त्रीय ज्ञान वापरून वर सुचवलेल्याच मार्गाने ही समस्या सोडवण्यात शास्त्रज्ञ यशस्वी झाले आहेत.

याच प्रकारे आजच्या गुंतागुंतीच्या व बहुआयामी समस्यांवर उपाय शोधून समाजाला अक्षय विकासाकडे वळवण्याचे काम वैज्ञानिक व तंत्रज्ञानां करायचे आहे. मात्र यासाठी त्यांना मिळणारे शिक्षण आंतरशाखीय व बहुशाखीय (interdisciplinary and multidisciplinary) असायला हवे. त्यातून त्यांना पारंपरिक चौकटीबाहेर विचार करण्याची सवय लागायला हवी. या दृष्टीने, विज्ञान शिक्षणातून विद्यार्थ्यांना पुढील गोष्टी मिळायला हव्यात.

१. सर्व सजीवांच्या एकमेकांशी व आपल्या आजुबाजूच्या भौतिक पर्यावरणाशी असलेल्या संबंधांची व त्यांच्या परस्परावलंबित्वाची जाणीव.

अन्नसाखळीत मानवाचे स्थान काय, मानवाने जाणता-अजाणता केलेल्या हस्तक्षेपामुळे सजीवांच्या काही जाती नष्ट किंवा दुर्मिळ होऊन मानवी जीवनावर त्याचे काय बरे-वाईट परिणाम झाले आहेत, अशा प्रश्नांची उत्तरे शोधण्याचा प्रयत्न विज्ञानाच्या अभ्यासक्रमाच्या अनुषंगाने होऊ शकतो. यातूनच ही जाणीव वाढीला लागेल.

२. निसर्गातील वेगवेगळ्या प्रणालींचे कार्य कसे चालते याचे ज्ञान, आणि पृथ्वीची जीवसृष्टी जोपासण्याची मर्यादा समजण्यासाठी व वाढवण्यासाठी हे ज्ञान वापरण्याची क्षमता.

वाढत्या लोकसंख्येची अन्नाची गरज भागवण्यासाठी अधिकाधिक जमीन शेतीखाली आणण्यातून जंगले नष्ट होतात, व निसर्गाचे संतुलन ढासळते. यापेक्षा उपलब्ध जमिनीचीच उत्पादनक्षमता वाढवण्याच्या शास्त्रीय पद्धती शोधणे, जास्त सयुक्तिक आहे. त्या दृष्टीने कोणकोणत्या उपाययोजना आजवर केल्या गेल्या आणि यापुढे करता येऊ शकतात, या उपायांचे काय फायदे-तोटे आहेत, यासारख्या गोष्टींवर वर्गात चर्चा घडवून आणून विद्यार्थ्यांत ही क्षमता निर्माण करता येईल.

३. वैज्ञानिक व तांत्रिक ज्ञान, आर्थिक, सामाजिक व राजकीय वस्तुस्थिती, ऐतिहासिक व सांस्कृतिक अनुभव, नैतिक मूल्ये, या सर्वांची सांगड घालण्याची प्रतिभा. दोन उदाहरणे पहा. ● पाश्चिमात्य देशांत साबण बनवण्यासाठी प्राणीजन्य स्निग्ध पदार्थांचा वापर केला जातो. सांस्कृतिक व सामाजिक दृष्ट्या भारतात हे रुचणारे नसल्याने इथे संशोधकांना साबण बनवण्यासाठी उपयुक्त ठरतील असे वनस्पतीजन्य स्निग्ध पदार्थ शोधून काढावे लागले, तसेच स्थानिक वनस्पतींपासून हे पदार्थ मिळवण्याची व वापरण्याची व्यवहार्य तंत्रे शोधायची लागली.

● शेकडो वर्षांपासून वेगवेगळ्या पदार्थांचे अभिषेक केल्याने कोल्हापूरच्या अंबाबाईच्या प्राचीन मूर्तीची झीज होऊन ती खराब होण्याचा धोका निर्माण झाला आहे. पण आधुनिक विज्ञानाच्या मदतीने या मूर्तींवर दगडापेक्षा कठीण असा लेप चढवून तिचे आयुष्य वाढवता येईल, असा निर्वाळा संशोधकांनी दिला आहे.

यासारखी उदाहरणे विद्यार्थ्यांपर्यंत पोचवून त्यांच्यामध्ये ही प्रतिभा जागवता येईल.

४. आपल्या आजुबाजूच्या समाजात पर्यावरणीय विषयांवर वैज्ञानिक, सामाजिक व सांस्कृतिक दृष्ट्या अर्थपूर्ण चर्चा घडवून आणण्याचे कौशल्य.

विद्यार्थ्यांमध्ये पर्यावरणीय विषयांवर वाद-चर्चा घडवून आणून, त्यांना अशा विषयांची माहिती मिळवून निबंध, लेख, इ. लिहिण्यास उद्युक्त करून, वेगवेगळ्या अंगांनी पर्यावरणीय विषयांचा अभ्यास करणाऱ्या तज्ञांबरोबर भेटीची व चर्चेची संधी देऊन, आपल्या परिसरातील समस्यांचा अभ्यास करण्यासाठी वेळ व प्रोत्साहन देऊन, हे साध्य करता येऊ शकेल.

५. सर्वसामान्यांचे मत व तज्ञांचे मत या दोन्हीचा आदर करण्याची वृत्ती.

बरेचदा प्रयोगशाळेत यशस्वी वाटणारे एखादे तंत्रज्ञान लोकांशी विचारविनिमय न करताच त्यांच्या माथी मारले जाते, आणि ते अयशस्वी ठरले की, लोकांच्या मनात विज्ञान व वैज्ञानिकांबाबत अविश्वास निर्माण होतो. याचे एक उदाहरण खाली देत आहे.

ग्रामीण भागात अजूनही सरपणावर चालणाऱ्या मातीच्या चुली वापरल्या जातात. पारंपरिक चुलींची कार्यक्षमता फक्त ५-१० टक्के असते. म्हणजे चुलीत जाळल्या जाणाऱ्या सरपणाच्या उष्मांकपैकी (calorific value) फक्त ५-१० टक्के उष्णता भांड्यातला पदार्थ शिजवण्यासाठी वापरली जाते. शिवाय या चुलींतून खूप धूर निघतो. यामुळे स्वयंपाक करणाऱ्या स्त्रियांना डोळ्याचे व श्वसनाचे विकार होतात, तसेच स्वयंपाकाची भांडी, घराच्या भिंती काजळीने काळ्याकुट्ट होऊन जातात. भारत सरकारचे अपारंपरिक ऊर्जा मंत्रालय, १९८० च्या दशकापासून सुधारित चुलींचा राष्ट्रीय कार्यक्रम राबवते आहे. या कार्यक्रमाद्वारे पारंपरिक चुलींपेक्षा अधिक कार्यक्षम चुलींची निर्मिती, प्रचार व प्रसार करण्याचा प्रयत्न केला जातो. सुरुवातीच्या काळात सुधारित चुलींच्या रचना विकसित करणाऱ्या शास्त्रज्ञांनी फक्त चुलींची कार्यक्षमता वाढवण्यावर (म्हणजेच सरपण जाळून निर्माण होणाऱ्या उष्णतेतील अधिकाधिक उष्णता भांड्यापर्यंत पोचवण्यावर) भर दिला. प्रयोगशाळेतील प्रयोगांत कृत्रिमरित्या

खडखडीत वाळवलेल्या उत्तम प्रकारच्या जळाऊ लाकडांचाच फक्त इंधन म्हणून वापर केला गेला. अशा प्रयोगात ३० ते ४० टक्के कार्यक्षमता दाखवणाऱ्या चुली या पारंपरिक चुलींपेक्षा चांगल्या असणारच, असे गृहीत धरून लोकांना त्यांचे वाटपही केले गेले. पण प्रत्यक्षात लोक शेणाच्या गोवऱ्या, शेतातील टाकाऊ पदार्थ, वेगवेगळ्या प्रकारची व आकाराची लाकडे, अशी वेगवेगळी इंधने वापरतात. चुलीचा उपयोग पाणी तापवणे, भात, भाजी, डाळ, मांस शिजवणे, परतणे, तळणे, भाकरी/रोटी भाजणे इ. वेगवेगळ्या पाकक्रियांसाठी केला जातो. प्रयोगशाळेत कार्यक्षमता ठरवताना फक्त पाणी उकळण्याच्या क्रियेचाच विचार झालेला होता. यामुळे या तथाकथित सुधारित चुली पारंपरिक चुलींपेक्षाही अधिक गैरसोयीच्या ठरल्या. महाराष्ट्रात या चुलींवर भाकऱ्या भाजल्या जात नव्हत्या, त्यामुळे त्या अगदीच निरुपयोगी ठरल्या. या अनुभवातून धडा घेऊन संशोधकांनी आपल्या ज्ञानाला चुली वापरणाऱ्यांच्या गरजांची जोड दिली. आणि तेव्हाच खऱ्या अर्थाने सुधारित अशा चुली निर्माण झाल्या.

वरील गोष्टी विद्यार्थ्यांना देणे आपल्या आजच्या शिक्षणातून साध्य होते का ? असेल, तर कितपत ? नसेल तर यासाठी काय करावे लागेल ? अक्षय विकासाची संकल्पना रुजवण्यासाठी इथे नमूद केलेल्या गोष्टींबरोबर किंवा त्यांपेवजी आणखी काही करायला हवे आहे का ? शिक्षक किंवा पालक किंवा विद्यार्थी म्हणून तुम्हाला याबद्दल काय वाटते ?

अंक ७ ते १० मध्ये काय वाचाल ?
(ऑगस्ट २००० ते मे २००१)

ऑगस्ट - सप्टेंबर २००० : ● थोडा भूगोल थोडा इतिहास आणि कालिदास
● उकल एका प्राचीन लिपीची ● भूलभुलैय्या ● घन, द्रव, वायू आणि काच
● भौतिकशास्त्रातील सोपी प्रात्यक्षिके ● व्हर्नियरचा सिध्दांत ● सावधान! धरणी सरकारते
आहे! ● अनाकलनीय नाते ● ध्वनी : आवाजाची ओळख ● सरोवर का बर्फांचं
मैदान!

ऑक्टोबर-नोव्हेंबर २००० : ● काट्यांचे घरकुल ● उकल एका प्राचीन लिपीची
● मिळून सारेजण ● हवेचा दाब ● सुरकुतलेल्या वाटाण्यांची गोष्ट ● वनस्पतींचे अन्न
● भूकंप लहरी ● तुमच्या चहाच्या कपातील कोडी ● ध्वनी : वेग
● ऐंशी दिवसात जगाची सफर

डिसेंबर २००० - जानेवारी २००१ : ● चंद्र पडत का नाही ● चॉकोलेटचा
इतिहास ● कठीण पाणी ● टोपोलॉजी आणि चतुरंग समस्या ● खेलखेलमें
● ध्वनी: अनुस्पंदन ● असे नर, अशा माद्या ● कॉर्क ● ध्वनीच्या शोधात ● अनोखे
शिक्षण

फेब्रुवारी - मार्च २००१ : ● यांना तुम्ही बिया म्हणाल? ● हवेचा दाब
● प्रयोगाकडून सिध्दांताकडे ● नेपच्यूनचा शोध ● पिंपळ, श्रध्दा आणि ऑक्सिजन
● प्रकल्पातून विज्ञान ● सीटी मारो ● जैवतंत्र ● ध्वनी ● फुग्याचा दिवस

एप्रिल - मे २००१ : ● सर्पांचे अंतरंग ● वाद्यांचे विज्ञान ● शिकवण्याची ती पध्दत
● उल्कावर्षाव कशामुळे ● विज्ञान म्हणजे काय? ● जुळ्या भावंडांपैकी एक - चुंबकत्व
● ध्वनी - दोन विशेष परिणाम ● चुंबकत्व ● वनस्पती विरूध्द वनस्पतिभक्षक
● मूषक मर्दन

ऑगस्ट १९९९ ते जुलै २००० सहा अंक रु. १००/- मध्ये उपलब्ध

ऑगस्ट २००० ते जुलै २००१ सहा अंक रु. १००/- मध्ये उपलब्ध

अंक १ ते ६ मध्ये काय वाचाल ?

(ऑगस्ट १९९९ ते जुलै २०००)

ऑगस्ट - सप्टेंबर १९९९ : • भूमिका • बटाटा प्रयोगशाळेत • धरतीची फिरती
• जलपातळीचा मर्मभेद • पायथागोरसचा विलक्षण सिध्दांत • प्राणवायूची देवाणघेवाण
• हवेतून हिरे ! • आनुवंशिकतेचे नियम शोधणारा धर्मगुरू - मेंडेल
• खोदून काढले एक गाव • कथा कॅलेंडरची • छोट्या प्रयोगाकडून मोठ्या उपयोगांकडे
• कुठे आहे माझ्या मित्राचे घर ?

ऑक्टोबर-नोव्हेंबर १९९९ : त्या अनाम वीरांना • सात आश्चर्ये • रेणुभाराचा
गुंता • श्रावण मासी हर्ष मानसी • परीघाचे त्रिज्येशी नाते • डावं-उजवं
• मॅग्नोवनं शिकवला नवा धडा • शॅमेलिऑन • हे अमर महाकवी • चंद्र छाया
• कंप सुटे पृथ्वीला

डिसेंबर १९९९ - जानेवारी २००० : रंग माझा वेगळा ! • बियांचे निःश्वास
• शीतलता देता घेता • ओळख आवर्तसारणीची • थायमस पुराण • माती रंगे
खेळताना • शून्याच्या पाठीमागे • गुरूनानकांचा दोहा • कोणे एके काळी
• इलेक्ट्रॉनचा शोध

फेब्रुवारी - मार्च २००० : वसुंधरा दिन • विश्वाच्या जन्मापासून • सूक्ष्मजीवशास्त्र
आणि पक्षीनिरीक्षण • मॅगेलानची पृथ्वीप्रदक्षिणा • गंधज्ञान • प्राण्यांना चाके का
नसतात ? • जड मूलद्रव्यांचे नामकरण • दिसामाशी वाढताना • बेटांवरील जीवसृष्टी
• लेंझचा नियम

एप्रिल - मे २००० : जांभया का येतात ? • बहुरूपी, बहुगुणी कार्बन • समुद्रातील
पाण्याचे प्रवाह • निर्जंतुक ! • निसर्गातील लयबध्दता • फाइनमन ब्राझीलमध्ये •
पावलाची कमान • पापणी लवायच्या आत • चमत्कार करू शकणारा माणूस

जून - जुलै २००० : मॅगेलानची देणगी • मुलांनी काय शिकावं • अन्वस्त, वर्गसंख्या
आणि आपण • रंग मजेचे, तऱ्हेतऱ्हेचे • गुहेत दडलेला खजिना • भूगोलातील
नकाशे • लस द्या बाळा • चमत्कार करू शकणारा माणूस • लांडगा आला रे आला

शैक्षणिक संदर्भ अंक १ ते ६ एकत्रित संच (Bound Volume) उपलब्ध.

एकत्रित संचासाठी रु. १३०/- पाठवावेत.

सभासदत्वाचा नमुना फॉर्म

वार्षिक सहा अंक	किंमत	हवे असतील त्यापुढे ✓ खूण करा.
ऑगस्ट १९ ते जुलै २००० (एकत्रित संच Bound Volume)	रु. १३०/-	
ऑगस्ट १९ ते जुलै २०००	रु. १००/-	
ऑगस्ट २००० ते जुलै २००१	रु. १००/-	
वार्षिक वर्गणी ऑगस्ट २००१ ते जुलै २००२	रु. १००/-	
एकूण		बँक ड्राफ्ट / चेक / मनी ऑर्डर

शैक्षणिक संदर्भच्या वर्गणीसाठी रु.

बँक ड्राफ्ट/चेक/मनीऑर्डरने संदर्भ च्या नावे पाठविले आहेत.

(पुण्याबाहेरच्या चेकसाठी वरील रकमेवर रु. १५/- अधिक पाठवावेत.)

नाव _____

पत्ता _____

सही

तारीख

संदर्भ, द्वारा पालकनीती परिवार,

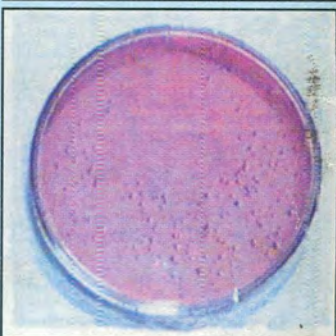
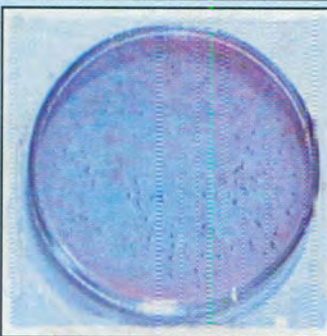
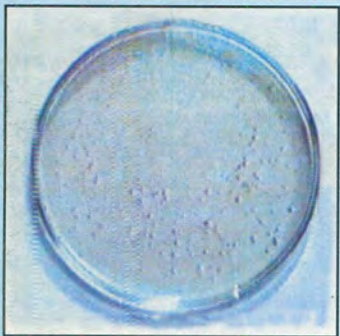
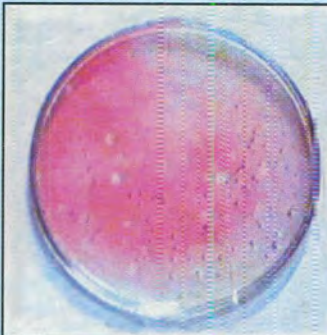
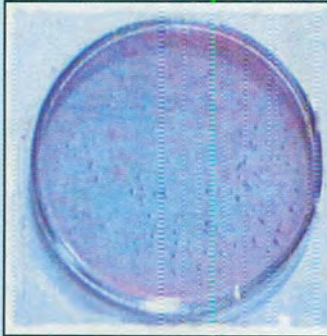
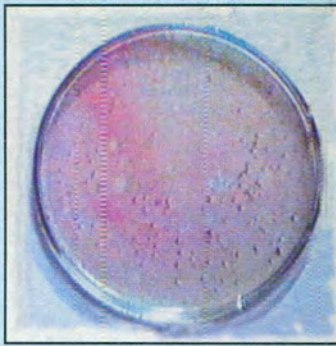
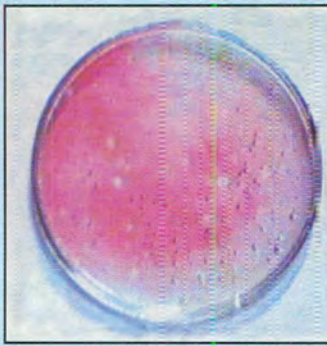
अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे रोड, पुणे ४११ ००४.



लोणारचेजगप्रसिध्द तळे

सुमारे ५,००,००० वर्षापूर्वी ६० मी. लांबीचा आणि २० लाख टन वजनाचा एक महाकाय उल्कापाषाण या ठिकाणी पृथ्वीवर येऊन आदळला. यामुळेपृथ्वीवर प्रचंड मोठं विवर पडलं, या विवराच्या कडेनेखडक मूळच्या पातळीच्या २० मी. उंच उचललेगले. याच विवराचं पुढेखाऱ्या पाण्याच्या नैसर्गिक तळ्यात रूपांतर झालं.

याबद्दल अधिक माहिती पान १८ वर, 'उल्कापाताचेप्रताप' मध्ये.



शैक्षणिक संदर्भ - जून-जुलै २००१ RNI Regn. No. : MAHMAR/ 999/3913

मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार करिटा संपादक नीलिमा नहत्रबुद्धे यानी नंजीव मुद्रणालय,
सदाशिव पेठ, पुणे येथे छापून वजसन. अमृता क्लिनिक, संभार्चि पूल कोपरे, कर्वे पथ, पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.