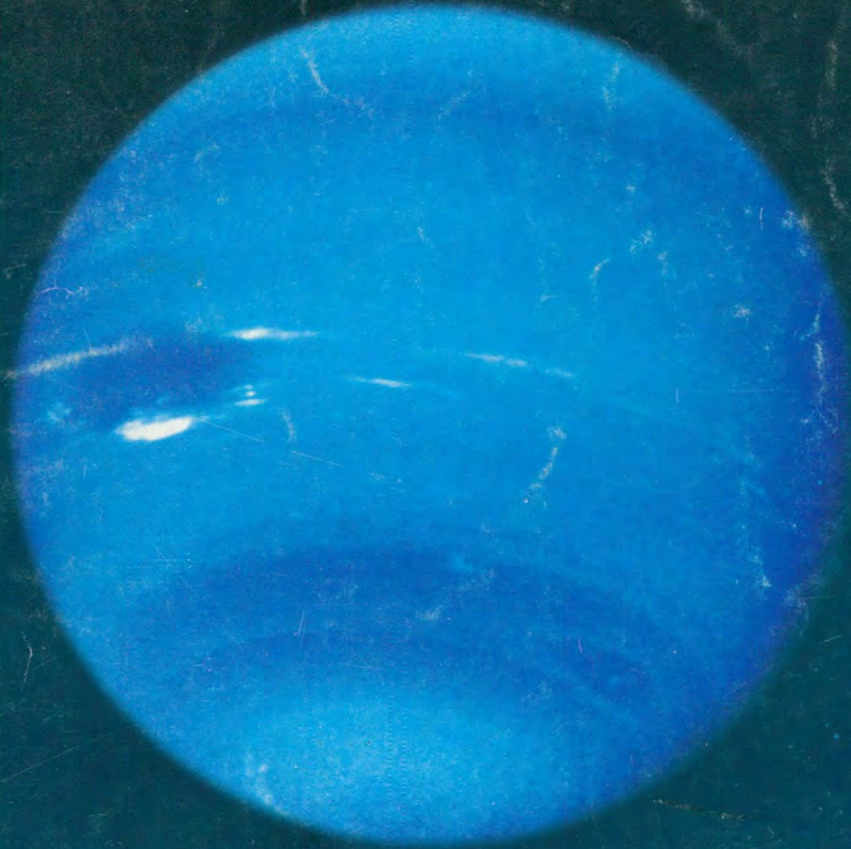


शैक्षणिक संदर्भ

अंक - ९

फेब्रुवारी-मार्च २००१



शिक्षण आणि विज्ञानात रुची असणाऱ्यांसाठी द्वैमासिक

संपादक :

नीलिमा सहस्रबुध्दे
संजीवनी कुलकर्णी
नागेश मोने
प्रियदर्शिनी कर्वे

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक - ९

फेब्रुवारी - मार्च २००९

अक्षरजुळणी व मुद्रण :

न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स
संजीव मुद्रणालय

निर्मिती आणि वितरण

संदर्भ, द्वारा पालकनीती परिवार
अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा,
कर्वे रोड, पुणे ४११ ००४.

ई-मेल : karve@wmi.co.in

दूरध्वनी : ५४४९२३०

पालकनीती परिवार पुणे व

एकलव्य, होशंगाबाद

यांच्या सहयोगाने हा अंक
प्रकाशित केला जात आहे.

किंमत : रुपये २०/-

वार्षिक मूल्य : रुपये १००/-

मुखपृष्ठावर व्होयॅजर-२ ने काढलेला नेपच्यूनचा फोटो. नेपच्यूनचा शोध
लागल्यावर जवळजवळ १५० वर्षांनी ऑगस्ट ८९ मध्ये व्होयॅजर-२ नेपच्यूनजवळ
आले. ते पृथ्वीपासून इतक्या लांब होते की या अवकाशयानाने काढलेले नेपच्यूनचे
फोटो पृथ्वीपर्यंत पोचायला त्या संदेशांना ४ तास प्रवास करावा लागला.

१८४० च्या सुमारास असा एक ग्रह असणार हे इंग्लंड, फ्रान्स मधल्या दोन
खगोलतज्ज्ञांच्या लक्षात आलं होतं. युरेनसच्या कक्षेमध्ये होणाऱ्या बदलांवरून
गणित करून या नव्या ग्रहाचा शोध लावला गेला. तो प्रत्यक्षात दिसला १८४६
मध्ये. कागदावर लावलेल्या या शोधाची कहाणी या अंकात वाचायला मिळेल.
मलपृष्ठावरील फोटोबद्दल माहिती पान ३२ वर पहा.

अँस्ट्रॉनॉमिकल सोसायटी ऑफ द पॅसिफिक, कॅलिफोर्निया ही संस्था विज्ञान व खगोलशास्त्र
यांच्या प्रसारासाठी साहित्य तयार करते. नेपच्यूनबद्दल त्यांनी तयार केलेले साहित्य - या
अंकाच्या मुखपृष्ठासाठी व इतरत्र वापरले आहे. (आभार : आयुक्ता - पुणे)

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक - ९

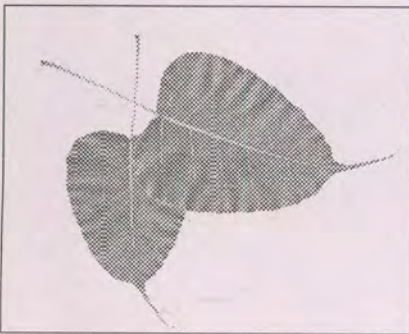
फेब्रुवारी - मार्च २००९

- यांना तुम्ही बिया म्हणाल ? ५
- हवेचा दाब ११
- प्रयोगाकडून सिध्दांताकडे १९
- नेपच्यूनचा शोध २३
- पिंपळ, श्रध्दा आणि ऑक्सिजन ३३
- प्रकल्पातून विज्ञान ३९
- सीटी मारो ४५
- जैवतंत्र ५१
- ध्वनी ५९
- फुग्याचा दिवस ६७



हवेचा दाब११
फुगे फुगवणे, सायकल-स्कूटरमधे हवा भरणे, यामुळे हवेचा दाब आपल्याला परिचित असतो. तो मोजणं, त्याचा वापर करणं यासाठी हवेचे गुणधर्म आपल्याला नीटपणे समजलेले असायला हवेत. ते किती समजले आहेत हे तपासून पाहू या.

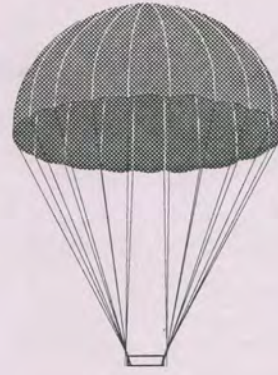
नेपच्यूनचा शोध२३
निरीक्षण करणं आणि गणित मांडणं - ते तपासून पाहणं यांचा अतूट संबंध असतो. संशोधन करताना त्यातील कोणतंही एक जास्त महत्त्वाचं, दुसरं कमी महत्त्वाचं असं लेखून चालणार नाही. हा झगडा फार पूर्वीपासून चालू आहे. नेपच्यूनचा शोध लागला त्या काळातही हा चालूच होता.



पिंपळ, श्रध्दा आणि ऑक्सिजन३३
'तिन्हीसांजेला झाडाखाली बसू नये. झाडं अंधारात कार्बन-डाय-ऑक्साईड सोडतात.' आणि 'पिंपळाचं झाड पवित्र असतं, ते २४ तास ऑक्सिजन सोडतं', अशा गोष्टी ऐकलेल्या आठवत असतील. यातलं खरं काय ते वाचू या.

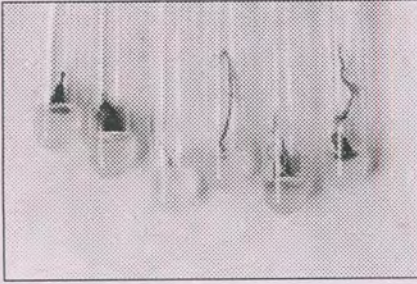
प्रकल्पातून विज्ञान..... ३९

विज्ञान प्रयोगाशिवाय शिक्षण आता कुणालाही मान्य होणार नाही. हे प्रयोग दिल्याप्रमाणेच करायचे का आपलं डोकं वापरून - यामुळे बराच फरक पडू शकेल. प्रयोग प्रकल्पांचा उपयोग विज्ञान शिक्षणात कसा करता येईल ते UNESCO नं प्रसिध्द केलेल्या एका पुस्तकात दिलं आहे. त्या पुस्तकातील काही भाग.



जैवतंत्र५९

या शतकात जैवतंत्रज्ञान आपल्या आयुष्यात क्रांती घडवून आणणार आहे. जैवतंत्रज्ञान हे काही नवं शास्त्र नाही. फार पूर्वीपासून आपण त्याचा वापर करत आलो आहोत. या शतकात त्याचे आणखी नवे नवे उपयोग पुढे येत आहेत. स्वयंपाकघरापासून कारखान्यांपर्यंत सर्वत्र पसरलेल्या या तंत्रज्ञानाची ओळख करून घेऊ.



फुग्याचा दिवस :६७

साबणाच्या पाण्याचे फुगे करणं आणि उडवणं हा मुलांचं मन गुंतवून टाकणारा खेळ. एका मुलानं असे फुगे करायचा सपाटा लावला. पुढे काय झालं...



अंक १ ते ६ मध्ये काय वाचाल ?

ऑगस्ट - सप्टेंबर १९९९ : • भूमिका • बटाटा प्रयोगशाळेत • धरतीची फिरती
• जलपातळीचा मर्मभेद • पायथागोरसचा विलक्षण सिध्दांत • प्राणवायूची देवाणघेवाण
• हवेतून हिरे ! • आनुवांशिकतेचे 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 • रेणूभाराचा गुंता
• श्रावण मासी हर्ष मानसी • पंरीघाचे त्रिज्येशी नाते • डावं-उजवं
• मॅन्ड्रोवनं 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, त-हेत-हेचे • गुहेत दडलेला खजिना • भूगोलातील नकाशे
• लस द्या बाळा • चमत्कार करू शकणारा माणूस • लांडगा आला रे आला

शैक्षणिक संदर्भ अंक १ ते ६ एकत्रित संच उपलब्ध.

त्यासाठी रु. १३०/- मनीऑर्डर / चेक / ड्राफ्टने संदर्भ नावे पाठवावेत.

सोबत आपला संपूर्ण पत्ता द्यावा. अंक १ ते ६ एकत्रित संचासाठी असा उल्लेख करावा.

यांना तुम्ही बिया म्हणाल ?

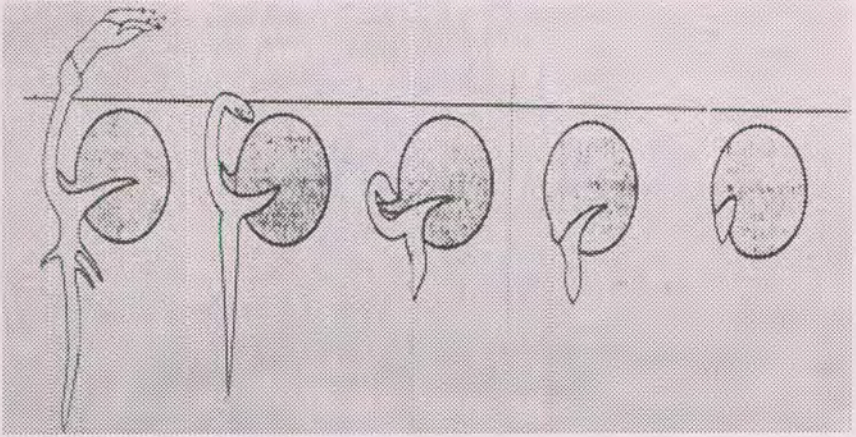


लेखक : सुशील जोशी • अनुवाद : अमिता नायगावकर

जर तुम्हाला कोणी विचारलं की बियांचा असा एक गुण सांगा की जो सगळ्या बियांमध्ये असतो - तर तुम्ही काय सांगाल ? हेच ना, की बी पेरली तर ती उगवते आणि त्याचं रोप बनतं ! आता जर तुम्हाला असं सांगितलं की असं बी असतं की जे उगवतच नाही.... तर मग तुम्ही काय म्हणाल ? मी तर म्हणेन वेडाच आहे, चेष्टा करतोय बहुतेक ! असं काय कधी बी असतं का ? पण आता काय सांगू तुम्हाला, काही वैज्ञानिकांनी अशा बिया तयार केल्या आहेत. आता नक्कीच तुमच्या मनात प्रश्न असेल की कशा काय बनवल्या बरं ? आणि त्यापेक्षाही मोठा प्रश्न येईल की कशासाठी बनवल्या त्या ?

या प्रश्नांची उत्तरं देण्यासाठीच हा लेख.

या प्रश्नाचं उत्तर आपल्या शेतीशी निगडीत आहे, याचा संबंध आपल्या जेवणाशी आहे, आपल्या जीवनाशी आहे. सर्वप्रथम हे तर समजावून घ्या की ह्या न उगवणाऱ्या बिया म्हणजे काय भानगड आहे. समजा तुम्ही शेतकरी आहात. तुम्ही दरवर्षी आपलं पीक काढता आणि पीक तयार झाल्यावर त्यातल्याच थोड्या बिया पुढच्या वर्षी पेरता याव्यात म्हणून साठवून ठेवता. म्हणजे तुम्ही बिया बाजारातून आणत नाही. पण समजा एखाद्या वर्षी काही कारणाने तुम्ही बाजारातून बिया घेतल्या. घेऊन त्या पेरल्या, पीक कापलं आणि आपल्या सवयी प्रमाणे थोड्याशा बिया काढून ठेवल्या. पण पुढच्या वर्षी जेव्हा तुम्ही त्या पेराल तेव्हा त्या उगवणारच नाहीत.



म्हणजे एकदा जर या बिया आणल्या तर दरवर्षी तुम्हाला बाजारातूनच आणाव्या लागतील.

आता आपल्या पहिल्या प्रश्नाकडे वळू या. कशा बनवल्या अशा बिया ? यासाठी वैज्ञानिकांनी निसर्गाच्याच काही गुणधर्मांमध्ये फेरबदल केले. सजीवांचे गुण कसे तयार होतात हे कदाचित तुम्हाला माहिती असेल. सजीवांच्या शरीरातील पेशींमध्ये गुणसूत्रे असतात. या गुणसूत्रांवर डी.एन.ए. नावाचा एक पदार्थ असतो. या डी.एन.ए. मुळे त्या जीवाचे गुणधर्म काय असतील हे निश्चित होत असते. अर्थात कितीतरी गुण पर्यावरणावरही अवलंबून असतात. डी.एन.ए. च्या छोट्या-छोट्या समूहांना जीन म्हणतात. जीन आपली कामगिरी प्रथिनांच्या मार्फत पार पाडत असतात.

पुन्हा आपण बियांकडे वळू या. जेव्हा बी पिकते तेव्हा तिच्यामध्ये एक जीन सक्रिय

बनतो. तो जीन बीला अंकुरित होण्याचा संदेश देतो. त्याला आपण अंकुरणजीन म्हणू या. पण या जीनला सक्रिय बनविण्याचे कार्य आणखी एका जीनद्वारे केले जाते. त्याला नाव दिलं गेलेलं आहे एल्.इ.ए. अर्थातच प्रथम एल्.इ.ए. सक्रिय बनेल, मग तो अंकुरणजीनला जागृत करेल.

बियांमधला आणखी एक जीन आता समजला आहे. त्याला आपण अंकुरणरोधी जीन म्हणू या. तो सामान्यतः निद्रिस्त म्हणजे निष्क्रिय असतो.

वैज्ञानिकांनी केलं काय, तर एल्.इ.ए. चा अंकुरणजीनशी संबंध तोडला आणि तो अंकुरणरोधी जीनशी जोडून दिला. आता जेव्हा बी परिपक्व व्हायला लागेल तेव्हा एल्.इ.ए. जीन अंकुरणजीनला सक्रिय बनविण्याऐवजी अंकुरणरोधी जीनला सक्रिय बनवेल. झालं की मग काम ! बी तर बनली ! पण ती अंकुरित नाही होणार !

जीनमध्ये अशाप्रकारचे फेरबदल करण्याच्या कामाला जिनेटिक इंजिनियरिंग - जनुक अभियांत्रिकी म्हटलं जातं.

आता आपण दुसऱ्या प्रश्नाकडे वळूयात. शेवटी अशी बी बनविण्याची आवश्यकता काय आहे ? मी वर तुम्हाला सांगितलंच की आजकाल वैज्ञानिक जिनेटिक इंजिनियरिंग द्वारा सजीवांच्या जीवरचनेमध्ये फेरबदल करू शकतात. आता हेही



शक्य झालेलं आहे की एका सजीवाचा एखादा जीन काढून तो दुसऱ्या सजीवात बसविता येतो. तर या पद्धतीचा उपयोग करून शास्त्रज्ञ रोज नवनव्या प्रकारची रोपं-वनस्पती, जीव-जंतू बनविण्यात व्यस्त झालेले आहेत.

उदा. गव्हाला गेरवा रोग लागतो, तसा एखाद्या वनस्पतीला गेरवा लागत नसेल. त्या वनस्पतीमध्ये हे पाहतील की त्यामध्ये असा कोणता जीन आहे जो वनस्पतीला गेरव्यापासून वाचवतो ते वैज्ञानिक शोधून काढतील. जर असा जीन असेल तर मग ते त्याला तिथून हलवून गव्हामध्ये बसवतील.

आता या गव्हालासुद्धा गेरव्याविरुद्ध लढण्याचं सामर्थ्य मिळालं.

याच प्रकारे समजा धान्यामध्ये एखादं प्रथिन कमी आहे. तर मग त्या प्रथिनाचा जीन कुठून तरी आणून धान्यामध्ये बसवला की झालं. किंवा समजा एखादं कीटकनाशक रसायन आहे. ते फवारल्यावर कीड तर मरते पण पिकाचं देखील नुकसान होतं. मग शेतकरी असं रसायन आपल्या शेतात टाकणार नाही हे तर सरळच आहे. मग अशा वेळी एखादा वैज्ञानिक कुठून तरी असा जीव शोधून काढतो की जो या रसायनाशी लढू शकेल. तो जीन आणून पिकाच्या बियांमध्ये

बसवला तर आता त्या पिकावर कीडनाशकाचा दुष्परिणाम होणार नाही. मग शेतकऱ्यांना सांगता येईल की आता खुशाल हे रसायन फवारा. त्यामुळे कंपनीचं रसायनही विकलं जाईल. पण यात एक बाब आहे की या रसायनाचा फवारा तेव्हाच योग्य असेल जेव्हा त्या खास जीनने युक्त असलेले बियाणे

पेरले जाईल. कंपनी ते बी पण विकेल आणि रसायनदेखील.

मात्र एक समस्या आहे. ती शेतकऱ्यांसाठी नाही तर वैज्ञानिक आणि त्या कंपनीसाठी आहे. अशा बिया बनवण्यासाठी खूप खर्च केला जातो. एखादी कंपनी वैज्ञानिकांकडून हे काम करवून घेते, पैसे खर्च करते. कंपनी

नाण्याची दुसरी बाजू

सोबतच्या लेखात अंकुरणहीन बियांवर दोन आक्षेप घेतले गेले आहेत.

- १) यामुळे दरवर्षी शेतकऱ्याला कंपनीकडूनच बी खरेदी करणं भाग पडेल.
- २) अंकुरणहीन बिया लावलेल्या शेताजवळच्या इतर शेतांमधील पिकांनाही अंकुरणहीन बियाच लागतील.

या दोन्ही आक्षेपांबाबत क्रमाने विचार करू.

- १) आजही संकरित वाणांची पिके घेणाऱ्या शेतकऱ्याला दरवर्षी बियाणे उत्पादक कंपनीकडून बियाणे घ्यावे लागते. संकरित किंवा जनुरोपण करून बनवलेले बियाणे वापरल्याने शेतकऱ्याचे उत्पादन वाढते, त्यासाठी त्याला द्यावी लागणारी ही किंमत आहे. केवळ बाजारपेठेत असे बियाणे उपलब्ध असले की शेतकरी ते वापरेलच, असे नाही. त्यामुळे जर शेतकऱ्याचा फायदा होत असेल, तरच तो ते घेईल, आणि तरच कंपनी नफा कमवू शकेल.

दुसरं म्हणजे ज्या शेतकऱ्याला स्वतःचं बियाणं वापरायचं आहे, तो तसं करण्यासाठी पूर्ण स्वतंत्र आहे.

- २) भारतातील बहुतेक सर्व पिकांमध्ये स्वपरागणानेच बी भरते. त्यामुळे शेजारच्या शेतातील अंकुरणहीन बियांपासून साध्या पिकाच्या बीजात अंकुरणहीनतेचे गुणधर्म येण्याची भीती नाही. बाजरी, मका आणि सूर्यफूल या तीनच पिकांमध्ये परपरागण होत असल्याने हा धोका संभवतो.

डॉ. आ. दि. कर्वे, शेतीतज्ज्ञ

त्या बिया विकून नफादेखील कमवू इच्छित असेल तर मग ती त्या बियाण्याचे पेटंट करून घेते. याचा अर्थ आता यापुढे कोणी इतर व्यक्ती ह्या अथवा अशा प्रकारच्या बियाणाचा धंदा करू शकणार नाही. म्हणजे अशा बिया पाहिजे असतील तर तुम्हाला त्याच कंपनीकडे जावं लागणार.



आता आला का प्रश्न ? समजा मी गेलो त्या कंपनीकडे आणि एक किलो बी विकत घेतलं. ते पेरलं तर २०-२५ किलो बी मला नक्की मिळेल. मग आता मी पुन्हा कंपनीकडे कशासाठी जाऊ ? मस्त मजेत माझ्याकडच्या थोड्या बिया वाचवून दरवर्षी काम चालू राहिल. पण होईल काय तर कंपनीचा धंदा बसेल ना ? मग पेटंटचा काय फायदा ? यासाठीच आपल्या पेटंटच्या सुरक्षेसाठी आणि आपलं बी विकण्यासाठी कंपनीने अंकुरणहीन बिया बनविल्या आहेत. त्यामुळे कंपनीला फायदा असा होईल की दरवर्षी शेतकऱ्याला कंपनीकडूनच बी खरेदी करणं भाग पडेल. पण शेतकऱ्यांचे काय हाल होतील ? आणि पिकाच्या किंमतीवर याचा

काय परिणाम होईल ?

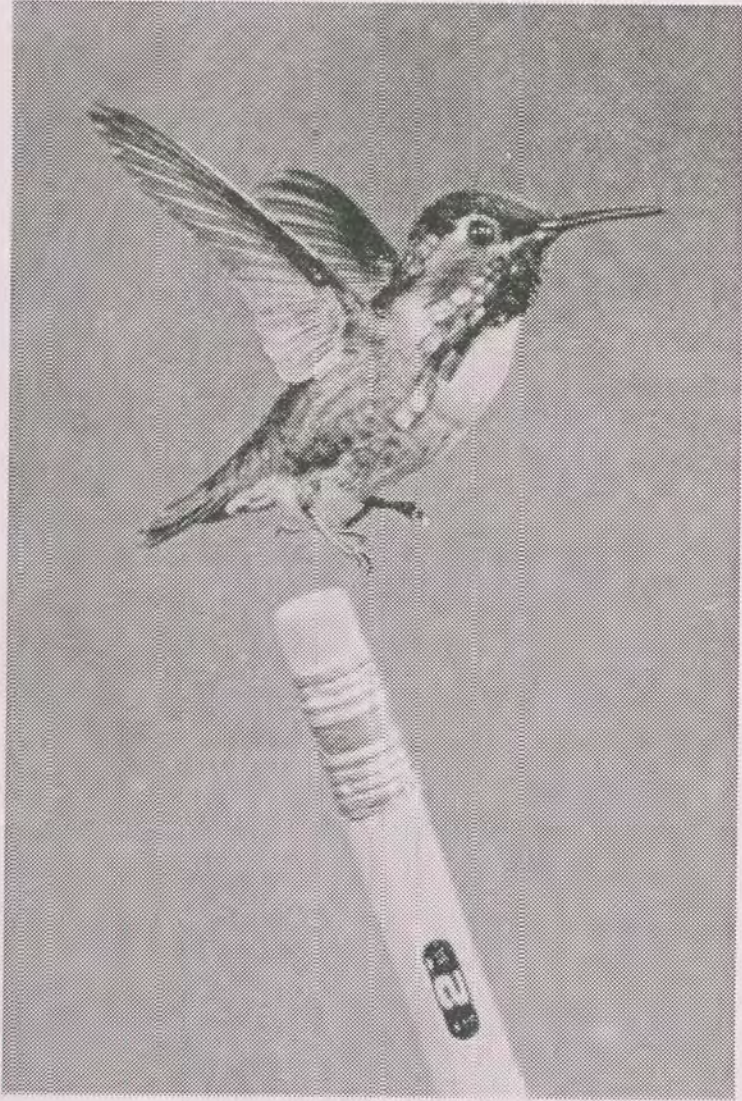
अशा बियांचा आणखी एक धोका असतो. समजा काही लोकांनी या अंकुरणहीन बिया पेरल्या, त्याच्या आसपास मात्र सर्वसामान्य पीक आहे. आता असे होऊ शकते की अंकुरणहीन वनस्पतींचे परागकण सामान्य फुलांना परागित करतील आणि हे जीन

त्यांच्यापर्यंतसुद्धा पोचतील. तेव्हा त्या सामान्य पिकांपासूनसुद्धा उत्पन्नबिया उगवणार नाहीत. त्यामुळेच या अंकुरणहीन बियांच्या शोधाने शेतीवाडीच्या क्षेत्रामध्ये खळबळ माजवली आहे. सर्व लोक चिंताग्रस्त झाले आहेत. आणि कंपन्या तर म्हणत आहेत की आम्हाला फक्त आमच्या पेटंट आणि नफ्याशीच मतलब आहे.

तुम्हाला काय वाटतं, याबाबतीत काय केलं पाहिजे ? ❖

चकमक - नोव्हें. ९८ मधून साभार

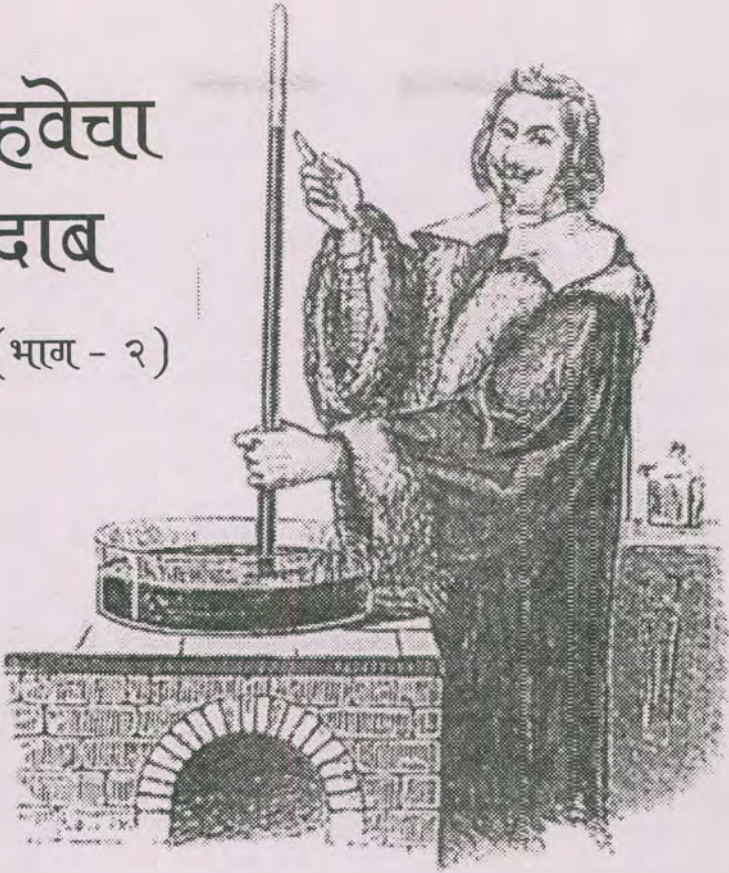
लेखक : सुशील जोशी, विज्ञान लेखक
एकलव्यच्या विज्ञान कार्यक्रमांमध्ये कार्यरत
अनुवाद : अमिता नायगावकर
किसन वीर महाविद्यालय, वाई



जगातील सर्वात लहान पक्षी
क्यूबाजवळ सापडणारा Bee Hummingbird
(आभार : नॅशनल जिओग्राफिक)

हवेचा दाब

(भाग - २)



लेखक : अमिताभ मुखर्जी • अनुवाद : स्वप्नील प्रभुदेसाई

आपण सर्वजण हवेच्या विशाल समुद्राच्या खाली वावरत आहोत. वरच्या दिशेने वातावरण कित्येक किलोमीटरपर्यंत पसरलेले आहे. फक्त वरच नाही, तर हवा सर्व बाजूंनी पृथ्वीभोवती पसरलेली आहे. जिथे कुठे हवेला मोकळा मार्ग दिसतो, तिथे ती लगेच घुसण्याचा प्रयत्न करते (हाच आहे

हवेच्या तरलतेचा गुणधर्म (Fluidity). या हवेच्या समुद्राच्या तळाशी आपण राहात असल्यामुळे, तिचा भार वा दाब आपल्यावर पडतोच. द्रवपदार्थांप्रमाणेच वायूंचा दाबही खालील सूत्राने वाढता येतो.

(वायूचा) दाब = उंचे \times घनता

किती आहे हा हवेचा दाब ? एक वर्ग

सें.मी. जागेवर एक कि. ग्रॅ. वजन ठेवले असता जेवढा दाब त्या जागेवर तयार होतो, जवळजवळ तेवढाच. एक वर्ग सें.मी. वर जागेवर असलेल्या हवेच्या 'स्तंभाची' उंची कित्येक कि.मी. असली तरी हवेची घनता पाण्याच्या घनतेपेक्षा खूपच कमी आहे. एक वर्ग सें.मी. जागेवरील एक कि. ग्रॅ. वजनाच्या पाण्याच्या स्तंभाची उंची किती बरं असेल ?

एक घन सें.मी. पाण्याचे वजन = १ ग्रॅम.

म्हणजे स्तंभाच्या (पाण्याच्या) १ सें.मी. चे वजन १ ग्रॅम आहे. त्यामुळे १ कि.ग्रॅ. वजन मिळवण्यासाठी स्तंभाची उंची १००० सें.मी. (= १० मीटर) हवी.

वर सांगितलेला पाण्याचा स्तंभ कल्पनिक होता. ह्याला प्रत्यक्षात आणण्याचा पहिला प्रयोग इटलीचा वैज्ञानिक टॉरिसिली याने केला. त्याने एक खूप उंच काचेची नळी बनविली, ती एका बाजूने बंद होती. नळीत पाणी भरून तिला पाण्याने भरलेल्या टबामध्ये उलटी उभी केली, म्हणजे नळीचे बंद टोक वरच्या बाजूला केले. ह्या नळीला उघड्या तोंडापाशी एक छोटीशी तोटी लावली. ही तोटी चालू केल्यावर नळीतील पाण्याची पातळी कमी होऊ लागली आणि जेव्हा नळीतील पाण्याच्या पातळीची (टबातील पाण्याच्या पृष्ठभागापासून) उंची १० मीटर झाली, तेव्हा ती पातळी त्या ठिकाणी स्थिर झाली.

वातावरणाचा दाब :

असे का होते ? हे समजण्यासाठी आकृती - १ पाहा. आपण तीन बिंदू निवडू व या बिंदूपाशी दाब मोजू. पहिला बिंदू 'च' नळीतील पाण्याच्या पृष्ठभागावर आहे. या बिंदूच्या वरच्या बाजूस असलेल्या भागात हवा बिलकुल नाही. कारण या ठिकाणी हवा पोहचण्यास कोणताच मार्ग उपलब्ध नाही. म्हणजे हा भाग वायुविरहीत आहे. सतराव्या शतकात लोक याला 'टॉरिसिलीची रिकामी जागा' म्हणत; आधुनिक नाव आहे : निर्वात Vacuum. या जागेत हवा नाही म्हणजेच कुठला दाबही नाही.

त्यामुळे 'च' वरील दाब = ०

आता 'छ' बिंदू पाहा, जो नळीच्या आत परंतु टबातील पाण्याच्या पातळीच्या रेषेत आहे. या बिंदूवर दाब पडतो आहे तो नळीतील पाण्याचा. त्यामुळे 'छ' बिंदूवर दाब = १० मी. पाण्याचा दाब.

सूत्रानुसार -

१० मीटर पाण्याचा दाब

= १० मीटर x १ ग्रॅम / घन सें.मी.

= १००० सें.मी. x १ ग्रॅम / घन सें.मी.

= १००० ग्रॅम / वर्ग सें.मी.

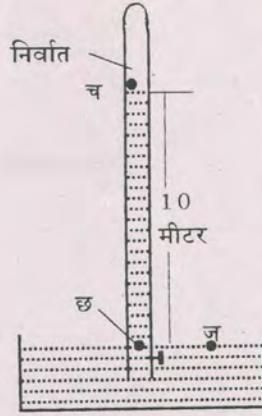
= १ कि.ग्रॅ. / वर्ग सें.मी.

शेवटी राहिला बिंदू 'ज', जो नळीच्या बाहेर व टबातील पाण्याच्या पृष्ठभागावर आहे. 'ज' वर दाब पडतो आहे तो केवळ वातावरणाचा. त्यामुळे 'ज' वरचा दाब = वातावरणाचा दाब



तोटी बंद असताना

आकृती १



तोटी चालू केल्यावर

स्थिर स्थितीमध्ये (जेव्हा नळीतील पाण्याची पातळी कमी किंवा जास्त होत नाही) 'छ' आणि 'ज' बिंदूवर दाब सारखाच असेल. जर असे नसते तर जिथे दाब अधिक आहे तेथून पाणी दुसऱ्या दिशेला प्रवाहित झाले असते. (हीच आहे तरलता)

म्हणूनच वातावरणाचा दाब

= १ किलोमीटर / वर्ग सें.मी.

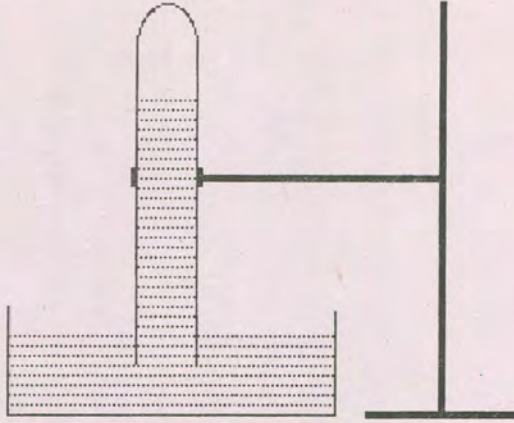
१० मीटर लांबीच्या काचेच्या नळीने प्रयोग करणे हे कठीण आहे व तसेच धोकादायकही. पाण्याऐवजी पारा वापरून आपण टॉरिसिलीचा प्रयोग करू शकतो. पाण्याची घनता पाण्याच्या घनतेपेक्षा १३.६ पट अधिक आहे. त्यामुळे वातावरणाच्या दाबाऐवढाच दाब असलेल्या पाण्याच्या स्तंभाची उंची $10 \div 13.6$ सें.मी. असेल. आकृती - २ मध्ये दाखवल्याप्रमाणे पाण्याने पूर्ण भरलेली काचेची नळी, पाण्याने भरलेल्या भांड्यात उपडी ठेवली आहे. ठेवताना

अंगठ्याचे बोट नळीच्या तोंडावर ठेवून म्हणजे बोटाने नळी पूर्ण बंद करून ही नळी भांड्यातील पाण्याच्या पातळीखाली नेऊन बोट सोडले तर नळीला तोटी बसवण्याची गरज नाही. हा झाला वायुभारमापक (बॅरोमीटर).

हवेचा दाब आणि उंची

आपण आता हे पाहिले की वातावरणाचा दाब जवळजवळ १ कि.मी. / वर्ग सें.मी. असतो, तो जवळजवळ ७६ सें.मी. पाण्याच्या स्तंभाच्या दबावाइतका असतो. परंतु खरे पाहता, पृथ्वीवर हवेचा दाब प्रत्येक ठिकाणी एकसारखा नसतो. आपण जर मुंबईहून पुण्याला आलो तर, आपण अधिक उंचीच्या (समुद्रसपाटीपासूनची उंची) ठिकाणी येतो. म्हणजे हवेचा जो स्तंभ आपल्याला दाबत आहे तो (आपल्या दृष्टीने) तेवढ्या उंचीने कमी होणार, त्यामुळे पुण्यात आपल्यावर पडणारा हवेचा दाब कमी असेल.

आकृती २



वायुभारमापक

आकृती - ३ पाहा.

‘क’ या ठिकाणी हवेचा दाब ‘ग’ पेक्षा कमी. ‘ख’ या ठिकाणी हवेचा दाब ‘ग’ पेक्षा अधिक.

आपण जर वायुभारमापक, ‘ग’ ठिकाणाहून ‘क’ या डोंगरी प्रदेशात आणला तर त्यातील पाऱ्याच्या स्तंभाची उंची कमी होईल. ह्याचप्रमाणे, जर भारमापक ‘ख’ या खोलगट प्रदेशात नेला तर स्तंभाची उंची वाढेल. म्हणजे ‘ग’ च्या सापेक्ष ‘क’ या ठिकाणी हवेचा दाब कमी आहे तर ‘ग’च्याच सापेक्ष ‘ख’ ठिकाणी हवेचा दाब जास्त आहे. अत्यंत उंच इमारतीच्या शेवटच्या व तळमजल्याच्या ठिकाणी असलेल्या हवेच्या दाबांमध्ये देखील थोडासा फरक आपण पाहू शकतो.

हे झाले उंचसखल प्रदेशातील हवेच्या दाबाविषयी. परंतु वातावरणाचा दाब हा

एकाच जागेवर वेळेनुसार बदलत जातो (कमी-जास्त होतो). दूरचित्रवाणी किंवा वर्तमानपत्रात आपण पाहतो किंवा वाचतो की - ‘बंगालच्या खाडीवर कमी दाबाचा पट्टा निर्माण झाला आहे. तो पश्चिमोत्तर दिशेमध्ये सरकण्याची शक्यता आहे.’ स्पष्टच आहे की, जेव्हा हा पट्टा खाडीकडून ओरिसा/ आंध्रप्रदेशच्या किनाऱ्याकडे जातो, तेव्हा तेथे हवेचा दाब कमी होतो. किनाऱ्यावर जर वायुदाबमापी ठेवून सतत निरीक्षण केले तर असे दिसेल की, त्याच जागेवर काही वेळानंतर पाऱ्याच्या स्तंभाची उंची कमी होईल.

७६ सें.मी. पाऱ्याच्या स्तंभाला (जो वातावरणाचा सरासरी दाब दर्शवितो.) वातावरणाच्या दाबाचे प्रमाण एकक मानले जाते. याला १ बार म्हणतात. दाबामध्ये वाढ किंवा घट ही साधारणपणे ३ ते ४% पेक्षा

जास्त असत नाही. त्यामुळे दाबाचे परिवर्तन (बदलणे) मोजण्यासाठी आपल्याला एका छोट्याशा एककाची गरज पडते. याचे नाव आहे मिलीबार (मि.बा.)

१ बार = १००० मिलीबार

प्रश्न : एखाद्या ठिकाणी बॅरोमीटरचा पारा थोड्याच वेळात १९ मि.मी.ने खाली आला. तेथे हवेचा दाब किती मिलीबार कमी झाला ?

कित्येकदा कमी दाब खराब हवामानाचा सूचक असतो. जर बॅरोमीटरचा पारा अचानक खाली आला तर आपणास वादळाची पूर्वसूचना मिळू शकते.

त्यामुळे आपण बचावासाठी हालचाली करू शकतो.

तुम्ही आता विचाराल की, वातावरणाचा दाब कमी होण्याचा आणि हवामान खराब होण्याचा काय संबंध ? आपण आत्तापर्यंत हवेच्या दाबाविषयी जी चर्चा केली, त्या चर्चेच्या आधारे आपणास याचे स्पष्टीकरण देता येईल ? खरं तर, हवामानांचे विविध पैलू आहेत, जसे तापमान, हवेतील आर्द्रता, ढगांची निर्मिती इत्यादी. परंतु याशिवाय एक

मोठा घटक आहे - हवेचे वहन. यावर आपण जरा चर्चा करू या.

दाब आणि वहन

यापूर्वीच आपण पाहिले की द्रव आणि वायू यांमध्ये तरलता म्हणजे वाहण्याचा / पसरण्याचा गुणधर्म असतो. यांना एका बाजूने दाबले तर ते दुसऱ्या बाजूला जमा होतात. यालाच नियमांच्या भाषेत खालीलप्रमाणे मांडला येईल -

द्रवपदार्थ आणि वायू यांची सहजप्रवृत्ती अशी असते की ते अधिक दाबाच्या जागेकडून कमी दाबाच्या दिशेने प्रवास करतात.

आपणा सर्वांना हे सुपरिचित आहे की, सायकलच्या ट्यूबला किंवा फुग्याला जर छिद्र पाडले तर त्यांच्यातील हवा बाहेर पडते. हे वर सांगितलेल्या नियमाचे एक उदाहरण आहे. ट्यूबमध्ये पंपाने हवा भरली जाते. ट्यूबमधील हवेचा दाब वातावरणाच्या दाबापेक्षा जास्त असतो. त्यामुळे हवेची प्रवृत्ती असते ती बाहेर म्हणजे कमी दाबाच्या जागेकडे जाण्याची. छिद्र पडले किंवा व्हॉल्व्हची तोटी सोडली तर हवेला मार्ग

आकृती ३



मोकळा होतो आणि ती बाहेर येते. फुग्याच्या बाबतीतही असेच होते. फुगवलेल्या फुग्यात तयार झालेला हवेचा दाब तसाच राखण्यासाठी, फुग्याचे तोंड दोरीने बांधावे लागते. तोंड उघडे पडले तर हवा बाहेर पडते. यासंबंधी एक मजेशीर प्रयोग आहे. यासाठी हवी काचेची बाटली, त्यात लावता येण्याजोगे दोन छिद्रांचे बूच (कॉर्क), दोन काचेच्या नळ्या आणि एक फुगा. काचेच्या नळ्या उपलब्ध नसतील तर स्ट्रॉने काम चालू शकेल. आता फुग्याला काचेच्या एका नळीच्या तोंडाशी बांधा व दोन्ही नळ्या कॉर्कमधून बाटलीत घाला. लाख किंवा मेणाने कॉर्कला व्यवस्थित सील करा. जेणेकरून

नळ्यांव्यतिरिक्त हवा आत-बाहेर जाण्यासाठी कुठलाच मार्ग नसेल. या स्थितीत बाटलीमधील आणि बाटलीबाहेरील दाब सारखेच आहेत. कारण दाब कमी वा जास्त करण्यासाठी कोणतीच क्रिया केली गेलेली नाही. आता ज्या नळीला फुगा लावला नाही, त्या नळीला तोंड लावून हवेला बाहेर खेचा, आणि पाहा काय होते ? फुगा फुगायला लागतो!

प्रश्न - या स्थितीत फुगा का फुगतो ? उत्तर शोधताना हे ध्यानात अंमू द्या की, हवेचा प्रवास अधिक दाबाकडून कमी दाबाकडे असतो.

या प्रश्नांची अचूक उत्तरे तुम्ही देऊ शकाल ?

एका गटामध्ये हवेच्या दाबावर चर्चा चालू होती. पाच प्रश्न विचारले. तेव्हा मिळालेली काही उत्तरे पुढे दिली आहेत. शक्य आहे की, यांपैकी काही उत्तरे बरोबर असतील, किंवा असेही अमू शकते की, सर्वच उत्तरे चुकीची आहेत आणि तुम्हाला वेगळे उत्तर सुचत असेल. वेगळे उत्तर सुचत असेल तर ते आम्हाला लिहून पाठवा.

प्रश्न १ : दोन समान बाटल्या आहेत. पैकी एकीला बूच लावले आहे. दुसरी बाटली उघडी आहे. तर हवेचा दाब

अ) दोन्हींमध्ये सारखाच आहे.

ब) 'क' बाटलीत जास्त आहे.

क) 'ख' बाटलीत जास्त आहे.

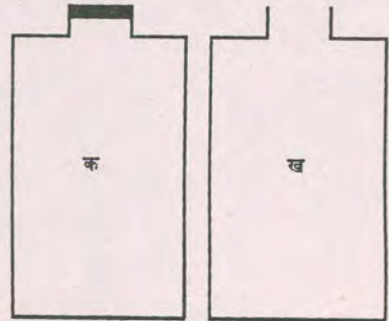
मिळालेली उत्तरे :

१) दोन्हींत हवेचा दाब सारखाच आहे.

२) दोन्हींचे आकारमान सारखे आहे,

म्हणून हवेचा दाब सुध्दा सारखाच राहिल.

३) 'ख' बाटली उघडी असल्याने तिच्यात जास्त दाब असेल.



वर दिलेल्या उदाहरणांमध्ये दाबांमध्ये फरक आहे. परंतु हवेच्या (अधिक दाबाकडून कमी दाबाकडच्या) प्रवासाला रोखण्याचे काम ट्यूब, फुगा, बाटली यांनी केले. परंतु वातावरणात असे हवेचे रोधक नसतात. त्यामुळे जर काही कारणाने वातावरणाच्या एखाद्या भागात दाब कमी झाला तर बाजूची हवा त्या भागात (सर्व बाजूंनी) प्रवेश करते. म्हणून दाब कमी होताच जोराने वारे वाहू लागतात.

काही वर्षांपूर्वी ओरिसात असेच भीषण चक्रीवादळ येऊन गेले. अशा चक्री-

वादळाच्या केंद्रस्थानी कमी दाबाचे क्षेत्र असते. त्याच्या चारही बाजूंनी वेगवान हवेचे क्षेत्र असते. अशा विशिष्ट रचनेचे कारण थोडेसे जटिल आहे, त्याबद्दल पुढे कधीतरी आपण यावर चर्चा करू या.



लेखक : अमिताभ मुखर्जी, दिल्ली
विश्वविद्यालयात भौतिकशास्त्र शिकवतात.

अनुवाद : स्वप्नील प्रभुदेसाई
फर्ग्युसन कॉलेज येथे शिकतात.

४) 'क' बाटलीला कॉर्क लावल्याने त्यात जास्त दाब असेल.

५) दोन्हीमध्ये सारखा आहे कारण वातावरणाचा दाब सर्वत्र सारखाच असतो.

प्रश्न २ : दोन चंचूपात्रे आहेत एक सरळ ठेवले आहे, तर दुसरे उलट. तर हवेचा दाब

अ) 'क' मध्ये जास्त आहे.

ब) 'ख' मध्ये जास्त आहे.

क) दोन्हीमध्ये सारखाच आहे.

मिळालेली उत्तरे :

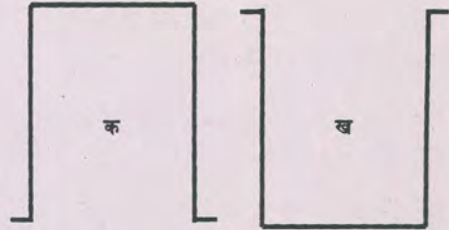
१) दोन्हीमध्ये सारखाच आहे.

२) बीकर 'क' मध्ये अधिक आहे
कारण तो उलटा ठेवला आहे.

३) 'ख' मध्ये जास्त आहे.

४) बीकरला उलटे किंवा सुलटे ठेवल्याने काही फरक पडणार नाही. कारण वातावरणाचा दाब सर्वत्र सारखाच असतो.

५) 'क' बीकर उलटा ठेवल्याने त्यामधील हवेला बाहेर जाण्यास मार्ग नाही म्हणून त्याचा दाब जास्त.



प्रश्न ३ : एक झाकण लावलेली इंजेक्शनची बाटली व एक झाकण लावलेली ग्लूकोजची बाटली यामध्ये हवेचा दाब -

- अ) दोन्हीत सारखाच आहे. ब) ग्लूकोजच्या बाटलीत जास्त आहे.
क) इंजेक्शनच्या बाटलीत जास्त आहे का?

मिळालेली उत्तरे :

हवेचा दाब दोन्हीमध्ये सारखाच आहे.

आकारमानानुसार ग्लूकोजच्या बाटलीतील हवेचा दाब जास्त असेल.

दोन्हीमध्ये सारखाच, कारण दोघींना झाकणे लावली आहेत.

ग्लूकोज बाटलीत जास्त असेल कारण त्यामध्ये पदार्थ जास्त आहे.

इंजेक्शनच्या बाटलीतील दाब जास्त असेल.



प्रश्न ४ : आकृतीत दाखवलेल्या काचेच्या नळीला लावलेल्या फुग्याला फुगवून ती नळी बंद करा. दुसरी नळी मोकळी आहे तर हवेचा दाब

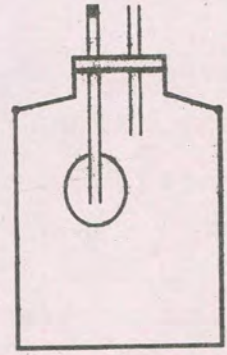
- अ) बाटली आणि फुगा यांमध्ये सारखाच दाब असेल
ब) फुग्यात जास्त असेल क) बाटलीत जास्त असेल

मिळालेली उत्तरे -

- १) फुग्यात जास्त असेल
२) काचेत जास्त असेल कारण ती एका नळीने

वातावरणाशी जोडली गेली आहे.

३) फुग्यामध्ये हवेचा दाब जास्त असेल कारण फुगा तोंडाने हवा भरून फुगवला गेला आहे.

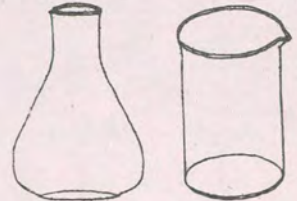


प्रश्न ५ : एक २५० मि.ली.चा चंबू किंवा एक २५० मि.ली. चे चंचुपात्र यांमध्ये हवेचा दाब

- अ) चंबूमध्ये जास्त आहे.
ब) चंचुपात्रामध्ये जास्त आहे.
क) दोन्हीमध्ये सारखा आहे.

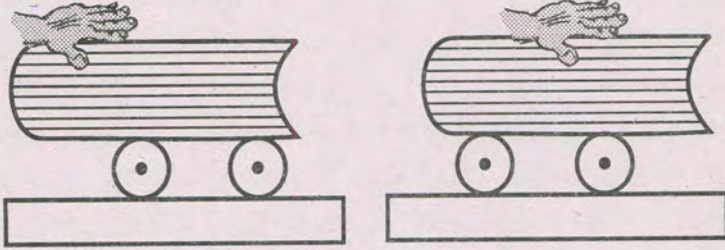
मिळालेली उत्तरे -

- १) दोन्हीमध्ये सारखाच आहे. २) बीकरमध्ये जास्त आहे.
३) दोन्हीमध्ये सारखाच आहे. कारण भांड्याच्या आकारामुळे काही फरक पडत नाही.



प्रयोगाकडून सिद्धांताकडे

लेखक : नागेश मोने



मागच्या एका अंकात प्रयोगातून सिद्धांताकडे याचा विचार केला होता. सोप्या, साध्या व कमी खर्चिक प्रयोगातून वैज्ञानिक सिद्धांताकडे होणारा प्रवास तुमच्या लक्षात आला असणार. प्रयोग म्हटले की मोठ्या प्रयोगशाळा अन् यंत्रसामग्रीने भरलेली कपाटे आपल्या नजरेसमोर लगेचच येतात. ती टेबले, त्यांना जोडलेली बेसिन्स, ती उपकरणे असे एक थोडे “निराळेच” दृश्य आपल्या दृष्टीसमोर येते खरे. पण त्यांना वगळूनही दैनंदिन जीवनातल्या अनेक घटनांकडे, वस्तूंकडे आपण या “तऱ्हेने” पाहायला शिकावे.

पाणी तापविण्याचा बंबच घेऊयात आपण. तो दंडगोलाकार असतो, का ? त्याच्या आत असणारी नळीदेखील तशीच

दंडगोलाकार, पुन्हा बंबाच्या उंचीपेक्षा थोडी वर आलेली, बंब तांब्याचा, त्याला झारा, झान्याला भोके, बंबाला खालच्या बाजूस नळ, आणि हा बंब असतो तिवईवर. हे आपले निरीक्षण ढोबळमानाने केलेले. बारकाईने निरीक्षण करावयास गेलो तर आणखी भरपूर गोष्टी आपल्या लक्षात येतील. मी एकच उदाहरण देतो – तिवईचे पाय बाहेरच्या बाजूस मुडपलेले असतात. आणखी अधिक निरीक्षणे तुम्ही करा. नोंदवा. विचार करा. प्रत्येकावर काही कारणे सापडतील. काही प्रश्नांची उत्तरे शोधावी लागतील.

मी तुम्हाला आणखी एका प्रयोगाबद्दल सांगतो. अगोदर दोन तीन प्रश्न विचारतो.

- ४० मैल प्रति तास वेगाने ६०० टन

वजनाची रेल्वे चालविण्यासाठी किती अश्वशक्तीचे इंजिन लागेल ?

● एका ओढ्यावर एक फळी ठेवायची आहे. साकव करण्यासाठी. फळीची लांबी १० फूट अन रुंदी १ फूट आहे. फळीची जाडी समजा २ इंच आहे तर ती फळी जास्तीत जास्त किती वजन पेलेल ?

● एका २ इंच जाड लोखंडी केबलने किती वजन उचलले जाऊ शकते ?

प्रत्येक वेळी समस्या सोडवावयाची कशी हे शोधावे लागेल आपल्याला. वजन व गती यांचा संबंध काय असतो अश्वशक्तीशी ?

फळीच्या मापांचा ती किती भार सोसेल याच्याशी काय नाते असते ?

केबलच्या जाडीचा ती किती वजन पेलेल याच्याशी असणारा संबंध कोणता ? हे सारे माहीत करून घ्यावयास हवे आपण.

अंकगणित याबाबत मूग गिळून गप्प आहे. प्रयोग करूनच ठाऊक करून घ्यावे लागेल सारे. अन प्रयोगातून नियम तयार करावे लागतील. अंतिमतः हे नियम संक्षेपाने लिहावे

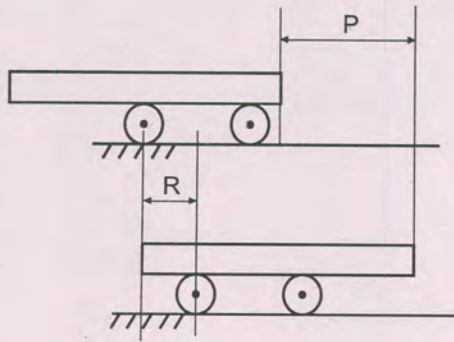
लागतील. ते नंतर बीजगणितातसुद्धा वापरले जातील.

म्हणून प्रयोग करणे - नियम तयार करणे - तो लिहिणे अन योग्य त्या संक्षेपात त्याची मांडणी करणे ओघानेच येते.

वरच्या साऱ्या प्रश्नांची उत्तरे प्रयोगांच्या आधारे देता येतील. पण दुर्दैवाने हे सारे प्रयोग करणे जिकीरीचे अन खर्चाचे आहे. आपल्यापैकी बहुतांशी लोक हे काही इंजिन स्वतः चालविणारे अन किती अश्वशक्ती खर्च होते, हे प्रत्यक्षात मोजणारे तरी कसे असणार ! अर्थात छोट्या फळीची ताकद लक्षात घेऊन, शोधून काढून, दिलेल्या मापाच्या फळीचा हिशोब करता येईल. अन हीच गोष्ट लोखंडी केबलबाबतही.

आता आपण प्रयोगाकडे वळूयात.

हा प्रयोग अगदी सोपा आहे. करून पहावा असाच. एखादा प्लॅटफॉर्म, वा फळी एखाद्या रोलरवरून फिरवल्यास फळी रोलरपेक्षा अधिक अंतर कापते. दोन पेन्सिलींवर एखादे पुस्तक ठेवून हा प्रयोग करता येईल.



आकृतीवरून तुमच्या लक्षात येईल. किंवा प्रत्यक्ष प्रयोग करूनही पहा. की सरकरणारे पुस्तक त्या पेन्सिलींनी कापलेल्या अंतराच्या किती पट पुढे गेलेले आहे ?

रोलरपेक्षा (पेन्सिलीपेक्षा) प्लॅटफॉर्म (पुस्तक) अधिक दूर गेला आहे असे नुसते म्हणून भागणार नाही. जे घडते आहे त्याचे अधिकाधिक काटेकोर चित्र - डोळ्यासमोर येण्यासाठी, किती, या प्रश्नाचे उत्तर शोधवे लागणार.

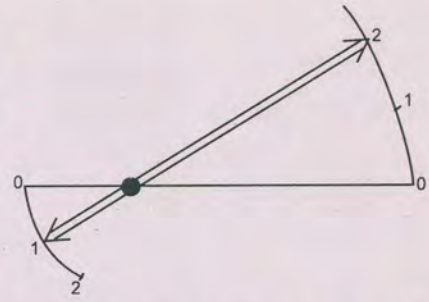
या प्रश्नाच्या उत्तरासाठीचा मार्ग म्हणजे मापन करणे व नोंदविणे. रोलर १ इंच पुढे गेला की प्लॅटफॉर्म २ इंच पुढे जातो असे लक्षात येईल तुमच्या. रोलर २ इंच पुढे गेला की प्लॅटफॉर्म ४ इंच. आपण कोष्टकच बनवूयात.

रोलरवरच्या प्लॅटफॉर्मची गती

रोलरने कापलेले प्लॅटफॉर्मने कापलेले

अंतर (इंचात)	अंतर (इंचात)
१	२
२	४
३	६
४	८
५	१०
६	१२

आता या संख्यांचा अन्वय आपण लावला पाहिजे. त्या संख्यांना काय "म्हणायचे" आहे ते ऐकले पाहिजे. अशा संख्या गोळा झाल्यावर त्यांच्यातला संबंध शोधण्याची कुवत व कला प्रत्येकाची



निरनिराळी असते. काहींच्या नजरेतच भरते सारे, तर काहींच्या अजिबात लक्षात येत नाही. उत्तम गणितींसाठी संख्यांमधला नातेसंबंध अन् त्यांचे आकृतीबंध लक्षात येणे ही एका अर्थाने आवश्यक बाबच आहे.

कोष्टकावरून रोलरच्या दुप्पट अंतर प्लॅटफॉर्म कापतो असे दिसते.

वरील आकृतीसारखे कागदाच्या पट्टीचे उपकरण बनवून तुम्ही पडताळा लक्षात येण्यासाठी अधिक मजा करू शकता.

काही जण या कोष्टकाच्या आधारेच वेगळ्या पद्धतीने नियम सांगतील. ते म्हणतील, "आम्हाला यात एक नियम आढळतो. २, ४, ६, ८, १०, १२, या संख्या दोनने वाढत जाताहेत."

खरे आहे. पण पूर्ण उत्तर नव्हे ते. आणखीही संख्यांचा विचार करता येईल उदाहरणार्थ १, ३, ५, ७, ९, ११ किंवा ५६, ५८, ६०, ६२, ६४ इत्यादी.

म्हणजे कोष्टकातल्या दोन्ही स्तंभातील संख्यांमधील सहसंबंध कोणता या प्रश्नाला ते पूर्ण उत्तर नाहीये. रोलरच्या प्रत्येक जादा

इंचासाठी, प्लॅटफॉर्म हा दोन इंच पुढे जातो असे सांगावयाचे आहे त्या संख्यांना. हेच विधान आपल्याला योग्य दिशा दाखवेल.

अर्थात या दुप्पटीच्या विधानापाशीच थांबून नाही चालणार आपल्याला. आपले विधान बीजगणितात बसवावे लागणार, संक्षिप्त चलांचा वापर करून.

हे कसे करावयाचे इतकेच समजणे पुरेसे नाही. अधिक काही मार्गांचाही वापर करता येतो आपल्याला. आधुनिक बीजगणिताचा विकास होत असताना १६ व्या शतकात अनेक पद्धतींचा अवलंब समाविष्ट झाला गणितात. काही पद्धतींचे फायदे तर काहींचे तोटे. विकास हळूहळू होत राहिला अन् संक्षेपाने लिहिण्याचे कसब विकसित झाले.

आपल्या विधानाने सुरवात करूयात

‘रोलर जितके अंतर कापतो त्याच्या दुप्पट अंतर प्लॅटफॉर्म कापतो.’

हे विधान लहान करू या.

‘रोलरच्या अंतराच्या दुप्पट अंतर प्लॅटफॉर्मचे’ किंवा

प्लॅटफॉर्मचे अंतर = २ X रोलरचे अंतर

P अंतर = २ R अंतर

P = २R : हाच तो संक्षिप्त नियम.

P = २R ने व्यक्त केलेला नियम म्हणजे सूत्र, काही सूत्रे प्रत्यक्ष प्रयोगांमधून काढली जातात तर काही केवळ तर्कबुद्धीचा वापर करून.

तुम्हीही प्रयोग करून वा तर्काचा वापर करून सिद्धांताकडे वा सूत्राकडे प्रवास करू शकता. या प्रवासात मजाही आहे अन् आव्हानही. आपल्याला यापेक्षा अधिक काय हवे ?



लेखक : नागेश मोने

द्रविड हायस्कूल, वाई येथे शिक्षक
विज्ञान वाचनालय चालवतात

हिंदी संदर्भ

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

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी रूपये ५० आहे. वर्गणी मनिऑर्डर अथवा बँक ड्राफ्टद्वारा (एकलव्यच्या नावे) पुढील पत्त्यावर पाठवावी. एकलव्य, ई-१/२५, अरेरा कॉलनी, भोपाल, मध्यप्रदेश पिन - ४६२ ०१६

नेपच्यूनचा शोध

संशोधन विरुद्ध निरीक्षण

लेखक : कमल लोडाया, टी.व्ही. वेंकटेश्वरन • अनुवाद : यशश्री पुणेकर

अवकाशातला एक ग्रह अनेक वर्ष शास्त्रज्ञांना चकवत होता. शेवटी तो सापडला, पण आकाशनिरीक्षणातून नव्हे तर कागदवर केलेल्या आकडेमोडीतून. या आकडेमोडीतून निश्चित केलेल्या स्थानावर तो आहे की नाही हे पहायला देखील कोणी उत्सुक नव्हतं. पण दोन शास्त्रज्ञांनी मात्र याचा पिच्छा पुरवला आणि शेवटी शेवटी त्यांच्या या कहाणीला राष्ट्रवादाचा रंगही चढला.

जवळ जवळ दीडशे वर्षापूर्वीची ही गोष्ट - आकाशातल्या एका ग्रहाच्या शोधाची ! विविध तर्कातून आणि आकडेमोड करून या ग्रहाच्या अस्तित्वाचा अंदाज प्रथम कागदावर उतरवला गेला आणि नंतर त्याचा आकाशात धांडोळा घेतला.

सूर्यमालेतील ग्रह :

बॅबिलॉन, ग्रीक, चिनी, भारतीय अशा अनेक पुरातन संस्कृतीमुळे आपल्याला आत्तापर्यंत ज्ञानाचा अमूल्य ठेवा प्राप्त झालाय. भारतीय साहित्यामध्ये नवग्रहांचा उल्लेख नेहमीच आढळतो. त्यातले दोन असतात सूर्य आणि चंद्र ! पण सूर्य हा तारा आहे आणि चंद्र हा पृथ्वीचा उपग्रह हे आता आपल्याला माहिती झालंय. नवग्रहातले राहू आणि केतू हे तर काल्पनिकच आहेत. म्हणजे खऱ्या अर्थाने ग्रह म्हणण्यासारखे बुध, शुक्र, मंगळ, गुरू, आणि शनि हे पाचच ग्रह आहेत.

हे पाचही ग्रह खुल्या आकाशात उघड्या डोळ्यांना दिसू शकतात. आकाशातली यांची स्थिती (ताऱ्यांच्या सापेक्ष) बदलत राहाते. कदाचित याच कारणामुळे फार प्राचीन काळापासून ते आपल्याला माहिती आहेत. आकाशातल्या या ग्रहांच्या गतिबदल वेगवेगळे सिद्धांत आहेत. सूर्य हा सौरमंडलात केंद्रस्थानी असून त्याच्या भोवती चारी बाजूने हे ग्रह फिरत असतात हा विचार १६ व्या शतकात पोलीश खगोलशास्त्रज्ञ कोपरनिकस यांनी मांडला. तेव्हाच लक्षात आलं की

आपली पृथ्वी हा सुद्धा एक ग्रहच आहे. आणि ती सुद्धा अन्य पाच ग्रहाप्रमाणे सूर्याभोवती फिरते. पृथ्वीभोवती फिरणारा चंद्र हा तिचा उपग्रह आहे.

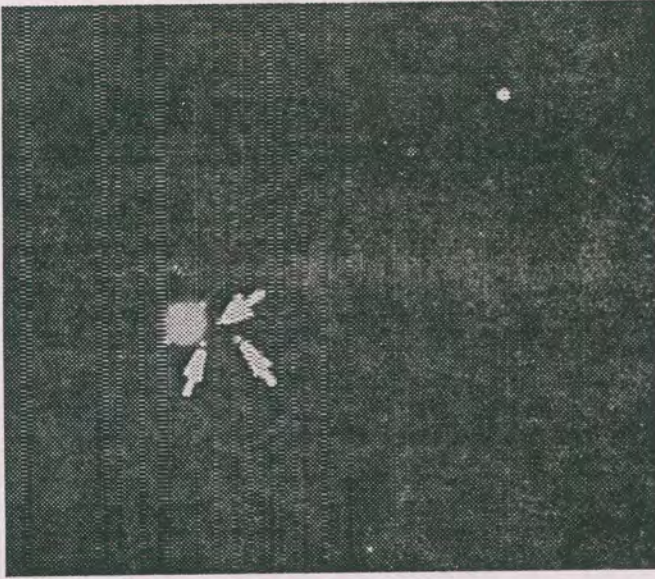
जेव्हा या पाच ग्रहांचं दुर्बिणीतून निरीक्षण केलं तेव्हा ते छोट्या चकतीसारखे दिसले. कधी कधी या चकत्यांवर अंधुक-अस्पष्ट आकृत्या दिसल्या. नंतर गॅलिलियोच्या शोधामुळे समजलं की अन्य ग्रहांना सुद्धा (उदा. गुरूला) त्यांचे उपग्रह असून ते त्यांच्या भोवती फिरतात. या ग्रहांची आकाशातली गती सूर्याच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या मदतीने नक्कीच शोधता येईल असे प्रतिपादन सर आयझॅक न्यूटन यांनी केले.

कुठे होता युरेनस ?

१३ मार्च १७८१ ला एक इंग्रजी संगीतज्ञ आणि हौशी खगोलशास्त्रज्ञ विल्यम हर्शेल आपल्या दुर्बिणीतून आकाश निरीक्षण करत होते. तेवढ्यात त्यांना एक छोटीशी चकती दिसली. त्यांना वाटलं की हा एखादा धुमकेतू असेल. पण तो होता आपल्या सूर्यमालेतला सातवा ग्रह - युरेनस !

युरेनसची सूर्याभोवती फिरण्याची गती अतिशय धीमी असल्याने त्याची कक्षा मोजणे हे विलक्षण अवघड काम होतं. पण योहान बोड या जर्मन शास्त्रज्ञाने ही कक्षा मोजण्याचा निश्चय केला.

१७८४ मध्ये बोडने गोळा केलेल्या माहितीनुसार, युरेनसचे सूर्यापासूनचे अंतर



युरेनस आणि त्याचे तीन उपग्रह : युरेनसच्या उपग्रहांची संख्या बरीच आहे पण लीक वेधशाळेत घेतलेल्या या छायाचित्रात युरेनसचे तीन उपग्रह स्पष्ट दिसतात. मोठा चमकणारा गोल युरेनस असून तीन उपग्रह बाणांनी दाखवले आहेत

ठरवले गेले. पृथ्वीच्या सूर्यापासूनच्या अंतराच्या एकोणीस पट आहे ते. म्हणजेच जवळ जवळ २८४ कोटी किलोमीटर. युरेनसला सूर्याभोवती एक फेरी पूर्ण करता ८४ वर्षे ७ दिवस लागतात.

यानंतर चार वर्षांनी म्हणजेच १७८८ मध्ये युरेनस याहून वेगळ्या कक्षेत फिरतो जाणे असे लक्षात आले. फ्रेंच राज्यांतीच्या धामधुमीतच ज्याँ बॅप्टिस्ट दिलेबरे बांनी १७९० मध्ये युरेनसची कक्षा पुन्हा निश्चित केली.

इकडे नेपोलियनच्या लढायांमुळे सर्वसामान्य जीवन विस्कळीत झाले होते.

हळूहळू १८१५ च्या सुमारास पुन्हा शांतता प्रस्थापित झाली. दळणवळणही सुरळीत झालं आणि युरेनसने (दिलेबरे ठरवलेल्या कक्षेपेक्षा) पुन्हा एकदा कक्षा बदलल्याचं, तो वेगळ्याच मार्गावरून जातो आहे, असं दिसलं.

आत्तापर्यंतच्या निरीक्षणात जितक्या सूक्ष्म गणनांचा दावा केला होता त्याच्या दसपट त्रुटी आढळून आल्या आणि म्हणूनच १८२० मध्ये अलेक्सिस बोवार्डेने सर्व गणना पुन्हा करायचं ठरवलं. बोवार्डेच्या गणनेवरही अनेक लोक साशंक होते आणि काही दिवसातच त्याचं प्रत्यंतर आलं. कारण चार वर्षातच युरेनस

पुन्हा कक्षा सोडून भटकू लागला. त्याच्या या वर्तनाने सगळेच चकीत झाले.

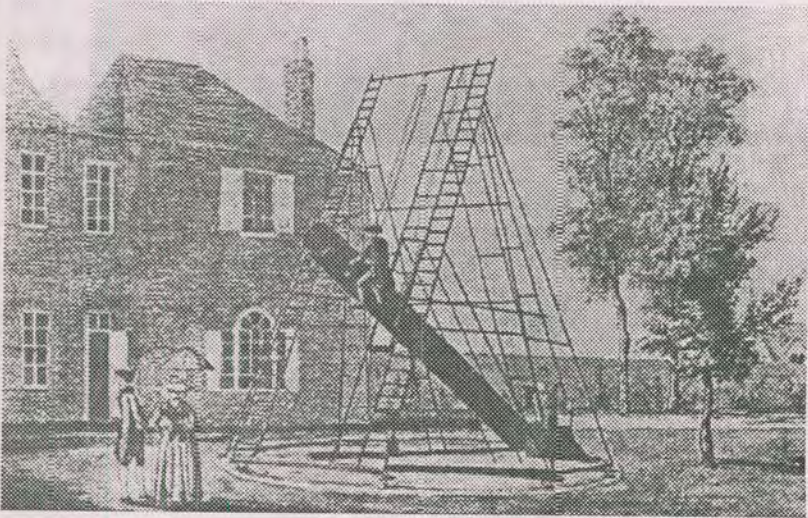
युरोपात आता टपालाचं दळणवळण रेल्वेने केलं जाऊ लागलं. त्यामुळे विचारांची देवाणघेवाण चटकन आणि सुलभरित्या होऊ लागली. युरेनसच्या या भटकंतीबाबत पाच कल्पना मांडल्या गेल्या आणि लगेचच त्यांची सगळ्या युरोपभर चर्चा झाली. त्या कल्पना अशा -

१. १७ व्या शतकातील प्रसिद्ध फ्रेंच शास्त्रज्ञ रेने देकार्त यांच्या मते अंतराळातील एक आकाशीय द्रव्य युरेनसवर परिणाम करत असेल. पण मग असा प्रश्न आला की हे द्रव्य

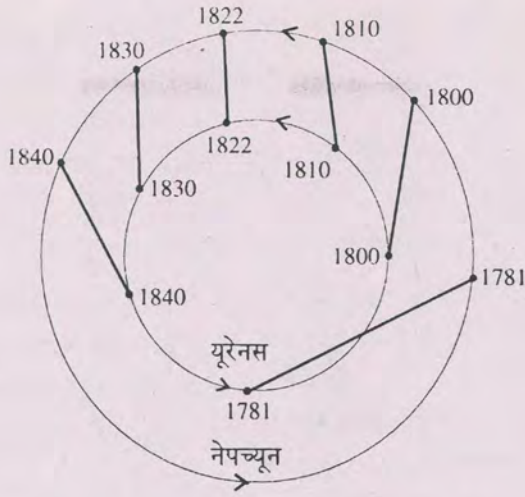
इतर ग्रहांवर का परिणाम करत नाही ?

२. पृथ्वीच्या चंद्राप्रमाणेच युरेनसचाही एखादा मोठा उपग्रह असेल. युरेनसच्या कक्षेवर प्रभाव पाडणारा उपग्रह दुर्बिणीतून दिसायला हवा पण तसा तो कोणालाच दिसला नव्हता. स्वतः विल्यम हर्शेलनी युरेनसचे दोन उपग्रह शोधून काढले होते पण ते त्याच्या कक्षेवर प्रभाव करण्याइतके मोठे नव्हते.

३. १७८१ मध्ये युरेनसच्या शोधाच्या आधी एखाद्या धूमकेतूशी त्याची टक्कर झाली असेल आणि त्यामुळे कक्षा बदलली असेल. हेही म्हणणे सयुक्तिक नव्हते, कारण



विल्यम हर्शेल यांची दुर्बिण : युरेनसचा शोध लावणारे विल्यम हर्शेल यांच्या विंडसर येथील दुर्बिणीचे दुर्मिळ दृश्य. ही दुर्बिण २० फूट लांब होती आणि तिला वर खाली आणि चारी बाजूंना फिरवता येत असे. या दुर्बिणीतून आकाशदर्शन तसं धोकादायक होतं कारण निरीक्षण करण्यासाठी तीस फूट उंच नळीच्या पुढच्या टोकावर जाऊन बसावं लागे.



१७८१ ते १८४० च्या दरम्यान युरेनस आणि नेपच्यूनच्या सापेक्ष स्थितीतील बदल दाखवण्याचा प्रयत्न इथे केला आहे. १८२२ च्या आधी नेपच्यून आपल्या कक्षेत युरेनसच्या पुढे चालला होता आणि युरेनसला खेचत होता. त्यामुळे युरेनसची कक्षा बदलत होती. १८२२ मध्ये दोन्ही ग्रह युग्म अवस्थेत जवळ जवळ होते. यावेळेस युरेनस आपल्या कक्षेत होता. त्यानंतर पुन्हा नेपच्यून पुढे गेला आणि युरेनसला ओढू लागला, त्यामुळे पुन्हा युरेनस भटकू लागला.

१८२० मध्ये बोवार्डने मांडलेली कक्षाही युरेनसने पुन्हा बदलली होती.

४. आत्तापर्यंतची सारी निरीक्षणे न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षण सिद्धांतावर आधारित होती. मग आकाशातील खूप दूरच्या ग्रहांवर हा सिद्धांत लागू होत नसावा किंवा बदलत असावा अशी शंका उपस्थित झाली. एडमंड हॅली यांनी न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षण सिद्धांताच्या आधारे १६८२ मध्ये पाहिलेला एक धूमकेतू ७६ वर्षांनी पुन्हा येईल असे सांगितले होते. हा धूमकेतू युरेनसला ओलांडून पुढे निघून गेला आणि १७५८ मध्ये

परत आला. त्यामुळे ही शंका खोटी ठरली.

५. शेवटी युरेनसच्याही पुढे एखादा ग्रह असेल आणि त्यामुळे युरेनसची कक्षा बदलत असेल असा अंदाज केला गेला.

शास्त्रज्ञांच्या अनुमानाप्रमाणे १८३५ मध्ये हॅलेचा धूमकेतू परत आला. युरेनसच्या बाबतीतल्या पहिल्या चार कल्पना खगोलशास्त्रज्ञांनी निकालात काढल्या. आणि पाचव्या शक्यतेवरच लक्ष केंद्रित केलं. १८४१ मध्ये टपाल पोचवण्यासाठी तिकिटे लावण्याची पद्धत शोधली गेली. दळणवळण वाढलं. याच काळात वैज्ञानिक मासिके

प्रसिद्ध होऊ लागली आणि त्यामुळे जास्तीत जास्त लोकांपर्यंत शास्त्रीय शोध व माहिती पोहोचू लागली.

१८३५ मध्ये १८ वर्षांच्या अँडम्सने इतरांप्रमाणेच हॅलेचा धूमकेतू बघितला. खगोलशास्त्राने अतिशय प्रभावित होऊन त्याने १८४३ मध्ये केंब्रिज विद्यापीठातून पास झाल्यावर हे युरेनसचे कोडे सोडवायचा निश्चय केला. आठवा ग्रह युरेनसच्या भटकंतींचे कारण असावं असा त्याचा विश्वास होता. खगोलशास्त्राचे प्राध्यापक जेम्स चालीस यांनी त्याला प्रोत्साहन दिले. ऑक्टोबर महिन्यापर्यंत त्याचे काम पूर्णही होत आले.

पण मधेच फ्रेंच शास्त्रज्ञ हर्व फाए यांनी एक धूमकेतू शोधून काढला. अँडम्सने या धूमकेतूची कक्षा आणि त्याचा गुरुवर होणारा परिणाम शोधून काढला. त्याच सुमारास फ्रान्समध्ये अरबेन ज्यॉं जोसेफ लॅवेरियर हा तरुण शास्त्रज्ञ या धूमकेतूच्या अभ्यासात गुंतला होता. लॅवेरियर अतिशय अभ्यासू आणि मनापासून काम करणारा विद्यार्थी होता. पॅरीसच्या इकोल पॉलिटेक्निक मधून पदवी घेतल्यावर त्याने खगोलशास्त्रात काम करायला सुरुवात केली. धूमकेतूच्या कक्षेबाबतच्या त्याच्या कामाची खूप प्रशंसा झाली.

१८४४ मध्ये इटलीच्या फ्रान्सिस्को डि 'विको' यांनी एक धूमकेतू शोधला. चालीसच्या सांगण्यावरून अँडम्सने याही

धूमकेतूच्या कक्षेची गणना केली आणि लंडनमधील 'टाइम्स' या वर्तमानपत्रात छापण्यासाठी पाठवून दिली. पण लॅवेरियरच्या नेतृत्वाखाली फ्रेंच शास्त्रज्ञांनी हे काम आधीच केले होते. लॅवेरियरच्या या कामाने प्रभावित होऊन पॅरीस खगोलशाळेच्या संचालकांनी त्याला १८४५ मध्ये युरेनस वर काम करण्याची संधी दिली.

इकडे केंब्रिज विद्यापीठात अँडम्सने युरेनसबद्दलच्या सगळ्या गणना १८४५ च्या सप्टेंबर पर्यंत पूर्ण केल्या. पुढील वर्षी खगोल विज्ञान परिषदेची बैठक होणार होती आणि अँडम्स आपला शोधनिबंध त्यात सादर करणार होता. चालीस यांनी या निबंधाची एक प्रत खगोलतज्ञ जॉर्ज एरी यांना पाठवायला सांगितले. ते जॉर्ज एरी यांना व्यक्तिशः ओळखत होते.

'सरकारी' खगोलशास्त्रज्ञ :

सैद्धांतिक तपासावर एरी यांचा अजिबात विश्वास नव्हता. त्यांना वाटे की तरुण शास्त्रज्ञ समस्येचा व्यापक अभ्यास करण्याऐवजी व्यर्थ आकडेमोडीत वेळ घालवतात. तरुण शास्त्रज्ञांच्या क्षमतेबाबतही ते साशंक असत. त्यांच्या मते युरेनसच्या कक्षाबदलाच्या निरीक्षणातून निष्कर्ष काढणे अतिशय वेळखाऊ काम आहे. कारण युरेनसला सूर्याभोवती प्रदक्षिणेला ८४ वर्षे लागतात आणि अशी अनेक निरीक्षणे आवश्यक आहेत.

१८४५ च्या सप्टेंबर मध्ये ग्रीनीच मधल्या शासकीय खगोलशाळेत अँडम्स गेला तेव्हा एरी तिथे नव्हते. नंतर वारंवार जाऊनही एरींनी त्याची भेट घेतली नाही. शेवटी आपले निष्कर्ष आणि एक चिठ्ठी एरीसाठी देऊन तो परत आला. त्या चिठ्ठीला एरीने जे उत्तर लिहीले ते वाचून अँडम्सला वाटले यांनी आपला निबंध वाचलाही नसावा. तो खूपच निराश झाला.

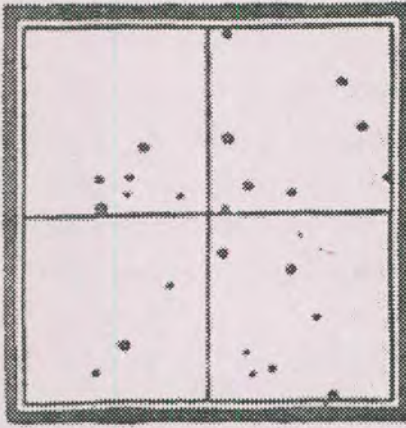
याच दरम्यान फ्रान्समध्ये लॅवैरियरने युरेनससंबंधी सगळ्या गोष्टींची तपासणी पूर्ण केली. १० नोव्हेंबर १८४५ मध्ये त्याने 'फ्रेंच अँकेडमी ऑफ सायन्स' मध्ये आपला शोधनिबंध सादर केला. युरेनसच्या भटकंतीला कोणते तरी बाह्य कारण आहे असे त्याने सांगितले.

डिसेंबरमध्ये अँकेडमी ऑफ सायन्सकडून या निबंधाची एक प्रत जॉर्ज एरीलाही मिळाली. अँडम्सपेक्षा लॅवैरियरच्या कामाने तो अतिशय प्रभावित झाला. या विषयाचा सखोल अभ्यास झाल्याचे त्याच्या लक्षात आले. आपले काम लॅवैरियरने पुढे चालूच ठेवले होते. त्यामुळे १८४६ मध्ये अतिशय गुंतागुंतीच्या आणि अवघड आकडेमोडी करून त्याने आकाशातल्या संभाव्य ग्रहाचे स्थान निश्चित केले. हे त्याचे काम अतिशय नावाजले गेले पण त्या स्थानावरचा हा ग्रह प्रत्यक्ष आकाशात शोधण्याचे तिळमात्रही प्रयत्न एकाही फ्रेंच शास्त्रज्ञाने केले नाहीत. लॅवैरियरच्या या दुसऱ्या निबंधातील निष्कर्ष

अँडम्सच्या निरीक्षणाशी खूपच जुळते होते. त्यामुळे जॉर्ज एरी खूप झाला. त्याने लॅवैरियरला एक पत्र लिहून विचारले की तुझ्या दृष्टीतून काही निसटले तर नाही ? लॅवैरियरने आपले निष्कर्ष पूर्ण बारकाईने आणि सर्व घटकांचा विचार करून काढल्याचे कळवले. तुम्ही त्या ग्रहाचे स्थान प्रत्यक्ष निरीक्षणाने शोधाल का - असेही त्याने विचारले पण इतरांप्रमाणेच एरीने यात काहीही स्वारस्य दाखवले नाही.

९ जुलै १८४६ ला राजकीय खगोलतज्ज्ञ एरीने चालीसला कळवले की केंब्रिज वेधशाळेच्या मदतीने आकाशातला आठवा ग्रह शोधा. त्यासाठी त्याने अँडम्स, लॅवैरियरने जी स्थाननिश्चिती केली होती ती न कळवता स्वतःची योजना कळवली. पण एरीची ही योजना अतिशय प्रदीर्घ आणि गुंतागुंतीची असल्याचं चालीसच्या लक्षात आलं. त्यामुळे त्याने थोडं एरीच्या योजनेप्रमाणे आणि थोडं आपल्या योजनेप्रमाणे असं काम सुरू केलं पण चंद्राचा प्रकाश, खराब हवामान आणि ढगांमुळे कामाची गति अतिशय मंद होती. १२ ऑगस्टपर्यंत फक्त ३९ ताऱ्यांचे निरीक्षण होऊ शकले.

३१ ऑगस्टला लॅवैरियरने आपल्या तिसऱ्या शोधनिबंधात सांगितले, 'आठवा ग्रह मकर राशीच्या डेल्टा नामक ताऱ्याजवळ असेल.' इतका महत्त्वाचा निष्कर्ष देऊनही त्याचे कोणीही फारसे स्वागत केले नाही की संचालकांनी या कामासाठी कोणाला



उपलब्ध नकाशा



प्रत्यक्ष निरीक्षण

१८४६ मध्ये बर्लिनच्या जे.जी. गाले आणि हेनरिक डी अरेस्टकडे हाच नकाशा उपलब्ध होता. यामध्ये मकर राशीतल्या ताऱ्यांची स्थिती दाखवली आहे. त्या दोघांनी एकेका ताऱ्याची आकाशातली स्थिती आणि नकाशा यांची तुलना केली. उजवीकडील चित्रात जिथे बाण दाखवला आहे तिथे नेपच्यून सापडला. जिथे '+' चे चिन्ह आहे तिथे नेपच्यून असण्याची शक्यता वर्तवली होती. कागदावरील अनुमान आणि प्रत्यक्ष स्थिती यात फक्त एक डिग्रीचे अंतर होते.

नियुक्तही केले नाही. इतका थंडा प्रतिसाद होता.

नेपच्यूनचा शोध -

लॅव्हरियर खरं तर तसा देशाभिमानी होता पण काहीच प्रतिसाद न मिळाल्याने त्याचे धैर्य खचू लागले. शेवटी १८ सप्टेंबरला त्याने जर्मनीच्या बर्लिन वेधशाळेतल्या योहान गालेला पत्र लिहिले. ते त्याला २३ सप्टेंबरला मिळाले. वेधशाळेच्या संचालकांनी यात काही उत्साह दाखवला नाही, पण गाले यांनी हेनरिक डी अरेस्ट यांच्या मदतीने शेवटी आठव्या ग्रहाच्या शोधाची परवानगी

मिळवली. त्याच रात्री म्हणजे २३ सप्टेंबर १८४६ ला गालेने आपली ९ इंची दुर्बिण घेऊन काम सुरू केले. मकर राशीतील ताऱ्यांचा एक नकाशा बर्लिन वेधशाळेला नुकताच मिळाला होता. गाले आकाशातल्या ताऱ्यांचं निरीक्षण करून त्याचं वर्णन सांगत असे आणि डी अरेस्ट तो नकाशात शोधत असे. अशा तऱ्हेने त्यांनी काही ताऱ्यांचं निरीक्षण केलं. नंतर गालेने एका ताऱ्याचं वर्णन केलं - तो डी अरेस्टला नकाशात कुठेही आढळला नाही. पुन्हा पुन्हा बघून त्यांनी खात्री करून घेतली. धावतच जाऊन त्यांनी

संचालक योहान एन्के यांना वेधशाळेत बोलावले आणि अशा तऱ्हेने त्या ताऱ्याची गतीही शोधली गेली. अतिशय आनंदाने २५ सप्टेंबरला गालेने लॅव्हेरियरला कळवले.. 'ज्या ग्रहाची स्थिती तुम्ही दाखविलीत तो खरोखरीच अस्तित्वात आहे.'

कोणी शोधला नेपच्यून ?

यानंतरच्या घटना कल्पनेप्रमाणेच घडल्या. चालीसला वाटले की १२ ऑगस्टच्या रात्री ४९ व्या ताऱ्याचे निरीक्षण करत राहिलो असतो तर नेपच्यून मिळाला असता. मग त्याने अँडम्सचे काम आणि आपल्या

निरीक्षणाचा एक मोठा अहवाल लिहिला. या त्याच्या कृत्वामुळे लॅव्हेरियरसह सगळे फ्रेंच लोक चिडले. अँडम्सचे काम माहिती असताना ते आपल्याला का कळवले नाही ? असा जाब लॅव्हेरियरने जॉर्ज एरीला विचारला. ब्रिटनमध्येही एरी आणि चालीसच्या बेजबाबदार वागण्यावर लोक नाराज झाले. मग चालीसने आपली चूक कबूल केली.

१८४५ च्या सप्टेंबरमध्येच अँडम्सने आपल्या गणना पूर्ण करूनही सैद्धांतिक गणनेवर आकाशाचे निरीक्षण करणे हा पोरखेळ वाटल्याने आपण आठवा ग्रह



नेपच्यून आणि त्याचे उपग्रह : नेपच्यून आक राने युरेनस इतकाच आहे. लीक वेधशाळेने घेतलेल्या छायाचित्रात नेपच्यूनचे दोन उपग्रह दिसत आहेत. यातलाच एक 'ट्रिटॉन'. हा उपग्रह आपल्या पृथ्वीच्या चंद्राएवढाच आहे. नेपच्यूनची सूर्यभोवतीची एक फेरी १६५ वर्षात पूर्ण होते. १८४६ साली नेपच्यून जिथे सापडला तो प्रारंभबिंदू मानतयस सन २०११ मध्ये नेपच्यून पुन्हा तिथे येईल.

शोधला नाही असे त्याने कबूल केले.

अखेरीस या सगळ्या वादविवादात नोव्हेंबर महिन्यात रॉयल अँस्ट्रॉनॉमिकल सोसायटीमध्ये आपला निबंध सादर करण्याची संधी अँडम्सला मिळाली. त्याचे विश्लेषण ऐकल्यावर लोकांची त्याच्या कामाबद्दल खात्री पटली.

दरम्यान फ्रेंच सम्राट लुईस फिलीप यांनी लॅव्हेरियरला फ्रान्सचा मोठा सन्मान देण्याची घोषणा केली. रॉयल सोसायटी ऑफ लंडननेही त्याला कोपले मेडल देऊन नावाजलं 'अँडम्सलाही सन्मान मिळायलाच हवा' या मागणीने ब्रिटनमध्ये जोर धरला. शेवटी जून १८४७ मध्ये ब्रिटिश असोसिएशनने लॅव्हेरियरला बैठकीला बोलावला आणि वातावरण निवळलं.

या बैठकीत लॅव्हेरियर आणि अँडम्स प्रथमच एकमेकांना भेटले. या बैठकीला हजर

असणाऱ्या एका व्यक्तीने लिहून ठेवले आहे की दोघेही एकमेकांबरोबर बराच वेळ फेरफटका मारत होते. एकमेकांची प्रशंसा करत होते. दोघांमध्ये द्वेषाची भावना अजिबात नव्हती. नंतर नेपच्यूनच्या शोधाचं श्रेय दोघांनाही मिळालं.



शैक्षिक संदर्भ अंक ३२ मधून साभार
लेखक : कमल लोडाया,
आय.एम.एस.ई. चेन्नई मध्ये कॉम्प्युटर
सायन्सचे प्राध्यापक. जंतरमंतर या विज्ञान
मासिकाचे संपादक.
टी.व्ही. वेंकटेश्वरन : सी.डी.आय.टी.
तिरुअनंतपुरम येथे वरिष्ठ प्राध्यापक.
अनुवाद : यशश्री पुणेकर
सांख्यिकीच्या पदवीधर.
विज्ञान अनुवादत रस

मुखपृष्ठ : व्होयॅजर-२ ने काढलेल्या नेपच्यूनच्या फोटोमध्ये नेपच्यूनवर मोठा काळा ठिपका दिसतो आहे. हा जवळपास पृथ्वीच्या आकाराचा आहे. नेपच्यूनच्या विषुववृत्तापासून २२° दक्षिणेला तो दिसतो. ठिपक्याजवळ पांढुरके ढग दिसतात. दक्षिण ध्रुवाजवळच्या निळ्या पट्ट्यामध्ये एक छोटा काळा ठिपका दिसतो (५४° दक्षिणेला). असे बारकावे स्पष्ट दिसण्यासाठी फोटोतील रंग किंचित बदललेले आहेत.
मलपृष्ठ : व्होयॅजर -२ ने हा फोटो नेपच्यूनच्या विषुववृत्तापासून २९° उत्तरेला असताना काढला. यामध्ये नेपच्यूनवरील मिथेनच्या ढगाच्या थरातील अंतर दिसते. ५० ते २०० कि.मी. रुंदीचे हे ढग आहेत. सूर्य डावीकडे खालच्या बाजूला आहे त्यामुळे वरच्या ढगांची सावली खालच्या ढगांवर पडली आहे. या दोन्ही ढगांच्या थरात ५० ते ७० कि.मी. उंचीइतकं अंतर आहे.

पिंपळ, श्रद्धा आणि ऑक्सिजन



लेखक : सुशील जोशी अनुवाद : नागेश मोने

भारतातील काही लोकसमुदायात पिंपळाला पूजनीय वृक्ष मानले जाते. अनेक ठिकाणी पिंपळाची मुंज देखील लावतात. विशेषतः हिंदू व बौद्ध समाजात या वृक्षाला मानाचे स्थान दिल्याचे आढळते. प्रत्येक समाजात, संस्कृतीत अशी पूजनीय प्रतिके आढळतात.

पिंपळ हा 'विशेषवृक्ष' असल्याचे मी अनेकांकडून ऐकले आहे. दिवसरात्र ऑक्सिजन बाहेर टाकणारा वृक्ष म्हणून त्याचे 'वैशिष्ट्य' आहे असे म्हणतात. एकदारेल्वेने प्रवास करीत असताना गप्पांमध्ये एका

सद्गृहस्थाने वैज्ञानिकांचा दाखला देत पिंपळाच्या अनन्यसाधारणत्वाची माहिती पुरविली. "पिंपळ हा वृक्ष रात्रंदिवस ऑक्सिजन का बाहेर टाकतो?" असा प्रश्न शिक्षक प्रशिक्षणातही मला शिक्षकांनी विचारला आहे! म्हणजे पिंपळ हा वृक्ष रात्रंदिवस ऑक्सिजन बाहेर टाकतो असा सर्वमान्य समज आहे तर! या प्रश्नामुळे निर्माण झालेले प्रश्न फार महत्त्वाचे वाटतात. चला तर आपणही विचार करूया जरा...

पिंपळ - एक वृक्ष

पिंपळाचे वनस्पतीशास्त्रातील नाव 'फायकस रिलिजिओसा' असे आहे. रिलिजिओसा म्हणजे धार्मिक या अर्थाने. विस्तीर्ण, महाकाय व अनेक वर्षे जगणारा हा वृक्ष आहे. याची उगवण बियांपासून होते. सुरुवातीला हा दुसऱ्या झाडाच्या फांद्यांच्या बेचक्यात वाढतो व हळूहळू स्वतंत्र वृक्ष बनतो. अशा प्रकारे वाढणाऱ्या वनस्पतीला अपिवनस्पती (इंग्रजीत इपिफाईट्स) असे म्हणतात. म्हणजे सुरुवातीच्या काळात इतरांच्या आधारे वाढणारी वनस्पती.

वनस्पती अन् ऑक्सिजन

सजीव अन् वातावरण यांच्यात वायूंची जी देवाणघेवाण होते त्याला आपण

श्वसन असे म्हणतो. वनस्पतींबाबत ही आंतरक्रिया दोन प्रकारची असल्याने वनस्पतींबाबत निरनिराळे गैरसमज प्रसृत होतात. अशा गैरसमजुती उत्पन्न होण्यास व पसरण्यास आमची शिक्षणपध्दतीही कारणीभूत आहे.

ज्याप्रमाणे जीवजंतू व मनुष्य यांच्यात श्वसनाची क्रिया होते तशीच क्रिया वनस्पतींमध्ये देखील होते. ग्लुकोजचे ऑक्सिडीकरण होणे व त्यातून ऊर्जा निर्माण होणे हे यामागील मूळ तत्त्व.

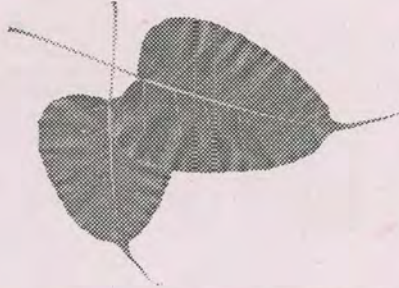
जीवनासाठी आवश्यक त्या त्या क्रिया-प्रक्रियांसाठी हीच ऊर्जा वापरली जाते. श्वसनाची क्रिया संपुष्टात आली की जगणेच असंभव. इतके महत्त्व या क्रियेला आहे.

श्वसनाच्या क्रियेत ऑक्सीजन वापरला जातो व कार्बनडायऑक्साईडची निर्मिती होते. अर्थात ऑक्सिजनशिवायही श्वसन करणारे काही सूक्ष्मजीव, जीवाणू व किण्वपेशी आहेतच. विकसित जंतूमध्येही विनाॅक्सी श्वसन आढळले आहे. आपण जेव्हा वेगाने पळतो तेव्हा पायातील पेशींना

अधिक ऊर्जेची गरज असते.

रक्ताच्या माध्यमातून ऑक्सिजनचा पुरवठा होत राहतो वेगाने, पण तोही पुरेसा नाही ठरला की मांसपेशीमध्ये विनाॅक्सी श्वसन होण्यास

सुरुवात होते. अर्थात अशा प्रकारच्या श्वसनाने अपेक्षित ऊर्जा मिळत नाही हे खरे, पण बुडत्याला काडीचाही आधार असतोच की! या प्रक्रियेत पिष्टमय पदार्थांचे पूर्ण ऑक्सिडीकरण होत नाही व लॅक्टिक आम्लही तयार होते. मांसपेशीमध्ये ते जमा होते व त्यामुळे पाय दुखू लागतात. हळूहळू होणाऱ्या ऑक्सिडीकरणामुळे लॅक्टिक आम्ल संपुष्टात येते व दुखणे दूर पळते. अर्थात आपल्या शरीरातील ही विनाॅक्सी श्वसनाची क्रिया आपत्कालीन असते आणि संपूर्ण



शरीरभर ती एकाच वेळी होत नसते ! शिवाय यातून मिळणाऱ्या ऊर्जेचे प्रमाण हे ऑक्सीश्वसनातून मिळणाऱ्या ऊर्जेच्या प्रमाणापेक्षा कमी असते. श्वसनाची प्रक्रिया रात्रंदिवस चालू असते जंतूंमध्ये, झाडाझुडुपांमध्ये व माणसांमध्ये.

देवाणघेवाणीची आणखी एक प्रक्रिया आहे. ती केवळ हिरव्या वनस्पतींमध्ये होते. या क्रियेला प्रकाशसंश्लेषण असे म्हणतात. पृथ्वीवरील सजीवांसाठी अन्नब्रह्म तयार करणारी ही क्रिया आहे. आपण शाकाहारी असा वा मांसाहारी, अन्न प्रकाशसंश्लेषणातच तयार होते. या क्रियेत प्रकाशाच्या उपस्थितीत हिरव्या वनस्पती, कार्बनडाय ऑक्साईड व पाणी यांच्या साहाय्याने पिष्टमय पदार्थ निर्माण करतात व ऑक्सिजनची निर्मिती होते.

दोन परस्परविरुद्ध क्रिया

श्वसन आणि प्रकाशसंश्लेषण या परस्पर विरुद्ध क्रिया आहेत. श्वसनात पिष्टमय पदार्थ व ऑक्सिजनचा वापर होतो व कार्बन डायऑक्साईड व पाणी यांची निर्मिती होते. प्रकाशसंश्लेषणात कार्बन डायऑक्साईड व पाणी यांच्या साहाय्याने पिष्टमय पदार्थ व ऑक्सिजन निर्माण होतात. श्वसनक्रियेचा वेग वाढला तर कार्बन डाय ऑक्साईडचे प्रमाण वाढते व प्रकाशसंश्लेषणाचा वाढला तर ऑक्सिजन वाढणार. दिवसा या दोन्ही क्रिया बरोबरीने चालतात. दिवसा प्रकाशसंश्लेषण आणि श्वसनही चालू असते. पण प्रकाशसंश्लेषणाचा वेग दिवसा अधिक असतो. त्यामुळे ऑक्सिजन अधिक प्रमाणात

उत्पन्न होतो. अंधार पडल्यावर प्रकाश संश्लेषणाचा वेग मंदावतो अन् श्वसनाच्या क्रियेचा वाढतो. यावेळी वनस्पती कार्बन डाय ऑक्साईड अधिक प्रमाणात उत्पन्न करतात.

सुरुवातीस ज्या गैरसमजुतीचा उल्लेख केला आहे, ही गैरसमजूत आपल्या पाठ्यपुस्तकांनी पसरविलेली आहे. पाठ्यपुस्तकात असे लिहिलेले आढळते की वनस्पती अथवा प्राणी (म्हणजे सजीव) श्वसनावेळी ऑक्सिजन घेतात व कार्बन डायऑक्साईड सोडतात. हे खरे नाही. श्वास घेताना आपण हवा आत घेतो व उच्छ्वासावेळी हवाच बाहेर टाकतो. हे खरे की घेतलेल्या व सोडलेल्या हवेतील घटकांमध्ये भिन्नता आढळते. पण सामान्यतः मुलांना असे वाटते की श्वसनावेळी केवळ शुध्द ऑक्सिजनच घेतला जातो व उच्छ्वासात शुध्द कार्बन डायऑक्साईडच असतो.

वनस्पती दिवसा ऑक्सिजन सोडतात व रात्री कार्बन डायऑक्साईड सोडतात असेच सामान्य पाठ्यपुस्तकात छापलेले आढळते. त्यामुळे वनस्पतींमध्ये दोन प्रकारचे श्वसन चालते अशी गैरसमजूत उत्पन्न होण्यास मदत होते. ज्यात ऑक्सीजन सोडला जातो ते एक व कार्बनडायऑक्साईड सोडला जातो ते दुसरे श्वसन! किंवा वनस्पती दिवसा श्वसनच करीत नाहीत असेही मुले समजतात. या दोन्ही गोष्टी चूक आहेत. श्वसन ही रात्रंदिवस चालणारी क्रिया आहे व श्वसनाच्या क्रियेतून कार्बनडाय ऑक्साईड वायू तयार होतो असे पाठ्यपुस्तकात स्पष्टपणे लिहिलेले नसते. हा

वायू प्रकाशसंश्लेषणात वापरला जातो हे खरे; पण ती वेगळी गोष्ट आहे.

ऑक्सिजनचे प्रकरण

सामान्यतः ऑक्सिजनला अत्यंत गुणी वायू समजले जाते. यावरून श्वसनाचे महत्त्व आपल्याला ठाऊक आहे हे निश्चित. ऑक्सिजनला प्राणवायूही म्हटले जाते. अठराव्या शतकाच्या उत्तरार्धात या वायूचा शोध लागला व त्याच्यानंतर त्याच्या रासायनिक क्रियांचा विचार केला गेला. त्यापूर्वी या वायूच्या संदर्भात खूपच

गैरसमजुती होत्या.

या वायूचे प्रमाण वातावरणात वाढल्यास तो विषारी वायू बनतो. काही कोटी वर्षांपूर्वी हे घडले होते. सजीवांनी उत्क्रांतीच्या प्रवासात या वायूचा लाभ घेत घेत त्याच्या संपर्कात जगण्याचे अनुकूलन घडविले आहे. या वायूची भूमिका 'प्राणवायू' म्हणून सदैव नव्हती. आधुनिक युगात मात्र त्याचे महत्त्व वादातीत व सुपरिचित आहे.

पिंपळाची पूजनीयता व ऑक्सिजन ऑक्सिजनच्या शोधाच्या कैक वर्षे

लोककथेमध्ये पिंपळ

व्यक्ती, वस्तू, वनस्पती, प्राणी, घटना यांच्या संदर्भातील अनुभवांना कथारूप देताना वास्तवाभावती चमत्कारांचे काव्यात्म वलय लोककथांची निर्मिती करीत असते. लोकसंस्कृतीचा अभ्यास अशा लोककथांमधून केला जातो. मानवी जीवनाचा अविभाज्य भाग असणाऱ्या निसर्गाला या लोककथांमध्ये प्रधान भूमिका दिलेली दिसते. अद्भुत, मनोरंजक, रम्य व गूढ यांच्या जोडीला वास्तवाचे केलेले मनोज्ञ मिश्रण म्हणजे या लोककथा होत. अनेक लोककथांमधून अंधश्रद्धा उद्घटित होतात हे खरे, पण मानवी मनाचा व्यापारच धूसर असल्याने अशा अंधश्रद्धाच या लोककथांच्या प्रसाराला अधिक कारणीभूत झाल्याचे दिसले, पण त्याच्या जोडीला

निसर्गाबद्दल प्रगाढ प्रेम व आत्मीयताही आपल्याला जाणवते.

उरिया नावाच्या टोळीत खालील लोककथा सांगितली जाते.

महाप्रभूने माणसे निर्माण केली. तसेच प्राणी व वनस्पतीसुद्धा निर्माण केले. माणसांची संख्या वाढू लागली. त्यांची ताकदही वाढू लागली. माणसांनी खेडी वसवण्यास सुरुवात केली. महाप्रभूंनी माणसांना चालिक नावाचा राजा दिला. त्याने राज्यकारभार करण्यासाठी राज्ययंत्रणा उभी केली. प्रत्येक खेड्यासाठी एक प्रमुख आणि एक रखवालदार नेमले.

महाप्रभूने प्राण्यांना व पशूंनादेखील एक राजा व एक रखवालदार दिले.

एके दिवशी हेमगिरी पर्वतावर सर्व झाडांनी

आधीपासून पिंपळ पूजनीय वृक्ष म्हणून मानला गेला आहे त्याचा ऑक्सिजनशी संबंध नाही. तसे असते तर तो पूजनीय ठरला नसता. कारण प्रकाश संश्लेषण व श्वसन अशा दोन्ही क्रिया सर्वसाधारण वनस्पतींसारखाच तो करीत असतो.

पण पूजनीयता व ऑक्सिजन यांचा संबंध आज जोडण्याचे कारण काय? मला वाटते यामागे एक विशेष प्रवृत्ती आहे. आपल्या साऱ्या प्रतिकाना आधुनिक युगात मान्यता मिळावी म्हणून आधुनिक विज्ञानाच्या

परिभाषेचा वापर करण्याची ती प्रवृत्ती आहे. अशा भाषेचा वापर केल्याची अनेक उदाहरणे आपल्याला आसपास मिळताहेत.

आजकाल म्हटले जाते, की यज्ञ, याग, हवन, अग्निहोत्र करून प्रदूषण दूर केले जाते वा दूर होऊ शकते. हे प्रयोगांद्वारे सिध्द केले आहे, असेही सोबत म्हटले जाते. महाभारतात वर्णन केलेल्या विचित्र प्रजनन पध्दतींचा संबंध क्लोनिंग वा तत्सम आधुनिक टेस्ट ट्यूब बेबीच्या तंत्रज्ञानाशी जोडला जातो. पिंपळाच्या बाबतीतही हेच घडत आहे.

सभा भरवली. त्यांनी महाप्रभूकडे तक्रार केली, "तुम्ही सगळ्यांना राजा व रखवालदार दिले. आम्हाला मात्र नाही ! आमचे रक्षण कोण करणार ? आम्हाला सांभाळायला कोणीच नाही !"

त्याच वेळी भीम त्या मार्गाने चालला होता. त्याच्या मनात आले - सगळी झाडे येथे कशासाठी जमली असतील ? तो शिखरावर गेला आणि त्याने त्या झाडांना विचारले. झाडांनी त्याला आपली समस्या सांगितली.

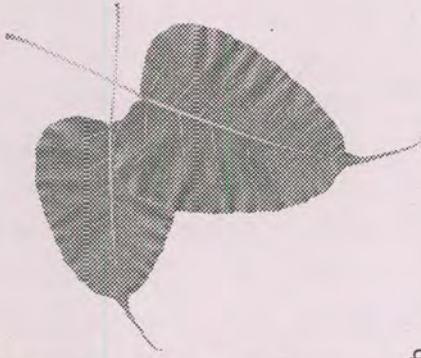
"सगळ्या झाडांत मजबूत झाड कोणते ते पाहू या." असे टरवून भीमाने झाडांची परीक्षा घेतली. त्याने प्रत्येक झाडाला जोराने ढकलले. त्यावेळी फक्त चिंच, वड आणि पिंपळ ही झाडे ताठ उभी राहिली. बाकीची झाडे धडाधड खाली कोसळली. भीमाने

झाडांच्या परीक्षेची हकीगत महाप्रभूंना सांगितली.

महाप्रभू हेमगिरी पर्वतावर उतरले. त्यांनी चिंचेच्या झाडाला राजा केले. वडाच्या झाडाच्या फांद्या दूरवर पसरतात. त्यामुळे वडाला पृथ्वीवरील सर्व ठिकाणची माहिती कळू शकेल म्हणून वडाला त्यांनी मंत्री केले. पिंपळाला त्यांनी पहारेकरी नेमले. ते पिंपळाला म्हणाले, "वादळाची चिन्हे दिसू लागली किंवा जोराचा वारा वाहू लागला की तू इतर झाडांना सावधानतेची सूचना देत जा."

पिंपळाची पाने सारखी सळसळ का करतात त्याचे कारण आता तुम्हाला समजेल.

आधार - आपले वृक्ष - मनेका गांधी, अमेय प्रकाशन, पुणे.



ऑक्सिजनच्या उपयुक्ततेवरून पिंपळाच्या पूजनीयतेचे समर्थन केले जाते आहे. हे सर्वच हास्यास्पद आहे. वैज्ञानिक निकषांवर कोणत्याही गोष्टीचा पडताळा पहाण्याची एक विशिष्ट पध्दती आहे. केवळ एका वैज्ञानिकाने काही प्रयोग करून काढलेले निष्कर्ष वैज्ञानिक सत्य म्हणून स्वीकारले जात नाहीत. इतर काही वैज्ञानिकांनी तसेच प्रयोग केल्यावर तेच निष्कर्ष मिळणे आवश्यक असते. वेगवेगळे प्रयोग करून त्या निष्कर्षांमागची वैज्ञानिक तत्त्वं शोधून काढावी लागतात. ही सर्व सैध्दांतिक व प्रायोगिक मांडणी इतर वैज्ञानिक पडताळून पहातात, आणि मगच या निष्कर्षांना वैज्ञानिक सत्य म्हणून मान्यता मिळते. म्हणूनच वैज्ञानिक सत्ये सार्वत्रिक ठरतात. पिंपळाच्या किंवा वर उल्लेख केलेल्या कोणत्याच बाबतीत वैज्ञानिक पडताळ्याच्या या पध्दती अवलंबल्या गेलेल्या नाहीत. वैज्ञानिक संज्ञा व संकल्पनांचा वापर करून असे परीक्षण झाल्याचा आभास मात्र उत्पन्न केला जात आहे. प्राचीन प्रतिकांबद्दलची कमी

होत चाललेली आस्था वाढवण्याचा हा एक केविलवाणा प्रयत्न आहे. त्याही पुढे जाऊन, आजचे आधुनिक वैज्ञानिक जे करत आहेत, ते आमच्या पूर्वजांनी हजारो वर्षांपूर्वीच केले आहे, असे कल्पना चित्र उभे करून वैज्ञानिक क्षेत्रातील आजच्या मागासलेपणाचे समर्थन करण्याचाही एक दृष्टिकोन यामागे दिसून येतो, जो अधिक चिंताजनक आहे.

याबरोबर आणखी एका बाबीचा उल्लेख करणे योग्य ठरेल. आजकाल जाहिरातींमध्येही विज्ञानाच्या व वैज्ञानिकांच्या तथाकथित म्हणण्याचा वापर दिसून येतो. वैज्ञानिकांनी देखील या बाबींकडे गांभीर्याने पाहिल्याचे आढळत नाही. त्यामुळे तथाकथित प्रयोगांच्या व विज्ञानाच्या गप्पा आपल्याला जानोजागी ऐकू येतात. आपल्या मुद्याच्या समर्थनार्थ वा त्या मुद्याला वादातीत बनविण्यासाठी विज्ञानाचे नाव घेणे हे महत्त्वाचे असून बनले आहे. 'असल्या विज्ञान वापराबाबत' साऱ्यांनीच सावध असावयास हवे.



लेखक : सुशील जोशी, विज्ञान लेखक
 एकलव्यच्या विज्ञान कार्यक्रमांमध्ये कार्यरत
अनुवाद - नागेश मोने
 द्रविड हायस्कूल, वाई येथे शिक्षक
 विज्ञान वाचनालय चालवतात.



प्रकल्पातून विज्ञान

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

विज्ञान शिक्षणामध्ये मुलांकडून स्वतःच्या हाताने प्रयोग किंवा प्रकल्प करून घेतले, तर ते वैज्ञानिक संकल्पना समजण्यात अत्यंत प्रभावी ठरतात, हे आता एक सर्वमान्य तत्त्व झाले आहे. पण आजही कित्येक शाळा अशा आहेत, की जिथे प्रयोगशाळाच नाहीत, आणि जिथे प्रयोगशाळा आहेत, तिथे मुलांना

प्रयोग करायला देण्यापेक्षा त्यांच्याकडून प्रयोग करवून घेण्यावरच जास्त भर असतो. काही वेळा मुलांना घरी करण्यासाठी काही प्रकल्प दिले जातात, पण बरेचदा हे प्रकल्प विद्यार्थ्यांपेक्षा पालकांच्याच ज्ञानाची व कल्पनाशक्तीची (आणि बरेचदा आर्थिक कुवतीचीही!) परीक्षा पहाणारे असतात. याचा

आधार :

UNESCO Sourcebook for science in the primary school,
Wynne Harlen, Jos Elstgeest.
National Book Trust of India & UNESCO Publishing, 1997.

परिणाम म्हणजे, या प्रयोगांतून आणि प्रकल्पांतून वैज्ञानिक संकल्पना समजण्यापेक्षा विज्ञान म्हणजे सर्वसामान्यांच्या आकलनापलिकडचं काहीतरी आहे, हा समज दृढ होण्यासच हातभार लागतो. तेव्हा मुलांना प्रयोग किंवा प्रकल्प घायला तर हवे, पण त्यातून आपल्याला काय साध्य करायचं आहे, याचा शिक्षकांनी गंभीरपणे विचार करायला हवा.

आपण एक उदाहरण घेऊ. हवेबद्दल शिकवताना मुलांना पॅराशूट तयार करण्याचा प्रकल्प देता येईल. समजा, हा प्रकल्प पुढीलप्रमाणे करायला सांगितला.

१. चांगल्या प्लॉस्टिकचा एक ३५ सें.मी. x ३५ सें.मी. मापाचा चौरस कापून घ्या.
२. साधारण ३५ सें.मी. लांबीचे दोऱ्याचे चार तुकडे कापून घ्या.
३. प्लॉस्टिकच्या तुकड्याच्या प्रत्येक टोकाला एक-एक दोरी बांधून घ्या.
४. दोऱ्यांची उरलेली चार टोके एकत्र बांधून टाका. चारी दोऱ्यांची लांबी सारखी राहिल, याची काळजी घ्या.
५. या चार दोऱ्यांच्या गाठीला एक १५ सें.मी. लांबीची दोरी बांधा.
६. दोरीच्या दुसऱ्या टोकाला वजन म्हणून एखादी रबरी बुचासारखी वस्तू बांधा.
७. प्लॉस्टिकचा तुकडा मध्यातून वर

ओढून धरा आणि हाताने दाबून ताठ करून घ्या.

८. दोन घड्या घालून पॅराशूटची घडी करा. लोंबती दोरी त्याभोवती सैलसर गुंडाळा.
९. पॅराशूट हवेत वर फेका.

परिणाम : पॅराशूट उघडेल आणि सावकाश दोरीला बांधलेलं वजन खाली घेऊन येईल.

कारण : प्लॉस्टिकच्या तुकड्यात हवा भरल्याने त्याचा खाली पडण्याचा वेग मंदावतो.

जर वजन फार वेगाने खाली येत आहे, असे वाटले तर दुसरा एखादा वजनाने हलका पण आकाराने लहान पदार्थ वापरून पहा.

हा प्रकल्प मुलांनी केला, तर काय काय गोष्टी साध्य होतील ? मुलांना पॅराशूटचं तत्त्व स्वतःच्या डोळ्यांनी बघता येईल. स्वतःच्या हातानं, अगदी मामुली अशा वस्तू वापरून, आपण एका वैज्ञानिक उपकरणाची निर्मिती व अभ्यास करू शकतो, हे मुलं प्रत्यक्ष अनुभवतील. यामुळे विज्ञान शिकण्याबद्दल त्यांच्या मनात असलेली भीती कमी होण्यास हातभार लागेल.

पण त्याच प्रकल्पातून आणखीही खूप काही साध्य करता येऊ शकतं. समजा, दुसऱ्या एका शाळेत हाच प्रकल्प पुढीलप्रमाणे करायला दिला.

१. चांगल्या प्लॅस्टिकचा एक साधारण ३५ सें.मी. X ३५ सें.मी. मापाचा चौरस कापून घ्या.
 २. तुकड्याच्या चारी टोकांना एक-एक दोरा बांधा.
 ३. चारी दोऱ्यांच्या मोकळ्या टोकांची एक गाठ मारा. सर्व दोरे सारख्या लांबीचे असतील, याची काळजी घ्या.
 ४. या चार दोऱ्यांच्या गाठीला वजन म्हणून एखादी रबरी बुचासारखी वस्तू बांधा.
 ५. पॅराशूटची दोनदा घडी करा. त्याभोवती लोंबती दोरी सैलसर गुंडाळा.
 ६. पॅराशूट हवेत वर फेका किंवा शक्य असल्यास उंचावरून खाली सोडा.
- काय घडताना दिसलं ?



- सर्वांची पॅराशूटस् सारखीच वागली का ?
- सर्व पॅराशूट्सच्या खाली येण्यात काय साम्य होतं ?
- काय वेगळेपणा होता ?
- हे कशामुळे घडलं असं तुम्हाला वाटतं ?
- पॅराशूटला वजन न बांधताच जर ते वर फेकलं, तर काय होईल ? हा प्रयोगही करून बघा.
- इतरांशी तुमच्या निरीक्षणांबद्दल चर्चा करा.
- पॅराशूटचं प्लॅस्टिक आकाराने लहान किंवा मोठे असेल, तर काय होईल ?
- वेगवेगळ्या आकाराच्या चौरसाकृती पॅराशूट्सची तुलना कशाच्या जोरावर करता येईल, ते आधी ठरवून घ्या. मग प्रत्यक्ष प्रयोग करून निरीक्षणांच्या नोंदी घ्या. प्रत्येक पॅराशूटसाठी अनेकदा निरीक्षणे घ्या. इतरांच्या निरीक्षणांशी तुमच्या निरीक्षणांची तुलना करा.
- या निरीक्षणांवरून काही निष्कर्ष काढता येतो का ? कोणता ?

प्रत्यक्षात पॅराशूटस् फक्त चौरसाकृती नसतात, तर वेगवेगळ्या आकाराची असतात. काही वेळा पॅराशूटला भोकंही असतात. प्लॅस्टिकचे गोल, आयताकृती इ. वेगवेगळ्या आकाराचे तुकडे घेऊन पॅराशूटस् तयार करा. ही



पॅराशूटस् खाली कशी तरंगत येतात. त्याचे निरीक्षण करा.

यातला कोणताही प्रयोग करण्यापूर्वी नीट नियोजन करा. पॅराशूटच्या खाली येण्याचे मूल्यमापन करण्यासाठी कोणकोणत्या गोष्टी विचारात घ्याव्या लागतील ? फक्त खाली पडण्याचा वेग एवढा एकच निकष पुरेसा आहे का ? सर्वसाधारण पॅराशूट कशासाठी वापरतात ? ते आपलं काम योग्य प्रकारे करेल की नाही, हे ठरवता येईल ?

- प्रकल्पाबाबत इतरांशी चर्चा करा. सर्वजण मिळून या चर्चेच्या आधारे

प्रकल्पाचा अहवाल तयार करा. जास्त अचूक निष्कर्ष मिळवण्यासाठी आपल्या प्रयोगांत कोणकोणते बदल करायला हवे होते, याचीही अहवालात नोंद करा.

- अतिशय कमी वेगाने पण न-हिंदकळता सरळच्या सरळ खाली येणारे पॅराशूट कसे तयार करता येईल ?
- पॅराशूटच्या खाली येण्यावर आणखी कशाकशाचा परिणाम होतो ? वारा किंवा पावसाचा काय परिणाम होतो हे तपासून बघता येईल का ?
- याशिवाय आणखीही काही कल्पना डोक्यात असतील, तर पडताळून पहा.

या प्रकल्पामध्ये मुलं केवळ वैज्ञानिक तत्त्वांचा पडताळा पहात नाहीत तर स्वतः ही तत्त्वं शोधून काढतात. हे करताना ती सिद्धांत मांडायला शिकतात, त्याचा पडताळा पहाण्यासाठीचे निकष ठरवून त्यानुसार प्रयोगांचं नियोजन करतात, प्रयोग करून निरीक्षण घ्यायला व त्यांच्या नोंदी ठेवायला शिकतात, इतरांच्या निरीक्षणांशी तुलना करून, इतरांशी चर्चा करून काही निष्कर्ष काढतात, आणि वैज्ञानिक अहवाल लिहायलाही शिकतात. आधीच्या प्रकल्पात

मुलांना प्रयोगात काय दिसणार व त्याचे कारण काय, हे आधीच सांगून टाकलेले आहे. पहिल्या प्रकल्पाच्या तुलनेत दुसरा प्रकल्प जास्त वेळखाऊ आहे. पण त्यातून मुलांच्या कितीतरी जास्त क्षमतांच्या विकासाला हातभार लागतो, तसंच हवेबद्दल आणि पॅराशूटबद्दल मुलांना कितीतरी जास्त ज्ञान मिळतं.

थोडक्यात म्हणजे, पहिल्या प्रकल्पातून मुलांना माहिती मिळते, तर दुसऱ्या प्रकल्पातून मुलं विज्ञान शिकतात.

प्रश्नावली

विद्यार्थ्यांना देण्यासाठी प्रकल्प निवडताना खालील प्रश्नावलीचा वापर करता येईल. जितक्या जास्त प्रश्नांची उत्तरे होकारार्थी असतील तितका तो प्रकल्प जास्त परिणामकारक ठरेल.

- १) वेगवेगळ्या वस्तू व पदार्थ हाताळले जातील का ?
- २) घटना व पदार्थांचे जवळून व काळजीपूर्वक निरीक्षण केले जाईल का ?
- ३) डोळ्यांखेरीज इतर ज्ञानेंद्रियाचाही वापर होईल का ?
- ४) दिलेल्या वस्तूंच्याच वेगवेगळ्या रचना केल्या जातील का ?
- ५) साम्य व भेदांनुसार दिलेल्या वस्तूंचं वर्गीकरण केलं जाईल का ?
- ६) केलेल्या प्रयोगांवर चर्चा होईल का ?
- ७) प्रकल्पाचा अहवाल लिहिला जाईल का ?
- ८) प्रत्येक व्यक्तीच्या प्रयोगाची कृती व निष्कर्ष इतरांपर्यंत पोचवले जातील का ?
- ९) वेगवेगळ्या व्यक्तींच्या प्रयोगाच्या कृती व निष्कर्षांची तुलना होईल का ?
- १०) प्रकल्पासाठी दिलेल्या वेळात संपूर्ण गट प्रकल्पाशी संबंधित क्रियांमध्येच व्यग्र राहिल का ?

- ११) प्रकल्पाबद्दल प्रश्न/शंका मांडण्याची मुभा असेल का ?
- १२) प्रकल्पाचे निष्कर्ष नंतरही विचार करायला भाग पाडतील का ?
- १३) एका प्रकल्पातून नवीन प्रकल्पांना जन्म देणारे प्रश्न पुढे येतील का ?
- १४) एखाद्या गोष्टीचे/घटनेचे स्पष्टीकरण देणारा सिद्धांत मांडला जाईल का ?
- १५) प्रकल्पात विचारलेल्या किंवा त्यातून उभ्या राहिलेल्या एखाद्या प्रश्नाचे उत्तर शोधण्यासाठीचे निकष स्वतःच ठरवण्याची मुभा असेल का ?
- १६) निःपक्षपाती तुलना होण्याच्या दृष्टीने प्रयोगात कोणत्या गोष्टी समान ठेवायला हव्या, हे ठरवून त्याबद्दल प्रयोगाची आखणी करणे, प्रकल्पात समाविष्ट केले आहे का ?
- १७) कोणकोणत्या गोष्टींचे मापन व तुलना करायची आहे, हे स्वतःच ठरवायचे आहे का ?
- १८) मोजमापे घेण्यासाठी वेगवेगळी शास्त्रीय उपकरणे वापरली जातील का ?
- १९) मापनांची अचूकता वाढवण्याच्या दृष्टीने शास्त्रीय उपकरणांची निवड व वापर होईल का ?
- २०) आधी माहीत असलेल्या वैज्ञानिक संकल्पना वापरल्या जातील का ?
- २१) तक्ते, आलेख इ. शास्त्रीय तंत्रे वापरून निरीक्षणांची मांडणी होईल का ?
- २२) मिळालेल्या निरीक्षणांमध्ये विशिष्ट रचना किंवा नियमितता शोधण्याचा प्रयत्न होईल का ?
- २३) निष्कर्ष काढण्यासाठी पुरेसा पुरावा उपलब्ध होईल का ?
- २४) आधी माहीत असलेल्या संकल्पनांशी निष्कर्ष ताडून पाहिले जातील का ?
- २५) मिळालेल्या पुराव्यांचा संदर्भ देऊन, आपल्या निष्कर्षांचे समर्थन करणे, प्रकल्पात समाविष्ट आहे का ?
- २६) मिळालेले निष्कर्ष पडताळण्यासाठी पुन्हा पुन्हा प्रयोग करता येतील का ?
- २७) निष्कर्षामध्ये त्रुटी किंवा अनिश्चितता असल्यास, त्यामागची कारणेही स्पष्ट होतील का ?
- २८) हाच प्रकल्प (किंवा त्याचा काही भाग) करण्याच्या वेगवेगळ्या मार्गांवर चर्चा होईल का ?



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

“सीटी मारो”

थोडं मी शिकते अन् थोडं मुलं शिकतात.

गेले काही दिवस मी मुलांना शिकवायला जाते. मुलांनी माझे काम तपासून पहावे असे मला वाटते. माझी सुध्दा चूक होऊ शकते हे त्यांच्या लक्षात यावे.

लेखक : आशा कचरू • अनुवाद : वीणा विजापूरकर

रंजोल आंध्र प्रदेशातील मेडक जिल्ह्यात आहे. मी खरी उत्तर भारतात राहणारी. गेली तीन वर्षे मी रंजोलमध्ये रहात आहे. त्यामुळे सुरुवातीला मला फक्त देवनागरी लिपीमध्ये लिहिल्या जाणाऱ्या भाषा येत होत्या. इंग्रजी व जर्मन भाषा सोडून. जर्मनची लिपी रोमन असल्यामुळे ती शिकायला मला काही अडचण आली नाही. कारण इंग्रजी

माध्यमांमुळे मला ही लिपी माहित होती.

तेलगु भाषेची अक्षर ओळख करून घेताना मला बराच वेळ लागला. तीन महिने मी रोज एक तास अभ्यास केला. त्यात मला पुस्तकांची मदत मिळाली. तेलगु भाषेत बोलणे अगदी कमीच होत असे. कारण माझ्या आजूबाजूला उर्दू भाषिक लोक होते. त्यामुळे मला तेलगु शिकायची आणि तेलगुचा



घर किंवा हाऊस किंवा इल्लू

अभ्यास करायची संधी कमी मिळायची. मुलांना शिकवण्यामुळे मला माझे तेलगु सुधारायला खूप मदत मिळाली.

गेली अडोच वर्षे मी ह्या मुलांना शिकवते आहे. अक्षर ओळख, गणित, सामान्य ज्ञान, ह्याशिवाय मी त्यांना गायन, नृत्य आणि योगाभ्यास पण शिकवते. ह्या आवडणाऱ्या गोष्टींमुळे त्यांना वर्गात यात्रेसे वाटते. मी त्यांना नेहमी म्हणते. “मी तुमच्याकडून तेलगु शिकते आणि तुम्ही माझ्याकडून इंग्रजी आणि हिंदी शिकता.” मी असं म्हटलं की त्यांचा उत्साह वाढतो.

माझी काम करायची पध्दत साधारणपणे अशी असते. मी एक चित्र काढते आणि त्यावर दोन्ही भाषेत - परिचित (तेलगु) आणि अपरिचित (इंग्रजी किंवा हिंदी) त्याचे नाव लिहिते. मग मी त्या शब्दातील अक्षरे सुटीसुटी करून एकेक अक्षर वाचते आणि ती मुले आपापल्या पाटीवर किंवा वहीत लिहून घेतात. बरोबर दुसरी पुस्तके आणि खेळही असतात. कधी आम्ही सर्व मिळून तेलगुमधील शब्द इंग्रजीमधे लिहितो. जसं की इल्लू हा शब्द हाऊस ह्या शब्दासाठी. ह्यामुळे तेलगु अक्षरांची ओळख होते, आणि माझा त्या भाषेचा अभ्यास होतो. काही मुलांना तेलगु नीट लिहिता येत नाही. ह्या पध्दतीमुळे त्यांचापण फायदा होतो.

मुलं मला विचारतात “आम्ही चित्र काढू का?” मी म्हणते, “हवं तर काढा.” सगळेजण मग मोठ्या आनंदाने चित्र काढतात

आणि खुशीत लिहितात पण. मीसुध्दा काही अशी चित्रे काढते ज्यात त्यांच्या जीवनाचा व आजूबाजूचा संबंध येतो. अशा प्रकारे त्यांची इंग्रजी आणि तेलगु अक्षरांशी ओळख होते आणि ते ती अक्षरे लिहू लागतात.

कधी कधी सहजच एखादी घटना घडते आणि त्यासंबंधी चर्चा चालू होते. एकदा मी फळ्यावर सापाचे चित्र काढले, तर काही मुलं घाबरून पळायला लागली. त्याचे कारण असे होते की त्या दिवशी आम्ही ज्या झाडाखाली बसलो होतो त्याच झाडावरून काही दिवसांपूर्वी एक साप पडला होता. मग मी मुलांना समजावून सांगितलं की साप माणसाला घाबरतो आणि जोपर्यंत आपण त्याला त्रास देत नाही तोपर्यंत तो आपल्याला काही करत नाही. हे सगळं मी त्यांना मोडक्या तोडक्या तेलगु भाषेत सांगितलं. माझ्या ह्या प्रयत्नात मुलांनी भाषेच्या चुका सांगितल्या आणि योग्य ती वाक्ये सांगितली. माझ्या शब्दांचा खजिना वाढला. मग एकेक करत त्यांनी सापाबद्दलचे त्यांचे अनुभव सांगितले. साप कसा त्यांच्या झोपडीत शिरला होता आणि त्यांच्या वडिलांनी तो कसा मारला होता वगैरे वगैरे. मग त्यांची भीती नाहीशी झाली. आणि ती पुनः लिहिण्यात मग्न झाली.

एखाद्या वेळी मी इंग्रजी व तेलगुची चित्रकार्दे काढते. मुलांना म्हणते “ह्यातून तुम्ही आपल्या ओळखीची अक्षरे शोधून

काढा.” मी स्वतः वाचूनही त्यांना अक्षरांची ओळख करून देते. अशा प्रकारे प्रत्येक वेळी नवे शब्द आणि नवीन अक्षरांशी त्यांची ओळख होते. कधी कधी मध्येच मी त्यांना पाटीवर किंवा कागदावर, रंगीत पेन्सिलींनी चित्रे काढायला सांगते. मुले, फुलं पानं, पतंग, झेंडा, घर, वाहने ह्यांची सुंदर चित्रे काढतात. ह्या चित्रांबद्दल विचारल्यानंतर त्यांना नवीन शब्दांची ओळख करून देता येते. त्याचवेळी तेलगुमधील शब्द मी विचारते त्यामुळे माझा शब्दसंग्रह वाढत राहतो. कधी कधी मी अचानकपणे मुलांना भेटायला जाते. त्यांचा आनंद पाहून माझाही उत्साह वाढतो. मी त्यांना तेलगुमध्ये विचारते.
 “बागुनारा?” (कसे आहात?)

काही जण तेलगुतून उत्तर देतात. बाकी सगळे इंग्रजीमधून गुड मॉर्निंग किंवा गुड इव्हनिंग म्हणून स्वागत करतात. दिवसाच्या कोणत्या वेळी काय म्हणायचे असते हे त्यांना माहीत नसते. त्यामुळे संध्याकाळी पण ते गुडमॉर्निंग म्हणतात. असं झालं की मी त्यांना दिवसाचे प्रहर समजावून सांगते.

कधी मी वारांची इंग्रजी नांवे तेलगु लिपीमध्ये लिहून देते.

पाचव्या वर्गातली एक मुलगी जराशी लाजत लाजत माझे लिखाण सुधारते. “बाई असं नाही लिहीत. हे असं लिहायला हवं.” असं म्हणत फळ्याजवळ येऊन पहिलं पुसून नीट लिहिते. मग मी तिला विचारते “आता बरोबर लिहिलंय का?” ती “हो” म्हणते. अशा तऱ्हेने आम्ही दोघी विद्यार्थी बनतो.



कधी कधी तेलगु लिहिताना ते शुध्द लिहिलेय की नाही ह्याची मला शंका येते. परंतु त्यामुळे काही फरक पडत नाही. महत्त्वाची गोष्ट ही आहे की मुलांनी माझं काम तपासून पहावं आणि मी पण चुकू शकते हे समजून घ्यावं. मला सगळंच बरोबबर माहीत असावं हे काही गरजेचं नाही. आपण जे सांगतो त्याची जबाबदारी घ्यायला ते शिकतात आणि दुसऱ्याला त्याची चूक सुधारण्याची संधी द्यायला पाहिजे हे पण शिकतात.

जेव्हा मला रिकामा वेळ असतो तेव्हा मी त्यांच्याजवळ जाते. इथे वर्गापेक्षा वेगळी स्थिती असते. माझी जीप पाहून ती धावत येतात व मला घेरून उभे रहातात. त्यांनी मला तेलगु शिकवावं आणि प्रश्न विचारावेत म्हणून मी वारंवार त्यांना संधी देते. शिकवायच्या पध्दतीने ती प्रश्न विचारतात ह्याचे मला मोठे नवल वाटते. सुरुवातीला ते खूपच साधे साधे आणि सरळ प्रश्न विचारतात, ज्यांची उत्तरे मी अगदी सहज देऊ शकते. हे आहेत आमचे उद्याचे शिक्षक - मी मनात म्हणते.

प्रश्न असे असतात, तुमचे आईवडिल, भाऊ कुठे असतात? दिल्ली कुठे आहे? तुम्हाला किती भाऊ बहिणी आहेत? इत्यादि. अशावेळी मी त्यांना भूगोलाबद्दल माहिती सांगते. जसं की आंध्र प्रदेशांत रंजोल कुठे आहे? इत्यादी.

एक दोन मुलं नेहमी खोड्या करतात,

बाकीचे त्यांच्याबद्दल तक्रार करतात. दांडग्या मुलांचा तिरस्कार करतात. मी त्यांना समजावते की प्रथम आपण आपल्याकडेच पहावे. कोण काय करतोय हे पहाण्यात विनाकारण वेळ वाया घालवू नये. माझं म्हणणं ती लक्ष देऊन ऐकतात आणि मग मन लावून काम करतात. पण थोड्या वेळाने त्यांचे लक्ष पुनः दुसरीकडे जाते. ह्या समस्येला तोंड देण्यासाठी मी त्यांना डोळे बंद करून एका ठिकाणी लक्ष द्यायला सांगते. अशा वेळी मी पण डोळे मिटून बसते. मला हे पाहून आश्चर्य वाटतं की अगदी लहान लहान मुलेसुध्दा काही सेकंद डोळे अर्धवट मिटून शांतपणे बसलेली असतात.

कधी कधी मी सोप्या पुस्तकातील गोष्टी त्यांना वाचून दाखवते. कधी ती पुस्तकातील चित्रे पहात रहातात. गोष्ट त्यांना नेहमी पूर्णपणे समजत नसेलही, परंतु मला वाटते की काही ओळखीच्या शब्दांमुळे गोष्टीतील घटनांचा ती संबंध लावू शकतात.

त्यानंतर तीच गोष्ट मी त्यांना तेलगुमधून सांगते. तेव्हा मुले माझ्या भाषेतील चुका काढतात, मग आम्ही सगळे मिळून खरं काय आहे ह्याचा निष्कर्ष काढतो. त्यांना सगळी गोष्ट नीट समजली आहे की नाही हे पण इथे महत्त्वाचे नसते. गोष्टीतील काही खास भाग निवडून, त्यांत आलेल्या नवीन शब्दांचा अर्थ सांगून त्यांना लिहायला सांगते. उदाहरणार्थ - एखाद्या चित्रात एखादे जनावर असेल तर

त्या संबंघात येणारे शब्द वापरते. त्यामुळे त्यांना ते शब्द शिकता येतात.

कधी कधी त्यांनी स्वतःच काही बनविण्याचा तास असतो. त्यामुळे कमी बोलणाऱ्या मुलांनापण बोलायची संधी मिळते. इंग्रजी कविता त्यांना ऐकवत असतानामुध्दा मी असाच प्रयोग करते. चित्र पाहून आणि अनुप्रास ऐकूनच ती पुनः ऐकायला आणि म्हणायला उत्साहाने तयार होतात. यातूनही मुले नवीन शब्द शिकतात.

जेव्हा मी जायला निघते तेव्हा आवाज येतो “सीटी मारो.”

“सी यू टूमॉरो” चे त्यांच्या उच्चारत झालेले हे रूपांतर !



लेखक : आशा कचरू

नैसर्गिक शेतीमध्ये रस, वंचित गटातील मुलांना शिकवण्याचा सातत्याने प्रयत्न.

अनुवाद : वीणा विजापूरकर

पुणे. वाचनाची आवड, सामाजिक कामात रस. महाराष्ट्राबाहेर अनेक वर्षे वास्तव्यामुळे हिंदी भाषेवर प्रभुत्व.

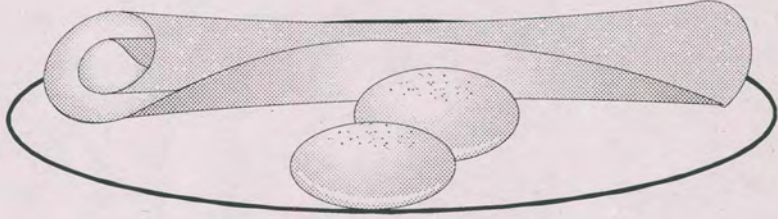




जगातील सर्वात लहान पक्षी
क्यूबाजवळ सापडणारा Bee Hummingbird
(आभार : नॅशनल जिओग्राफिक)

जैवतंत्र

लेखक : आ. दि. कर्वे



जसं मागच्या शतकात पदार्थविज्ञानातील प्रगतीनं मानवी जीवन बदलून टाकलं, त्याप्रमाणे या शतकात जैवतंत्रज्ञान आपल्या आयुष्यात क्रांती घडवून आणणार आहे. या आशयाची विधानं अलिकडे सतत ऐकण्यात-वाचण्यात येतात. पण खरं तर जैवतंत्रज्ञान हे काही नवं शास्त्र नाही. फार पूर्वीपासून आपण त्याचा वापर करत आलो आहोत. या शतकात त्याचे आणखी नवे नवे उपयोग पुढे येत आहेत. स्वयंपाकघरापासून कारखान्यांपर्यंत सर्वत्र पसरलेल्या या तंत्रज्ञानाची ओळख करून घेऊ.

आजकाल जैवतंत्र या नव्या तंत्राचा बराच बोलबाला चालू आहे. ज्याप्रमाणे इलेक्ट्रॉनिक्स या तंत्राने यंत्राच्या जडणघडणीत व त्यावर आधारित उद्योगांमध्ये क्रांतिकारक बदल घडवून आणले, त्याचप्रमाणे जैवतंत्रामुळे कृषि, आरोग्य, दुग्धव्यवसाय, मत्स्यपालन, वनसंवर्धन आदि जैव सृष्टीशी संबंधित उद्योगांमध्ये मोठी क्रांती घडून येईल

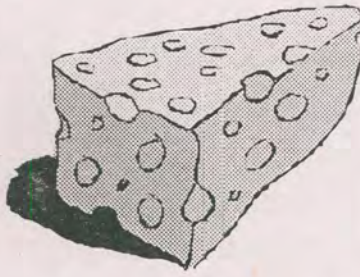
असा जाणकारांचा अंदाज आहे.

जैवतंत्र ही संज्ञा जरी नवीन असली तरी जैवतंत्राच्या व्याख्येत बसू शकतील असे अनेक उद्योग प्राचीन काळापासून चालत आले आहेत. यात मद्य व शिरका (Vinegar) बनवणे, दुधापासून दही व चीज बनविणे, आळिंबीची (mushrooms) लागवड करणे, अंबाडी, ताग किंवा घायपात या वनस्पती

कुजवून त्यापासून वाख बनविणे, शेण व पालापाचोळ्यापासून खत बनविणे इत्यादि अनेक क्रियांचा समावेश होतो. आपणांस नको असतानासुद्धा निसर्गात आढळणाऱ्या काही सूक्ष्म जंतूद्वारा अन्न, दूध, फळांचे मुरंबे आदि पदार्थ नासतात. अशा क्रियांना आपण आंबणे, नासणे किंवा कुजणे असे म्हणतो. पण आपणास हवी असणारी प्रक्रिया घडवून

आणण्यासाठी अशा क्रिया घडून येतील अशी परिस्थिती मुद्दाम निर्माण करून जर काही विशिष्ट सेंद्रीय पदार्थ आंबवले, तर त्या क्रियेला शास्त्रीय परिभाषेत किण्वन (Fermentation)

असे म्हणतात. किण्वनाची क्रिया सूक्ष्म जंतूद्वारा घडवून आणली जाते हे फ्रेंच जीवशास्त्रज्ञ लुई पाश्चर (इ.स. १८२२ ते १८९५) यांनी प्रथम दाखवून दिले. पारंपरिक किण्वन क्रियांमध्ये कोणत्याच प्रकारच्या सूक्ष्मजंतूंचे शुद्ध स्वरूपातले संवर्धन (culture) वापरले जात नसे. काही विशिष्ट क्रियांमध्ये, म्हणजे दही किंवा पावाची कणीक बनविताना चालू किण्वनाचाच काही अंश विरजण (inoculum) म्हणून वापरला जाई. पण ताडी-माडी बनवणे, वाख काढणे किंवा शेणखत तयार करणे या क्रियांमध्ये तर विरजण वापरण्याचीही पध्दत नव्हती, तर निसर्गात आढळणाऱ्या जंतूद्वाराच हे काम घेतले जाई.



शुद्ध व प्रमाणित संवर्धनाचा वापर न केल्यामुळे विरजण विघडून मद्याचे शिरक्यात रूपांतर होणे किंवा दह्याला कडवट चव येणे, अशा प्रकारचे घोटाळे अनेकदा घडून येतात. हे टाळण्यासाठी ज्या पदार्थांवर किण्वनप्रक्रिया घडवून आणावयाची तो पदार्थ एका विशिष्ट तापमानापर्यंत तापवून निर्जंतुक करावयाचा आणि मग योग्य अशा सूक्ष्मजीवांच्या

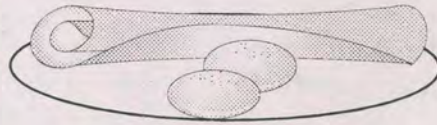
संवर्धनाने त्याला विरजण लावायचे अशा दोन नव्या तंत्रांचा विकास पाश्चर यांनी केला. सुमारे ८०° सेल्सियस इतक्या तापमानापर्यंत दूध तापविल्यास ते निर्जंतुक होते. अशा

प्रकारे पदार्थ निर्जंतुक करण्याच्या क्रियेला पाश्चरीकरण (Pasteurization) असे नाव देण्यात आले.

सूक्ष्मजंतूंचा व्यावहारिक व औद्योगिक उपयोग करण्याची शास्त्रशुद्ध पध्दती पाश्चर यांनी शोधून काढली, म्हणून लुई पाश्चर यांना आधुनिक जैवतंत्राचे जनक मानले जाते व त्यामुळेच आधुनिक जैवतंत्राची सुरुवात सुमारे १५० वर्षांपूर्वी झाली असे मानायला हरकत नसावी. या कालखंडाच्या सुरुवातीला सूक्ष्मजंतूंचा अभ्यास हा मुख्यतः किण्वनावर आधारित उद्योग आणि मानव-प्राणी-पिके यांचे आरोग्य या दोन विषयांना धरूनच केला जात असे, पण पुढे वनस्पती व प्राण्यांच्या

पेशींचे संवर्धन करण्याची पध्दती विकसित करण्यात आली आणि याही तंत्रांचा व्यावहारिक व औद्योगिक उपयोग होऊ शकतो, हे दाखविण्यात आले. त्यामुळे सध्या सूक्ष्म जीवांच्या उपयोगाबरोबरच पेशीसंवर्धन (cell culture) आणि ऊतिसंवर्धन (tissue culture) यांचाही जैवतंत्रातच समावेश केला जातो.

पारंपरिक जैवतंत्राच्या पध्दती फार सोप्या होत्या व त्यांची उद्दिष्टेही प्रामुख्याने मानवाच्या मूलभूत गरजा भागवणे ये वढचापुरतीच मर्यादित होती. मद्य, शिरका, वाख, शेणखत, दही, पाव



या वस्तू मानवाच्या दैनंदिन गरजेच्याच होत्या व त्या निर्माण करण्याची कृती आपल्या पूर्वजांनी विकसित केली यात आश्चर्य वाटण्याचे कारण नाही. परंतु खाद्यवस्तूंची पाचकता वाढवणे किंवा सहजी नाश पावणाऱ्या वस्तूंचा टिकारूपणा वाढवणे यासाठीही आपल्या पूर्वजांनी बऱ्याचवेळा जैवतांत्रिक पध्दतींचा वापर केला होता हे पाहून मात्र त्यांच्या कल्पकतेचे कौतुक वाटते.

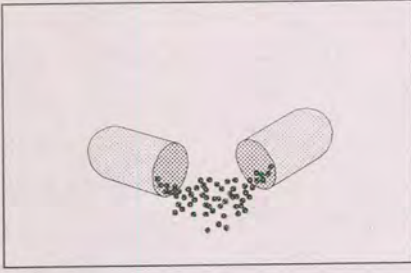
दक्षिण भारतात तांदूळ आणि उडीद यांचे मिश्रण आंबवून त्यापासून इडली, डोसे, मेदूवडे इत्यादी पदार्थ बनवितात. किण्वनाच्या क्रियेने या पदार्थांची पाचकता मूळ धान्यांच्या मानाने वाढलेली तर असतेच पण त्यातल्या

जीवाणू (bacteria) आणि किण्व (yeast) यांच्या चयनाने (metabolism) या पदार्थांमध्ये नवे अन्नघटकही निर्माण होतात. विशेषतः शाकाहारी अन्नत कमी प्रमाणात असणारी विशिष्ट अमिनो आम्ले आणि जीवाणू व किण्वांनी निर्माण केलेली जीवनसत्वे ही सुध्दा याप्रकारे आंबवलेल्या पिठात निर्माण होत असल्याने रोजच्या आहारात दूध व मांस यांची कमतरता असूनही

दक्षिण भारतीय लोक सक्षम व निरोगी राहू शकतात. केवळ गवत खाणारे गाई-म्हशींसारखे प्राणी आणि वाळलेले लाकूड खाऊन

जगणारी वाळवी यांच्याही बाबतीत असाच प्रकार घडतो. त्यांच्या उदरात असणाऱ्या सूक्ष्म जीवांकरवी या पदार्थांचे किण्वन होते व त्यामुळे या पदार्थांमध्ये मुळात नसणारी पण शरीराला आवश्यक असणारी अशी अनेक अन्नद्रव्ये त्यांना मिळतात.

किण्वनामुळे खाद्य पदार्थांचा टिकारूपणा वाढविण्याची उदाहरणे म्हणजे चीज, मद्य किंवा जर्मनीत पानकोबीपासून तयार करण्यात येणारा सावरक्राऊट (Sauerkraut) हा पदार्थ, याच सावरक्राऊटमुळे इंग्रजी भाषेत जर्मनांना 'क्राऊट्स' असे हेटाळणीवजा टोपणनाव पडले आहे. उन्हाळ्याच्या अखेरीस जेव्हा कोबी खूप मोठ्या प्रमाणावर



व स्वस्तात उपलब्ध होतो, तेव्हा हा पदार्थ बनवितात. यासाठी कच्चा कोबी कापून लाकडी पिंपात बंद केला जातो. त्यामध्ये निसर्गतः असणाऱ्या जीवाणूंच्या किण्वनाने मोठ्या प्रमाणात दुग्धाम्ल (lactic acid) उत्पन्न केले जाते. या वाढलेल्या आम्लतेमुळे कोबीचे इतर जीवाणूंपासून रक्षण होते व तो दीर्घकाळ टिकतो. या क्रियेत कोबीच्या पानातल्या नैसर्गिक साखरेचा थोड्या प्रमाणात न्हास होतो, पण पानांमधील प्रथिने व जीवनसत्त्वे यांची थोड्या प्रमाणात वाढच

होते. हिवाळ्यात जेव्हा ताज्या भाज्या व फळे मिळत नसत, अशा वेळी शरीराला आवश्यक अशी मौल्यवान जीवनसत्त्वे सावरक्राऊट्मधून मिळत. याच कारणासाठी जर्मन व डच जहाजांवर खलाशांना अन्न म्हणून सावरक्राऊट दिले जाई.

ऑस्ट्रिया, बव्हेरिया व स्वित्झर्लंड या देशांमधला बराच भूभाग आल्प्स पर्वताने व्यापलेला आहेत. हिवाळ्यात या पर्वतावर बर्फ असते पण उन्हाळ्यात ते वितळले की तेथे गवत उगवते. त्यामुळे बर्फ वितळले की गाई व शेळ्यांमध्यांना चरण्यासाठी डोंगरावर पाठवण्याची तेथे पध्दत आहे. उत्तुंग अशा पर्वतांवरून रोजच्या रोज दूध आणणे सोयीचे नसल्याने त्यांपासून तेथेच चीज हा टिकाऊ पदार्थ करण्याची पध्दती निघाली. या क्रियेत वापरल्या जाणाऱ्या सूक्ष्म जीवांच्या चयनासाठी दुधातील प्रामुख्याने दुग्धशर्करा

एखादा अन्नपदार्थ नासला, आंबला तर आपण तो टाकून देतो. पण या लेखात दिल्याप्रमाणे काही अन्नपदार्थ मुद्दाम आंबवूनच खाण्यायोग्य बनवले जातात, हे कसं काय ?

जेव्हा एखादा पदार्थ आपसूक आंबतो, तेव्हा त्यात कोणते जीवाणू वाढले असतील, कोणत्या जैवरासायनिक प्रक्रिया घडल्या असतील, कोणती आम्ले तयार झाली असतील, हे सांगणे अशक्य असते. त्यामुळे असा पदार्थ न खाता टाकून देणेच सुरक्षित. याउलट जेव्हा आपण एखादा पदार्थ हेतूपुरस्सर आंबवतो, तेव्हा ही क्रिया पूर्णतः आपल्या नियंत्रणाखाली घडत असते. तो पदार्थ बनवण्याच्या ठराविक पध्दतीमधून आपण त्यात विशिष्ट प्रक्रिया घडतील व विशिष्ट आम्ले तयार होतील याची काळजी (जाणता-अजाणता) घेतो, म्हणूनच तो पदार्थ खाण्यायोग्य बनतो.

(lactose) खर्ची पडते, पण दुधात नसणारी अनेक जीवनसत्त्वे त्यात निर्माण होतात.

फळांच्या रसापासून केलेले मद्य हेही थंड प्रदेशात ताज्या भाज्या व फळे यांच्या अभावाने हिवाळ्यात उत्पन्न होणारी जीवनसत्त्वांची कमतरता भरून काढावयास उपयोगी पडत असे. मद्यात असणाऱ्या अल्कोहोलमुळे त्याचे अन्य जीवाणूपासून रक्षण होते.

पारंपरिक जैवतंत्रात वापरल्या जाणाऱ्या पध्दती फार सोप्या होत्या, पण सूक्ष्म जीवांचा व पेशींचा अभ्यास जसजसा सखोल होत गेला, तशा नव्या व अधिक गुंतागुंतीच्या पध्दती प्रचारात आल्या. सर्व सूक्ष्म जीवांना त्यांच्या जातीनुसार विशिष्ट आधारद्रव्य (medium) लागते. प्रकाश ऊर्जेचा वापर करून आपले अन्न आपणच निर्माण करू शकणाऱ्या प्रकाशसंश्लेषक जीवाणू आणि शेवाळांना (algae) निव्वळ खनिज (mineral) क्षारांच्या आधारद्रव्यावर वाढवता येते. असे जीव वगळल्यास बाकी सर्व सूक्ष्मजीव आणि पेशींना आपल्या वाढीसाठी विशिष्ट सेंद्रीय (organic) पदार्थांवर अवलंबून रहावे लागते. याबाबतीत बहुसंख्य सूक्ष्मजीव फारसे चोखंदळ नसतात व त्यामुळे त्यांना काकवी, उकडलेले बटाटे किंवा मांसाचे सूप, अशा सामान्य आधारद्रव्यांवरही वाढवता येते, पण काहीना मात्र अगदी विशिष्ट असे आधारद्रव्यच लागते. याशिवाय आधारद्रव्याची तीव्रता (concentration), त्याची आम्लता (acidity), त्याच्या



रसाकर्षणाचा दाब (osmotic pressure), तापमान, संवर्धनाला होणारा प्राणवायूचा पुरवठा, इत्यादी घटकही तितकेच महत्त्वाचे असतात. त्यामुळे आधुनिक जैवतंत्रात सूक्ष्मजीवांच्या संवर्धनाला वरील सर्व घटक योग्य त्या प्रमाणात मिळावेत म्हणून खास अशा किण्वनपात्रांची (fermenter) योजना करावी लागते. तसेच किण्वनातून निर्माण होणाऱ्या विविध पदार्थांतून आपल्याला हवा असणारा पदार्थ शुद्ध स्वरूपात मिळविण्यासाठी पुन्हा त्यांवर विविध प्रक्रिया कराव्या लागतात. यासाठी रासायनिक अभियांत्रिकी (chemical engineering) व संगणकतंत्र (computer science) इत्यादी आधुनिक शास्त्रांचा उपयोग केला जातो.

एकेकाळी केवळ मद्य, चीज किंवा इडली-डोसे यांच्यापुरत्याच मर्यादित असलेल्या अशा या साध्या व आदिम जैवतंत्राने गेल्या २५-३० वर्षांमध्ये आश्चर्यकारक प्रगती केली

वनस्पतींच्या ऊतिसंवर्धनाचा शेतीसाठी वापर



प्रयोगशाळेतील उसाची रोपे

वनस्पतींचे गुणन करण्यासाठी ऊतिसंवर्धनाचा उपयोग होऊ शकतो, पण ऊतिसंवर्धनात कृत्रिम प्रकाश, वातानुकूलित व संपूर्णतया निर्जंतुक अशी प्रयोगशाळा, महागडी संप्रेरके व रसायने, आणि मोठ्या पगाराचे तंत्रज्ञ, यांची गरज भासत असल्याने ऊतिसंवर्धित वनस्पतींच्या निर्मितीची किंमत एकेका रोपाला ५ रु. च्या आसपास असते. शेतकऱ्यांना प्रतिहेक्टर हजारो रोपटी लागत असल्याने ही किंमत परवडत नाही. त्यामुळे थेट ऊतिसंवर्धनातून बाहेर पडलेली रोपटी शेतात लावणीसाठी वापरली जात नाहीत.

परंतु शेतीसाठी लागणाऱ्या प्रजातींची रोगमुक्त रोपे बनविण्यासाठी ऊतिसंवर्धनाचा चांगला उपयोग करता येतो. चित्रात दाखविलेली रोपे उसाची आहेत. उसाला मोझेक व्हायरसचा उपद्रव होतो व रोगट बियाण्यातून निर्माण होणाऱ्या पिकाचे उत्पन्न कमी येते. ऊतिसंवर्धनाचा वापर करून उसाचे रोगमुक्त असे मातृबेणे तयार केले जाते. ही रोपटी पुढे रोपवाटिकेत किंवा रोगमुक्त अशा पर्यावरणात वाढवून त्यांची दुसरी पिढी शेतकऱ्यांना परवडेल अशा भावात देता येते.

आहे. या तंत्राचा उपयोग करून आता लशी औषधे, प्रतिजैवके, संप्रेरके (hormones), विकर (enzymes), जीवनसत्त्वे, सुगंध, रंगद्रव्ये व अनेकविध रसायने बनविली जातात. आधुनिक जननशास्त्र आणि पेशीसंवर्धन यांचा वापर करून वनस्पती व प्राण्यांच्या नवीन जाती उत्पन्न करणे, रोगांचे निदान व उपाय करणे इत्यादी क्रियाही आता जैवतंत्राच्या साहाय्याने घडवून आणता येतात. याशिवाय वनस्पतींचे जलद गुणन (multiplication), शरीराबाहेर बीजांडाचे फलन करून त्याचे पुन्हा गर्भाशयात रोपण, उपद्रवी कीटकांचा व शेतातल्या तणांचा नायनाट, सांडपाणी शुध्द करणे, इंधनवायूची निर्मिती, अशुध्द खनिजांपासून शुध्द स्वरूपात धातूची खनिजे मिळविणे, प्रदूषण

नियंत्रण, कृत्रिम धाग्यांची निर्मिती, शेतातल्या पिकांना अधिक प्रमाणात नैट्रोजन व फॉस्फरस उपलब्ध करणे वगैरे अक्षरशः हजारो व्यावहारिक उपयोगी क्रिया आता जैवतंत्राद्वारे घडवून आणल्या जात आहेत, आणि त्यांच्यात दररोज नवनव्या उपयोगांची भरच पडत आहे.

जैवतंत्राचे वाढते महत्त्व ओळखून भारत सरकारने आपल्या विज्ञान व तंत्रज्ञान मंत्रालयाच्या अखत्यारीत जैवतंत्राचा विकास व त्यावर आधारित उद्योगांच्या व्यवस्थापन व नियमनाला मदत व्हावी म्हणून एक स्वतंत्र जैवतंत्र विभागच सुरू केला आहे. त्याचप्रमाणे जैवतंत्रावरील सैध्दांतिक व प्रायोगिक अभ्यासासाठी हैद्राबाद येथे 'सेंटर फॉर सेल्युलर अँड मॉलिक्युलर बायॉलाजी'



प्रयोगशाळेतील ऊसाची रोपे

या नावाची एक स्वतंत्र राष्ट्रीय प्रयोगशाळाही स्थापन करण्यात आली आहे. भारतात जर कुणाला जैवतंत्रावर आधारित उद्योग सुरू करावयाचा असेल, तर अशा उद्योजकाला भांडवल पुरविण्याचीही एक योजना शासनाने हाती घेतली आहे.

अर्थात याचा अर्थ जैवतंत्रावर आधारित उद्योग अजून भारतात सुरूच झालेले नाहीत असे मात्र नव्हे. साखर धंद्यात मिळणाऱ्या काकवीपासून मद्यार्क करणारे शेकडो कारखाने भारतात चालू आहेत.

याशिवाय दुधापासून चीज व श्रीखंड बनविणे, कातडी कमावणे, चहा, कॉफी व कोको निर्माण करणे, शेण, भाजीपाल्याचा कचरा इ.

टाकाऊ पदार्थापासून खत व इंधनवायूची निर्मिती करणे हे किण्वनावर आधारित उद्योग पूर्वापार चालत आले आहेतच, पण ज्याला आधुनिक जैवतंत्र म्हणता येईल असेही अनेक उद्योग आता भारतात चालविले जात आहेत. उदा. प्रतिजैवक औषधे बनविणे. या आधुनिक उद्योगाची सुरुवात पुण्याजवळच्या पिंपरी या औद्योगिक वसाहतीत सन १९५४ साली उभारण्यात आलेल्या हिंदुस्तान अँटिबायोटिकच्या पेनिसिलीन कारखान्याने झाली. सुरुवातीच्या काळात या कारखान्याने प्रतिजैवकांच्या क्षेत्रात मोठी प्रगती केली व सन १९६२ मध्ये स्ट्रेप्टोमायसीन, सन १९६८ मध्ये हामायसीन आणि सन १९७०-७१ मध्ये



निओमायसीन या प्रतिजैवकांची त्यात भर पडली.

ही तिन्ही प्रतिजैवके स्ट्रेप्टोमायसीज गटातल्या बुरश्यांपासून मिळत असून त्यात अभिमानाची गोष्ट अशी, की हामायसीन या प्रतिजैवकाचा शोध व विकास या कारखान्याच्या शास्त्रज्ञांनी केला होता.

भारतात मूळ धरलेला आणखी एक जैवतंत्रावर आधारित उद्योग म्हणजे वनस्पतींचे ऊतिसंवर्धन. या तंत्राचे उपयोग जरी अनेक असले तरी त्याचा व्यापारी व औद्योगिक प्रमाणावर होणारा मुख्य उपयोग म्हणजे वनस्पतींचे गुणन करणे हा आहे. सध्या जरी या तंत्राने मुख्यतः शोभेच्या वनस्पतींचे गुणन

केले जात असले तरी शेती व बागायतीला लागणाऱ्या तसेच औषधी वनस्पतींचेही मोठ्या प्रमाणात गुणन करण्यासाठी आता या तंत्राचा वापर होऊ लागला आहे.

रोगप्रतिबंधक लर्शीची निर्मिती हाही जैवतंत्राचाच भाग आहे व यावर आधारित उद्योगही भारतात सुमारे ७५ वर्षापूर्वीपासून अस्तित्वात आहेत.



लेखक : आ. दि. कर्वे, 'अॅप्रोप्रिएट रूरल टेक्नॉलॉजी इन्स्टिट्यूट'चे अध्यक्ष, प्रसिध्द शेतीतज्ञ व विज्ञान लेखक.

ध्वनी

लेखक : नागेश मोने

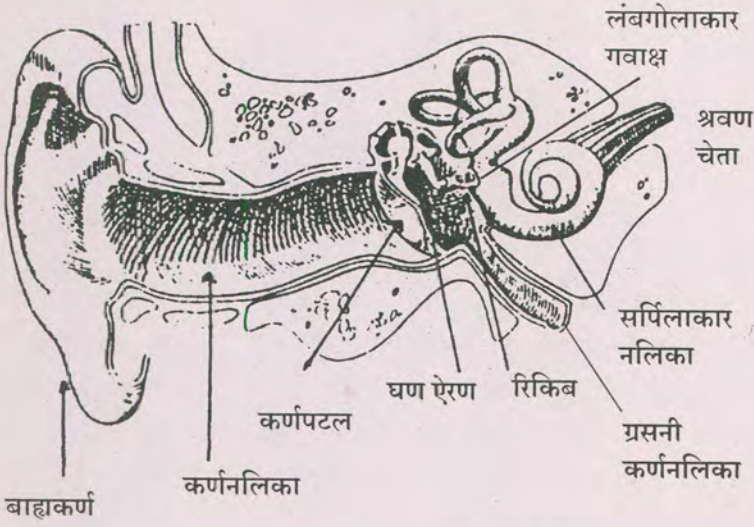
आपल्याला जर कानच नसते तर ध्वनीलहरींच्या गुंतागुंतीच्या रचनेला काही अर्थच उरला नसता. ध्वनीलहरींमुळे हवेतील सूक्ष्म दाबांची जाणीव कानाला होते, ती जाणीव मेंदूकडे पाठविली जाते व त्या जाणीवेचा अर्थ लावला जातो. आपण संगीत ऐकतो आहोत का मित्राची आरोळी कानावर पडते आहे याचा उलगडा होतो. मिरवणुकीत जयजयकार होतो आहे का भांडणाचा ध्वनी ऐकू येतो आहे याची तत्क्षणी जाणीव होते. कान काय काय करू शकतो ते वैज्ञानिकांनी शोधले आहे पण हे सारे इतके व्यवस्थित कसे घडते याबाबतीत निश्चित मते देताना वैज्ञानिक सावध आहेत!

कान हे अत्यंत वैशिष्ट्यपूर्ण पण दुर्लक्षित असे यंत्र आहे. जैविक अभियांत्रिकीला सलाम ठोकावा इतके कार्यक्षम. लहानात लहान, उपयुक्त साधन आहे हे. संवादाचे माध्यम भाषा असते आणि या भाषेची जाणीव कानाने होते इतके म्हटले तरी पुरेसे आहे. 'ऐकण्याचे महत्त्व' जन्मजात बहिऱ्यांकडे पाहिले की प्रकर्षाने जाणवते. एकूण ध्वनीमधील नको असणारा ध्वनी वगळून हवे ते ऐकण्याचे सामर्थ्य या कानाकडे आहे म्हणून



टोपोफोन

दाट धुक्यामधून दुसऱ्या जहाजाचा भोंगा नक्की कुठून येतो हे समजण्यासाठी साधन. धातूच्या दोन अर्धगोलांनी ध्वनीलहरी गोळा करून त्या कुठून येतात हे शोधता येते.



गर्दीच्या ठिकाणी गोंगाटातही आपण संभाषण करू शकतो. कुजबुजीपेक्षाही कमी तीव्रतेचा ध्वनी आपण ऐकू शकतो अन् तीव्रतर गडगडाटापेक्षा अधिक ध्वनी सोसू शकतो. वेगवेगळ्या शब्दोच्चारांचे वारंवारता वितरण व त्या ध्वनींचे विशिष्ट तरंगाकार मेंदूत साठवले जातात अन् तुलना करून तात्काळ आपण प्रतिसाद देत असतो. वाद्यवृंदांमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या वाद्यांचा ध्वनी म्हणूनच आपण स्वतंत्ररित्या ओळखू शकतो. पण तरीही अनेकदा - कानावर पडणारा ध्वनी नक्की कुठून येतो आहे, असा संभ्रम आपल्याला होतोच ना ?

घरंगळत जाणारे नाणे आपण ध्वनीच्या आधारे बरोबर शोधतो. गाडीच्या आवाजावरून गाडी किती दूर आहे याचा

आपण अंदाजही करित असतो. पण हे सारे घडते याचे कारण आपल्याला दोन कान आहेत हे आहे. यासाठी तुम्ही व तुमचा मित्र एक प्रयोग करू शकता.

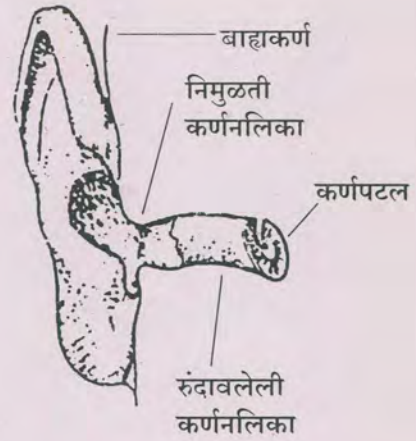
कापसाच्या बोळ्याने तुमच्या मित्राचा एक कान बंद करा. त्याच्या डोळ्याला पट्टी बांधा. खोलीत ठेवलेले टिकटिक करणारे घड्याळ त्याला शोधावयास सांगा. त्याच्या अडखळत चालणाऱ्या प्रयत्नांवरून ध्वनी-उद्गम शोधण्याची धडपड कोणत्या दिशेने चाललेली आहे व आपण दोन कानांवर किती अवलंबून असतो ते तुम्हाला कळेल. दोन कानांचे कार्य एकोणिसाव्या शतकाच्या उत्तरार्धापर्यंत ठाऊक नव्हते.

कुणा वैज्ञानिकांच्या मते एक कान, दुसऱ्या कानाला दुखापत वा इजा झाल्यास पर्याय

म्हणून आहे, तर कुणाच्या मते विकसित झालेल्या प्राण्यांमधील द्विपार्श्वसममितीमुळे हे असावे. अर्धसत्य व गैरसमजुती यांनीही इतिहासात मोलाचे स्थान व मानाचे पान प्राप्त केले आहे! पण त्रिमितीय जगात ध्वनी उद्गम शोधून वस्तूचे स्थान निश्चित करण्यासाठी दोन कान आहेत हे हरमान् हेल्महोल्ट्झ या प्रज्ञावंताच्या लक्षात आले. आंधळ्यांच्या वर्तनातून व एका कानात दोष असणाऱ्यांच्या हालचालींमधून याचा बोध झाला. बोलण्यासाठी एक जीभ व बोलण्यापेक्षा दुप्पट ऐकण्यासाठी दोन कान निसर्गाने आपल्याला दिले आहेत असे झेनो या विचारवंताने म्हटले आहे.

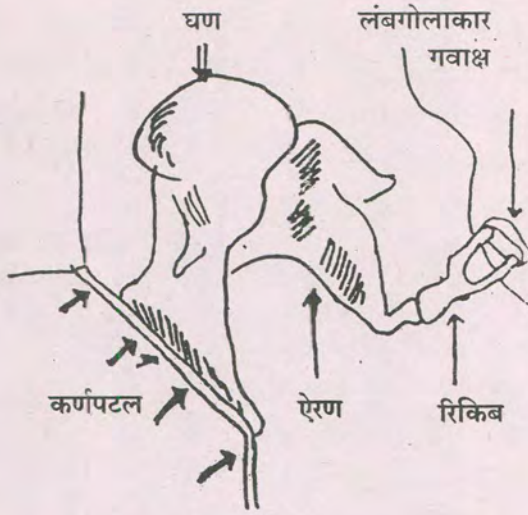
आपल्याला दिसणारा कान म्हणजे बाह्यकर्ण आहे. ध्वनीलहरी एकत्र करण्याचे काम त्याच्याकडे. कानाचे कार्य अखंड सुरू असते. झोपेतही तो कार्यरत असतो. कानाचा आकारही असा बनविला आहे की, ध्वनीलहरी सहजगत्या गोळा व्हाव्यात. बाह्यकर्ण, मध्यकर्ण व अंतःकर्ण असे याचे तीन विभाग. मध्यकर्णात कर्णनलिका, कर्णपटल आहेत तर ग्रसनिकर्णनलिका मध्यकर्णाला व घशाला आतून जोडते. अंतःकर्णाला संवेदना पोहोचविण्यासाठी घण, ऐरण व रिकिब आहेत. रिकिब अस्थिंचे टोक जिथे टेकते ते लंबगोलाकार गवाक्ष व रिकिबीच्या टोकाला म्हणतात कडी.

कर्णपटलाला कंपित करणाऱ्या ध्वनीलहरी



च्या नलिकेतून जातात ती नलिका म्हणजे कर्णनलिका. ही बाहेरील बाजूस निमुळती तर आतील बाजूस रुंद झालेली असते. आत जाणाऱ्या हवेचा दाब अनुस्पंदनाने वाढविण्याची योजना यात दडली आहे.

बाह्यकर्णाने गोळा केलेल्या ध्वनीलहरी कर्णनलिकेतून कर्णपटलावर आदळतात. प्रचंड आवाजानेही कर्णपटलाची अगदी सूक्ष्म हालचाल होत असते. कर्णपटलाशेजारी असणारे स्नायू पटलाला ताण देण्यासाठी सदैव सज्ज असतात. मोठ्या आवाजाने कर्णपटलास इजा पोहोचू नये म्हणून कर्णपटलास ताण दिला जातो. परिणामी त्याची कंपने कमी होतात व तीव्र आवाजापासून होणाऱ्या नुकसानीची तीव्रता कमीत कमी केली जाते. अर्थात स्नायूंकडून केले जाणारे हे कार्य व्हायला काही कालावधी लागतोच. त्यामुळे क्षणार्धात घडून येणाऱ्या

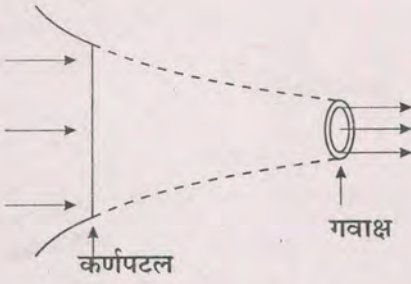


बाँबस्फोटांनी कर्णपटलास कायमची इजा पोहोचू शकते.

कर्णपटलाचे आणखी एक वैशिष्ट्य आहे. स्वतःची संवेदनशीलता ते टिकवून ठेवते. स्वतःची कार्यक्षमता टिकवून ध्वनी-लहरींमार्फत आलेला हवेतील सूक्ष्मातिसूक्ष्म दाब मेंदूकडे पोहोचविण्याचे त्याचे कार्य इमाने इतबारे चालू राहते. जगातील कोणत्याही वायुभारमापीपक्षा अत्यंत संवेदनशील असे हे पटल आहे. घराच्या माडीवर गेल्यास म्हणजे १०-१२ फूट उंचीवर गेल्यास वायुभारमापीच्या साहाय्याने आपण हवेच्या दाबातील फरक समजू शकतो. फार कमी उंचीवर हवादाबमापी सामान्यतः अचूक निर्णय देत नाहीत, पण एका सेंटीमीटरचा १२०० वा हिस्सा जितक्या लांबीचा तितक्या उंचीवरही हवेच्या दाबातील फरक जाणवणारा आपला नैसर्गिक वायुभारमापी म्हणजे

कर्णपटल आहे.

कर्णपटलाला आतील बाजूस तीन लहान हाडांची संयुक्त यंत्रणा जोडलेली असते. घण, ऐरण व रिक्बिब अशी यांची वैशिष्ट्यपूर्ण नावे आहेत. त्यांचे आकार वैशिष्ट्यपूर्ण, म्हणून नावेही वैशिष्ट्यपूर्ण. ज्या तऱ्हेने हे तीनही भाग जोडलेले असतात ती रचना अत्यंत योजनाबद्ध व उपयुक्त अशी आहे. ध्वनीलहरींचे प्रवर्धन होण्याच्या दृष्टीने त्यांचा उपयोग हा अत्यंत चातुर्याने करण्याचे निसर्गाचे कौशल्य अचंबित करणारे आहे. अर्थात अत्यंत दुर्बल ध्वनीलहरींचे प्रवर्धन होणार नाही अशीही योजकता निसर्गाने यात दाखविली आहे. अन्यथा शरीरांतर्गत इंद्रियांच्या अंतर्गत हालचालींचा आवाजही सतत ऐकू आला असता. या तिन्ही अस्थिंच्या कार्यात थोडाफार फेरफार करून स्वतःचे अस्तित्व सिद्ध करणारे स्नायू मध्यकर्णात



आहेत. या स्नायूंच्या साहाय्याने या रचनेत तात्पुरता बदल करून बाहेरून अधिक दाबाने आलेल्या ध्वनीलहरींचे कमी दाबाने अंतःकर्णाला प्रेषण होत राहते व कायमचे नुकसान टाळण्याचा प्रयत्न होतो. रिकिबीची कडी जिथे जोडलेली असते त्या अंतःकर्णातील (शंखाकार अथवा सर्पिलाकार) नळीच्या छिद्राला लंबगोलाकार गवाक्ष असे म्हणतात. कर्णपटलाचा आकार या गवाक्षाच्या सामान्यतः २० पट मोठा असतो. कर्णपटलाच्या तुलनेत गवाक्षाचे क्षेत्रफळ कमी असते. त्यामुळे कर्णपटलाकडून गवाक्षाकडे संक्रमित झालेल्या बलामुळे गवाक्षावर कर्णपटलाच्या तुलनेत जास्त दाब पडतो, आणि आवाजाचे प्रवर्धन होते.

कानाच्या पडद्यावर आदळणाऱ्या ध्वनीलहरींनी उत्पन्न केलेला दाब नगण्य असल्याने त्याच्या प्रवर्धनाची गरज असते. जसजसे अस्थिंचे क्षेत्रफळ कमी होत जाते, तसे प्रत्येक टप्प्यात होणारे त्यांचे वर्धन अंतिमतः परिणामाच्या दृष्टीने मोठे ठरते. एकूणतः दाब ९० ते १०० पटींनी वाढविला जातो. रिकिबीच्या अस्थिच्या कडीजवळ

म्हणजे लंबगोलाकार गवाक्षाजवळ हे घडते. $\text{भार} \times \text{भारभुजा} = \text{बल} \times \text{बलभुजा}$ या साध्या तराजूच्या तत्त्वाचा निसर्गाने इथे केलेला अभिनव वापर ऐकण्याच्या प्रक्रियेत किती उपकारक ठरला आहे. म्हणजे बाह्यकर्ण अन् मध्यकर्णाने व्यापलेल्या ४ सें.मी. जागेत अनुस्पंदन, तरफेचे तत्त्व तसेच दाब व क्षेत्रफळातील संबंधाचे सूत्र या भौतिकशास्त्रातील महत्त्वाच्या तत्त्वाचा वापर झाला आहे. हवेतून आलेल्या ध्वनीलहरी अस्थिमधून जातात तर पुढे शंखाकार वा सर्पिलाकार नलिकेच्या आत असणाऱ्या द्रवातूनही संक्रमित होतात. शिवाय घसा व मध्यकर्ण यांना जोडणारी ग्रसनी कर्ण नलिकाही यात सहभागी होतेच. 'विना सहकार नही उध्दार' हे शरीरांतर्गत चालणाऱ्या घडामोडींनी शिकवावे!

ग्लायडरने उड्डाण करणाऱ्या व्यक्तींना कानात दडे बसल्याचा अनुभव येतो. आता विमाने अत्याधुनिक बनली आहेत, पण वीस-पंचवीस वर्षांपूर्वी विमानाने प्रवास करणाऱ्या प्रवाशांना कानात दडे बसल्याचा अनुभव नित्याचा होता. फायरिंग करणाऱ्या जवानांच्या चित्रात त्यांचे उघडे तोंड तुमच्या चाणाक्ष निरीक्षणातून सुटले नसणार!



मध्यकर्णातील व बाहेरील हवेचा दाब यातील समस्थिती राहण्यासाठी निसर्गाने एक सोय ठेवली आहे. जसजसे वरच्या दिशेने जाऊ तसतसे हवा विरळ होत असल्याने दाब कमी होतो. जमिनीवर हवेचा दाब सर्वाधिक असतो. त्यामुळे विमान एकदम वर जाताना बाहेरच्या हवेचा दाब कमी पण मध्यकर्णातील हवेचा दाब मात्र जास्त अशी स्थिती होते. त्यामुळे कर्णपटल बाहेरच्या बाजूने फुगते / ताणले जाते; आपल्याला वाटते दडे बसले म्हणून. तोंड उघडून काहीतरी गिळल्यासारखे केले की दाबाची समस्थिती येते कारण मध्यकर्ण ग्रसनी कर्णनलिकेमार्फत घशाला जोडलेला असतो. सैनिकांबाबतही तीच परिस्थिती उत्पन्न होते. अर्थात या नलिकेचा जसा फायदा आहे, तसाच तोटा. घशातील जंतुसंसर्ग याच नलिकेमार्फत कानाकडे जाऊ शकतो व कान दुखू शकतो.



सर्पिलाकार नळीत असणाऱ्या द्रवाला लंबगोलाकार गवाक्षामार्फत आवेग पोहोचतो व पास्कलच्या नियमाप्रमाणे संपूर्ण द्रवात तो आवेग समप्रमाणात पारेषित होतो. त्याला जोडलेल्या श्रवणचेतांमार्फत मेंदूच्या श्रवणकेंद्राकडे तो आवेग पोहोचता होतो. या आवेगाच्या विश्लेषणाने व पूर्वानुभवाच्या आधारे मेंदू अर्थ लावतो. हास्य अन् करूणा अशा भावना वेळप्रसंगी उद्दिपित होतात

अथवा वाणी व हालचालींवाटे 'ध्वनीलहरींच्या कृतीला' आपण प्रतिसाद देतो.

मनुष्याचे श्रवणेंद्रिय अशा तऱ्हेने कार्य करते की दोन ध्वनींच्या तीव्रतांची तुलना त्या तीव्रतांच्या गुणोत्तरांनी लक्षात घेतली जाते. तीव्रतेच्या पातळीला बेल या एककात मोजतात. दूरध्वनीचा संशोधक ॲलेक्झांडर बेल याच्या सन्मानार्थ हे एकक वापरले जाते. प्रत्यक्षात हे एकक मोठे असल्याने त्याचा

दहावा हिस्सा म्हणजे डेसिबेल या एककाचा वापर केला जातो. एखाद्या ठिकाणी एका सेकंदाला एकक क्षेत्रफळातून लंब दिशेने जाणारी ध्वनीऊर्जा म्हणजे ध्वनीची तीव्रता होय. मनुष्याचे श्रवणेंद्रिय १ डेसिबेल फरकाच्या दोन ध्वनींमध्ये भेद करू शकते. या एककाबद्दल अधिक माहिती 'शैक्षणिक

संदर्भच्या अंक ५' मध्ये आपण वाचली असेल.

हवेतून जाणाऱ्या ध्वनीलहरींमधील ऊर्जा काही काळाने संपुष्टात येते हे खूप उपकारक आहे. अन्यथा पूर्वीच्या सर्व आवाजांनी व आत्ता निर्माण होणाऱ्या सर्व आवाजांनी कोलाहल उत्पन्न झाला असता. चमचाभर साखर टेबलावर पसरविली तर त्या स्फटिकांचा टेबलावर पडणारा दाब जितका असेल त्यापेक्षा खूप कमी दाब कर्णपटलावर पडूनही कर्णमधुर संगीताने माणसे आनंदित

होतात, तर दुसऱ्याच्या आक्रोशाने दुःखी होतात हे किती विशेष आहे! ऐकण्यापेक्षा पाहण्याच्या वृत्तीचा विकास हा उत्क्रांतीचा विशेष हे निश्चित आहे. पण झोपेत अवास्तव व अतिरंजित स्वप्ने पाहणाऱ्याला वास्तवात आणण्यासाठी मारलेली हाक स्वीकारण्यासाठी कान सदैव दक्ष असतात. वाद्यवृंदाच्या कार्यक्रमात वाद्यांना व वादकांना पाहण्याच्या नादात वादन ऐकण्याचे राहूनच जाते, म्हणून कानसेन बनणारे महाभाग अंधारात संगीत ऐकतात! ऐकायला कमी येऊ लागले की ऐकायचे राहून गेले असे वाटू लागते; असे होऊ नये असे वाटत असेल तर

ऐकण्याचे यंत्र नीट ठेवूयात. विज्ञानाने शोधलेली ऐकण्याची साधने निश्चितच चांगली आहेत पण निसर्गाने दिलेले साधन अधिक आश्चर्यजनक व मोलाचे आहे. सुसंस्कृत मानवाने ध्वनीच्या गुणधर्मांच्या अभ्यासातून निर्माण केलेले संगीत तनामनाला आनंद देणारे आहे हे लक्षात असू द्या. हा ध्वनी साठवून ठेवतात कसा ते पुढच्या वेळी पाहूयात.



लेखक : नागेश मोने

द्रविड हायस्कूल, वाई येथे शिक्षक
विज्ञान वाचनालय चालवतात

अंक ७ - ८ - ८ मध्ये काय वाचाल ?

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

ऑक्टोबर - नोव्हेंबर २००० : काट्यांचे घरकुल ● उकल एका प्राचीन लिपीची
● मिळून सारेजण ● हवेचा दाब ● सुरकतलेल्या 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'

तुम्ही ही पुस्तके पाहिलीत का ?

दानी पेड़

प्रस्तुति : अरविंद गुप्ता



आखिरी पत्ता

ओ. हेनरी



बच्चे कैसे बनते हैं ?

एंड्रू एंड्री और स्टीवन शैप



भारत ग्यान विग्यान समिती, नवी दिल्ली या संस्थेने बाल पुस्तकमाला या नावाने पन्नास एक छोटी छोटी हिंदी पुस्तके मुलांसाठी प्रसिध्द केली आहेत. सोप्या हिंदीमध्ये, सुरेख चित्रांसह, अगदी कमी किंमतीत, (प्रत्येकी रु. ८/-) ही पुस्तके उपलब्ध आहेत. काही इंग्रजी पुस्तकांचा अनुवाद, जगप्रसिध्द व्यक्तींची चरित्रे आणि छानशा गोष्टी यामधे वाचायला मिळतात. हिंदी भाषेतील अवांतर वाचन वाढवावं किंवा हिंदी भाषेची गोडी लावावी यासाठी सुध्दा ही पुस्तकं अतिशय उपयुक्त ठरतील.

याच मालेतील एक पुस्तक - फुगोका दिन. जेम्स स्मिथ यांच्या पुस्तकाचे संक्षिप्त हिंदी रूपांतर श्री. अरविंद गुप्ता यांनी केले आहे. या पुस्तिकेचे मराठी रूपांतर केले आहे संजीवनी कुलकर्णी यांनी - फुग्याचा दिवस या नावाने.

श्री. अरविंद गुप्ता

विज्ञान शिक्षणाच्या क्षेत्रात गेली अनेक वर्षे काम करतात. विज्ञानातील तत्त्वे सोपी करून सांगण्यासाठी त्यावर आधारलेली खेळणी तयार करणे आणि ती खेळायला देणे फार प्रभावी ठरते. अशी खेळणी तयार करण्याबद्दल गुप्ता यांची अनेक पुस्तके प्रसिध्द आहेत.

संजीवनी कुलकर्णी

होमिओपॅथी तज्ज्ञ आहेत. पालक-नीती मासिकाच्या संस्थापक, अक्षरनंदन शाळेच्या उभारणीमध्ये सहभाग, प्रयास संस्थेमार्फत एच्.आय.व्ही. आणि आरोग्यक्षेत्रात संशोधन.

फुग्याचा दिवस

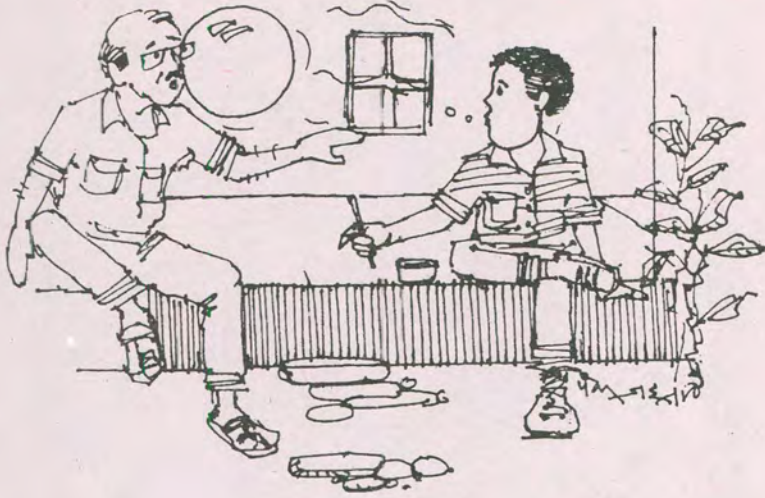


मूळ लेखक : जेम्स ए स्मिथ • हिंदी रूपांतर : अरविंद गुप्ता
अनुवाद : संजीवनी कुलकर्णी

स्लीपी हॉलो नावाचं एक गाव आहे. त्या गावात होमर नावाचा एक मुलगा रहात असे. स्लीपी हॉलो गाव डोंगराळ भागात होतं. डोंगराच्या वरती एक जुनाट मोठ्ठं घर होतं. होमर आणि त्याचे हेन्रीकाका या घरात रहात असत.

डोंगराच्या पायथ्याला हेन्रीकाकाचं छोटसं

शेत होतं. होमर दिवसभर हेन्रीकाकांबरोबर शेतात काम करायचा. सकाळी लवकर उठून दोगंजण शेतात जात. दिवसभर काम करून घरी परतत. घरी आल्यावर हेन्रीकाका स्वयंपाक करत. होमर त्यांना मदत करायचा, मदत करताकरता होमर हेन्रीकाकांना खूप प्रश्न विचारायचा. काही सोप्या प्रश्नांची उत्तरं



हेन्नीकाकांना येत, पण बऱ्याच प्रश्नांना उत्तर काय द्यावं हेच त्यांना सुचत नसे. “अंघोळ करताना साबण का लावायचा ?” “साबणाचा फेस पांढरा का असतो ?” “फेसात छोटे छोटे बुडबुडे का येतात ?” “बुडबुड्यांत हवा कशी भरतात ?” हेन्नीकाका वैतागून ओरडत, मग होमर तेथून धूम पळून जाई.

दोघांचं जेवण झालं की दोघांजणं व्हरांड्यात येऊन बसत. हेन्नीकाकांनी एकदा होमरला साबणाचे फुगे करायला शिकवलं. हा खेळ होमरला खूप आवडला. त्यानंतर व्हरांड्यात बसलं की होमर फुगे करायला लागायचा. होमर इतके खास फुगे करायचा, मोठेच्या मोठे आणि लवकर न फुटणारे.

साध्या साबणानं इतके मोठे फुगे होतच

नाहीत. मग होमरनं त्यासाठी खास मिश्रण तयार केलं होतं. लिक्विड सोपचं असतं ना, तसं. या मिश्रणानं मोठाले फुगे बनायचे. पण तेवढ्यावरही होमरचं समाधान व्हायचं नाही. तो एक वैज्ञानिक होता ना, तो या मिश्रणात वेगवेगळ्या गोष्टी मिसळायचा, आणि मोठेच्या मोठे न फुटणारे फुगे बनवायचा प्रयत्न करत रहायचा. होमर सारखा या प्रयोगांमध्ये रमलेला असायचा. साबण आणि पाण्याचं मिश्रण घेऊन त्यांत डिंक घालून बघितला. डिंकानं ते मिश्रण फारच दाट झालं, मग त्यात रॉकेल ओतून त्यानं ते जरा पातळ केलं, आणि मग त्याचे फुगे बनवले. आधीच्या फुग्यांपेक्षा हे फुगे मस्तच बनले होते.

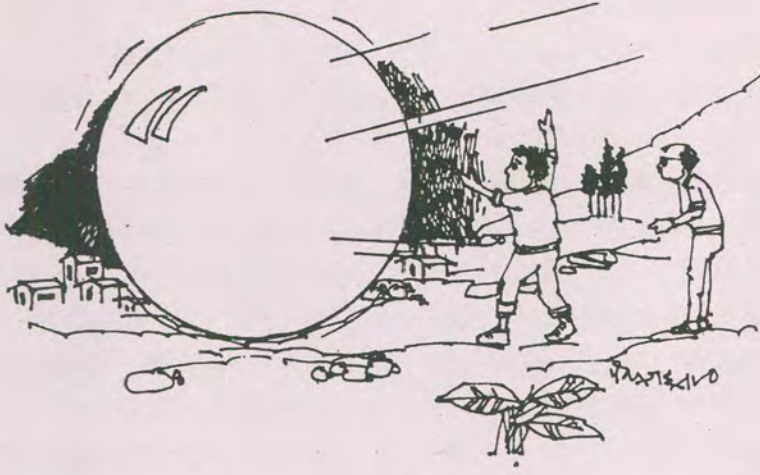
एका रात्री त्यानं मिश्रणात साबण पावडर टाकून बघितली. तीन फूट लांब फुगा झाला

त्याचा आणि पाच मिनिटं फुटला पण नाही. शेवटी हेन्रीकाकांच्या टोकदार नाकावर आपटून फुटून गेला. यानंतर होमरचा उत्साह वाढला. त्यानं विचार केला की या मिश्रणात जर शांपू घातला तर कदाचित आणखी चांगले फुगे होतील. तोही प्रयोग झाला. खरोखरच मोठे गोलमटोल फुगे तयार झाले. होमरला आता आणखी नव्या गोष्टी मिश्रणात घालून फुगे करायचं वेडच लागलं. रबर सोल्यूशन बाजारात मिळतं, ते आणून घातलं. साखरेचा पाक करून तो घातला. फुगे आता मोठमोठे आणि बराच वेळ रहाणारे झाले होते. का कोण जाणे, पण हे सगळे फुगे हेन्रीकाकांनाच जाऊन आपटायचे आणि फुटायचे. असं झालं की हेन्रीकाका म्हणायचे, 'होमर, या फुग्यांमुळे

तू एक दिवस अडचणीत येणारेस हं, हे एवढाले फुगे, आणि फुट म्हणता फुटतही नाहीत, हे काही साधंसुधं प्रकरण दिसत नाही मला.'

पण होमर पडला वैज्ञानिक. हे असलं बोलणं तो हळूच कानामागे टाके. त्याला वेळच कुठे होता त्यासाठी. तो आपला मिळेल तेवढा वेळ हल्ली या फुग्यांच्या प्रयोगांतच रमलेला असायचा. एक दिवस असंच जेवणंखावणं झाली. हेन्रीकाका आणि होमर व्हरांड्यात येऊन बसले. आज होमरनी कोण जाणे काय काय घातलं होतं त्या मिश्रणात. रस्त्याच्या कडेचं डांबर उचलताना हेन्रीकाकांनी पाहिलं होतं. डांबर कशाला रे घेतोयस, असा प्रश्न मनात येऊनही त्यांनी





विचारला नव्हता. उत्तर त्यांनाही माहीतच होतं. हेन्रीकाकांनी नेहमीसारखीच दाढी खाजवली आणि मान हलवत ते म्हणाले. 'होमर, या फुग्यांमुळं तू एक दिवस गोत्यात येणार. फुगे हे एवढे मोठे होतायत, आणि फुटायचं नाव नाही, हे काही साधंसुधं प्रकरण दिसत नाही रे बाबा मला.'

होमरनी त्यांच्याकडे वळून बघितलं सुद्धा नाही. त्यानं मिश्रण कालवलं, मग घरात जाऊन फुगे बनवण्याची नळी आणली. नळीनं मस्त फुगे होतात. मग त्यानं मिश्रणात नळी बुडवून घेतली आणि फुगा फुगवायला त्यात फुंक मारली. जोरात फुंकावं लागलं. त्याचे दोन्ही गाल लालेलाल झाले. पण त्याला त्याचं काहीच वाटलं नाही. फुगा फुगत चालला होता. होमर जोरात नाकानं श्वास घ्यायचा, आणि नळीतून फुंकायचा. फुगा फुगत-फुगत-फुगत चालला. आजवर एवढा

मोठ्ठा फुगा होमरला कधीच जमला नव्हता. पण हा फुगा थांबायला तयारच नव्हता. होमर फुंकत होता. फुगा फुगतच होता. होमरला आता आजूबाजूचं काही दिसतच नव्हतं. फक्त फुगा फुगणारा...फुगा.

डोंगराखालचं गाव दिसेना, रस्ता, मैदान दिसेना, एवढेच काय हेन्रीकाकाही दिसेनासे झाले. हा पण हेन्रीकाकांचे शब्द मात्र त्याच्या कानात घुमत होते. "होमर तू बघच. नाही एक दिवस या फुग्यांनी तुला अडचणीत आणलं तर.. अरे हे साधंसुधं प्रकरण दिसत नाही मला."

हळूहळू हे आवाजही होमरला ऐकू येईनात. फुगा तर इतका मोठा झाला होता की पार जमिनीला जाऊन भिडला होता. जमिनीला लागून फुटेल ह्या भीतीनं होमर जरा चिंतेत पडला खरा पण एकीकडे तो फुंकतच राहिला. फुगा फुगतच राहिला.

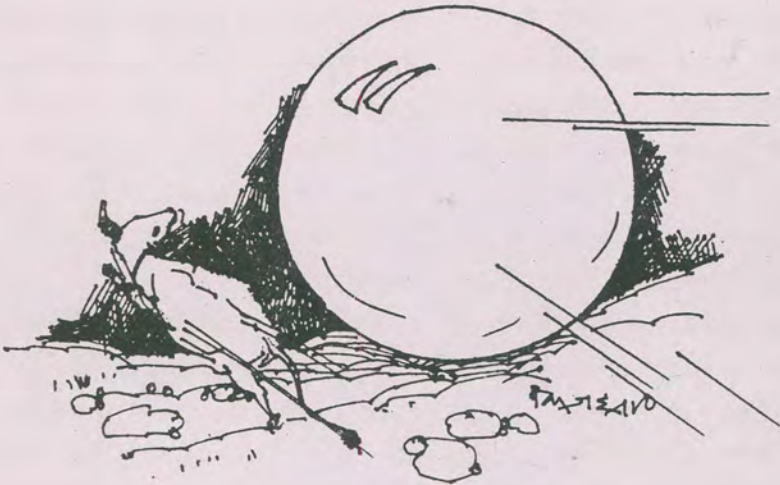
मोठा...मोठा...खूप मोठा होत गेला. होमर आता कठड्याच्या कडेला आला. म्हणजे फुग्याला अडकवायला पुरेशी जागा तरी मिळावी. दहा फूट उंच आणि रुंद फुगा. तेरा फूट, चौदा फूट,.... होमरच्या कानात अचानक हेन्रीकाकांचे शब्द घुमले... "बाप रे!"

होमरही दचकला. त्याचक्षणी त्याच्या तोंडातल्या नळीपासून फुगा सुटला. क्षणभर थरथरला, पण फुटला मात्र नाही. फुटण्याऐवजी तो चाकासारखा गोल धरंगळू लागला. सुरवातीला तो हळूहळू फिरत होता. पण डोंगराच्या उतरणीवर त्याला वेग आला.

हेन्रीकाका आता दचकून उभे राहिले. समोरचं दृश्य त्यांना घाबरवणारंच होतं, न कळून ते म्हणाले, "होमर, मी तुला हजार वेळा

सांगतोय... एक दिवस या फुग्यामुळे तू...."

दगडाच्या वरवंडीशी काळी गाय चरत उभी होती. फुगा तिच्याच दिशेनं येताना बघून ती क्षणभर दचकली, आणि हंबरली. हम्माऽऽ! एवढ्यात फुगा तिच्यावर आपटला. होमर वरून बघतोय, त्याला वाटलं आता फुगा फुटणार. पण कसलं काय ? फुगा इतका चिकट होता, की काळी गाय आखवी त्यांत लपेटली गेली. काळ्या गायीसह फुगा उतारावर पुढे निघाला. हेन्रीकाकांना अंडी पोचवायला टॉम नावाचं एक किरटं पोरगं यायचं. हातात अंडी तोलत तो येत होता, की समोर फुग्गा! "मेलोऽऽ" असं ओरडला ते कुणाला कळायच्या आत, फुग्यानं त्याला लपेटून घेतलं. डोंगराच्या उतारावरून सरसर उतरत फुगा निघाला ते पायथ्याच्या स्लीपी



हॉलो गावाच्या दिशेनी. टॉमच्या मागंमागं करणारी त्याची सुंदरी-त्यांची मनीमाऊ-सुंदरीही टॉमच्या मागे म्यावम्याव करत फुग्याजवळ गेली. फुग्यानं तिलाही लपेटून घेतलं. काळी गाय, टॉम आणि सुंदरी या सर्वांना घेऊन फुगा वेगानं डोंगराच्या कड्यावरून उसळ्या घेत खाली धावत होता. त्याच्या मागे होमर पळत पळत येत होता, आणि सर्वात मागे बिचारे हेन्रीकाका, ओरडत, धावत, अडखळत येत होते. “होमर ए, होमर रे, तर मी तुला सांगत होतो रे, एक दिवस हा....”

काही क्षणात फुगा मोठ्या रस्त्यावर येऊन पोचला. मोठ्या रस्त्यावरून श्री. जिम आपल्या घोडागाडीतून टपाकटपाक चालले होते. दिवसभर बाजारात भाजी विकून ते अगदी दमून गेले होते. त्यांना झोप येत होती. रस्ता तर घोड्याच्या टापांखालचा होता. घोडा त्यांना अल्लाद घरी नेईल याची खात्रीच होती. ते पेंगत होते, त्यामुळे फुगा समोर आल्याचं त्यांना जाणवलंही नाही. फुगा घोड्याच्या समोर आला, आणि पुढच्याच टापेला घोडा, गाडी आणि जिम सगळेच फुग्याच्या आत सामावले गेले. आणि एवढं सगळं पेलून फुगा पुढे सरपटत निघाला. आता घोडाही धाबरून फुरफुरायला लागला, सुंदरीचं म्याऊ म्याऊ सुरू झालं, आणि गायीचं हंबरणं हम्माऽऽ हम्माऽऽ. बिचारा छोटा टॉम तर रडून रडून थकला होता, आणि जिम काका वाचवा वाचवा, ओरडायला लागले. त्यांची झोप

उडालीच.

हा एवढा आवाज ऐकून गावातले लोक घराघरातून बाहेर पळत सुटले आणि समोरचं दृश्य बघून थक झाले. रस्त्यावरून हा प्रचंड फुगा वेगाने पुढे जात होता. त्याच्यात घोडा, गाडी, माणसं, जनावरं होती. त्यांना घेऊन फुगा धावत सुटला होता. कुठे पळावं तेच लोकांना समजेना. वाटेत डॉक्टरांचा दवाखाना होता. दवाखान्याच्या दाराशी, त्यांची मोटार उभी होती. फुगा तेथपर्यंत पोचतो, हे लोकांना दिसलं, क्षणार्धात आख्खी मोटारच फुग्यानं गिळली. फुगा पुढेच निघाला, वाटेत बागेच्या बाकावर जोन्सबाई विणत बसल्या होत्या, त्या क्षणार्धात नाहीशा झाल्या. रस्त्याच्या कोपऱ्यात काही मुली छपरीपाणी खेळत होत्या. त्या बघता बघता अदृश्यच झाल्या... दोन कुत्रे एकमेकांशी स्पर्धा करत पळत होते. फुग्यानं त्यांनाही आत लपेटून घेतलं. मोठ्या रस्त्यावरच्या अनंत गोष्टी फुग्यानं जाताजाता नाहीशा केल्या. जमिनीत मुळं रोवून उभी असलेली झाडं तेवढी वाचली.

फुग्यामागं पळतपळत होमरही रस्त्यावर पोचला. फुगा वाटेतल्या सगळ्या गोष्टी गिळत निघालाय हे बघताना त्याचं हृदय थरकून गेलं होतं.

“हेन्रीकाकाऽ काय करू ? फुग्याला कसं थोपवू ?” हेन्रीकाका बिचारे होमरच्या मागे लंगडत लंगडत पळत येत होते, ते तरी काय उत्तर देणार ! ते बिचारे म्हणाले, “होमर, तरी तुला मी बजावत होतो ना... रे, की एक

दिवस... बघ आता..."

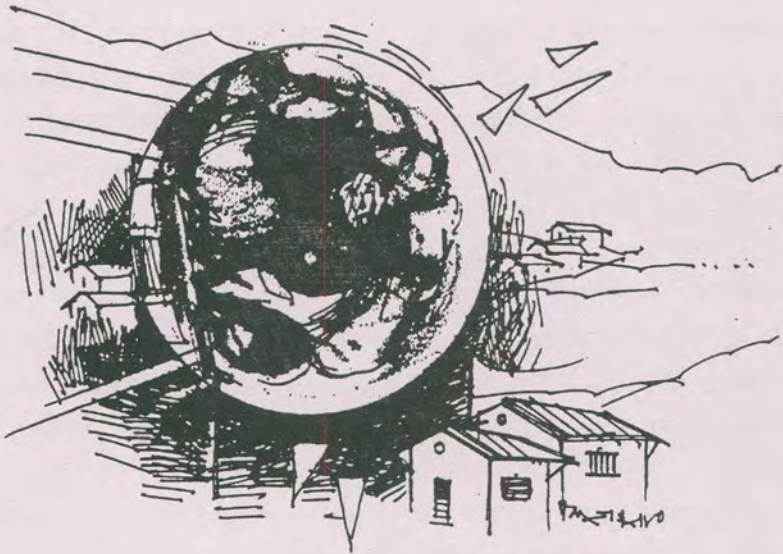
मोठा रस्ता संपतासंपता समोर चर्च होतं. चर्च समोर एक मोठा टोकदार भाला जमिनीत रोवलेला होता. त्या भाल्याबद्दल गावात खूप आख्यायिका होत्या. आणि हा फुगा, त्यांत हे एवढी माणसं, प्राणी, वस्तू, गाड्या, काय नव्हतं सांगा, तो सरपटत सरपटत सरळ त्या भाल्याच्या दिशेन निघालेला होता.

होमरला आता रडू कोसळलं - "हे सगळे लोक मरतील हो हेन्नीकाका, देव मला क्षमा करणार नाही. माझंच फार चुकलं होऽ."

फुग्याचा वेग आता वाढलाच होता. तो उड्या मारत पुढे सरकत होता. फुग्यातून भयंकर आवाज येत होते, आतले सगळेजण ओरडत होते, किंचाळत होते. जनावरं

पिसाटून चिरकत होती. चर्चच्या दाराशी फुगा आला आणि तिथल्या पायरीवरून एकदम उडाला, तो सरळ भाल्याच्या टोकाशी जाऊन थांबला, एक मिनिट तो फुगा, एवढ्या जगभरच्या गोष्टींना घेऊन निघालेला फुगा, तिथ्थेच तसाच थांबला, आणि मग मात्र भाल्याच्या टोकानं त्याच्या आतली सगळी हवा, होमरनं फुंकून फुंकून भरलेली हवा, काढून घेतली. फुगा...फुटला. फुटला.

फुग्याच्या आतून एवढी माणसं, गाडी, मोटर, अंडी, लोकर, आणि काय न काय बाहेर आलं. या होमरनं मिश्रणात काय भरलं होतं देव जाणे, पण सगळेजण डिकासारख्या चिकट्यानं लपथपलेले होते. असं म्हणतात, की ह्या फुग्याचा चिकटा साफ करायला





सगळ्या गावाला चार आठवडे लागले.

यापूर्वी असं कधीच घडलं नव्हतं. एक वर्षभरानंही फुग्यातले लोक होमरच्या या वैज्ञानिक प्रयोगाचे परिणाम काना केसांत अडकलेले घासून घासून काढत होते.

हा फुग्याचा दिवस स्लीपी हॉलो गावचे लोक कधीच विसरले नाहीत. खूप दिवस लोक, काही घटना सांगायची तर, फुग्याच्या दिवसाआधी दोन दिवस किंवा फुग्याच्या दिवसानंतर महिनाभरात घडलं, असं सांगत.

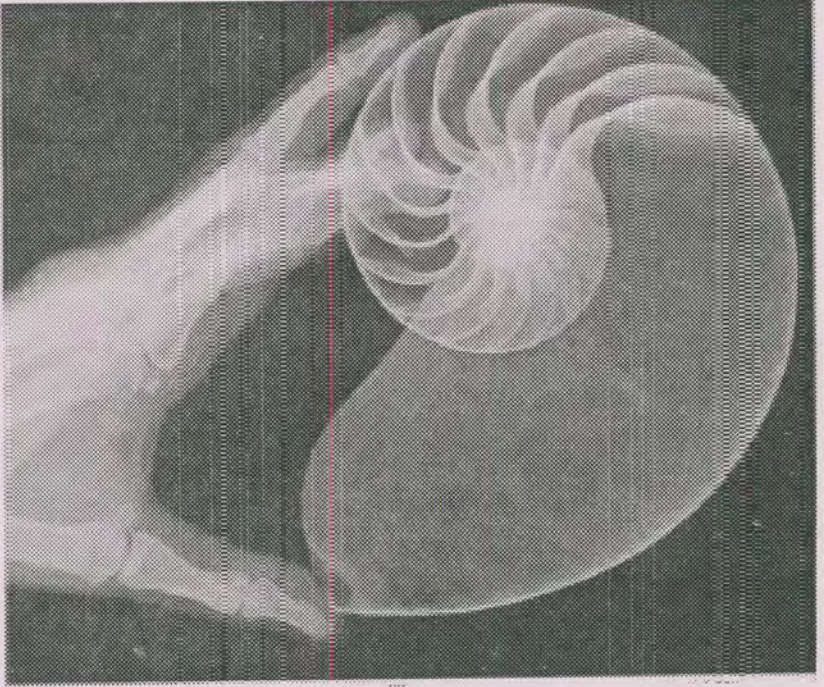
आणि होमर ? त्याच्या सगळ्या वैज्ञानिक उपकरणांचं लोकांनी एक गाठोडं बांधलं आणि होमरला शहरातल्या महाविद्यालयात पाठवून दिलं.

तुला प्रयोग करायचेत ना, जा, मग प्रयोगशाळेत बस आणि कर ! गावाला नको असा त्रास देऊस ! होमर शहराकडे गेला. सगळा गाव त्याला पोचवायला वेशीपर्यंत आला.

हेन्रीकाका, बिचारे, आता एकटेच उरले. त्यांना होमरची खूप आठवण यायची. दिवसभर शेतात काम करून येत, मग स्वयंपाक करत. जेवण झालं की नेहमीप्रमाणे व्हरांड्यात येऊन बसत. आणि म्हणत, “होमर, मला खात्रीच होती रे, की या वैज्ञानिक प्रयोगांनी तू एक दिवस सगळ्या जगाला तुझी करामत दाखवशील.”



शंख-शिंपल्यांचे अंतरंग



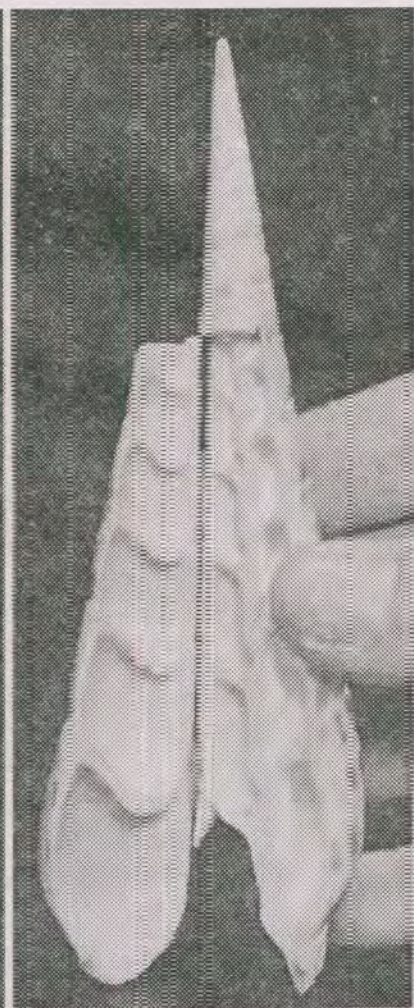
वाळूमधे शंख-शिंपले गोळा करणं हा उद्योग आपल्यापैकी प्रत्येकानं लहाजपणी केला असेल. अशा शंखशिंपल्यांचे अंतरंग एक्स-रे फोटोद्वारे इथे पहायला मिळते.

(आभार : नॅशनल जिओग्राफिक)



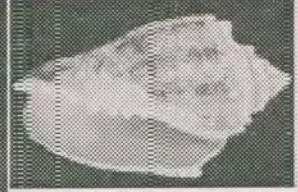
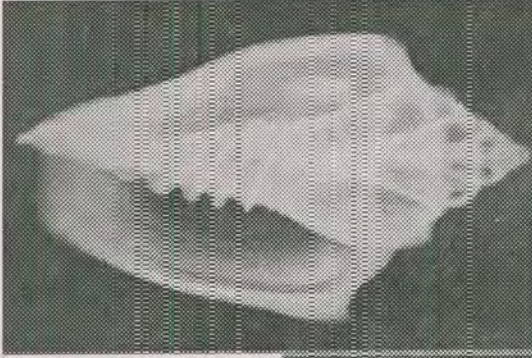


शंख-शिपल्यांचा केवळ संग्रह वऱ्हे,
अभ्यासदे-ट्रोल



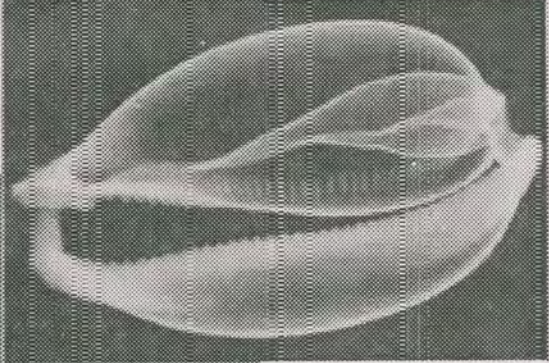
पूर्वीच्या काळी दक्षिणेकडचे सागरी
योधे त्यांच्या भाट्याच्या टोकाला ह्या
प्रकरचे शंख लावत असत.

या शंखातील प्राणी जमिनीत खोल जात-जा ट्याच्या
श्वासनलिकेला संरक्षण म्हणून शंखाचं टोक असं लांबवर वाढतं.

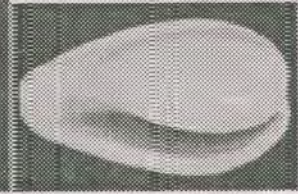
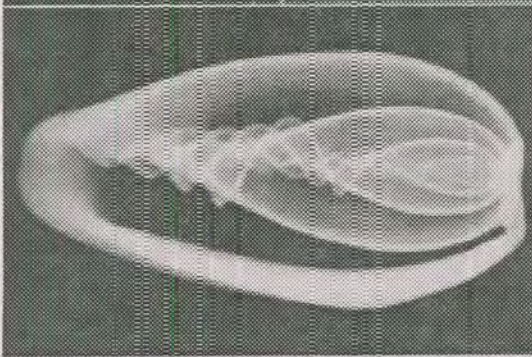


टिब्रू शंख आणि त्याचा एक्स-रे.
आकार हिब्रू अक्षरांसारखा
असल्यामुळे हे नाव याला मिळाले.
आकर, नक्षीसाठी हा प्रसिद्ध आहे.

अटलांटिक हरिण कवडी
सहा इंची, टणकट, दातेरी
किनाऱ्याचो, चकचकीत
ठिपक्याची पाठ.



ब्राझीलची राक्षसी कवडी -
या कवड्या तीज इंचापासून
दहा इंचापर्यंत सापडतात.



शैक्षणिक संदर्भचे अंक तुम्ही इतरांना भेट म्हणूनही देऊ शकता !

दिनांक / /

श्री. _____

पत्ता _____

- यांना ऑगस्ट २००० ते जुलै २००१ मधील सहा अंक भेट म्हणून पाठवावेत.
 - यांना ऑगस्ट १९ ते जुलै २००० मधील ६ अंकांचा एकत्रित संच पाठवावा.
- ही भेट श्री. यांच्याकडून दिली जावी.

पत्ता

वर्गणी रु. १००/- अथवा मागील ६ अंकांच्या संचासाठी रु. १३०/-
मनीऑर्डर / ड्राफ्ट / चेक 'संदर्भ' नावे पाठविली आहे.
(पुण्याबाहेरील चेकसाठी रु. १५/- अधिक पाठवावेत.)

पालकनीती

पालकत्वाला वाहिलेले मासिक

वार्षिक वर्गणी रु. १००/-

आजीव वर्गणी रु. १,०००/-

चेक/ड्राफ्ट पालकनीती परिवार नावाने काढावेत.

पालकनीती परिवारचे उपक्रम

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

सभासदत्वाचा नमुना फॉर्म

अंक	किंमत	हवे असतील त्या अंकापुढे ✓ खूण करा.
अंक १ ते ६ एकत्रित संच (ऑगस्ट १९ ते जुलै २०००)	रु. १३०/-	
वार्षिक वर्गणी (ऑगस्ट २००० ते जुलै २००१)	रु. १००/-	
द्वैमासिकाचा सुटा अंक	रु. २०/-	
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 _____

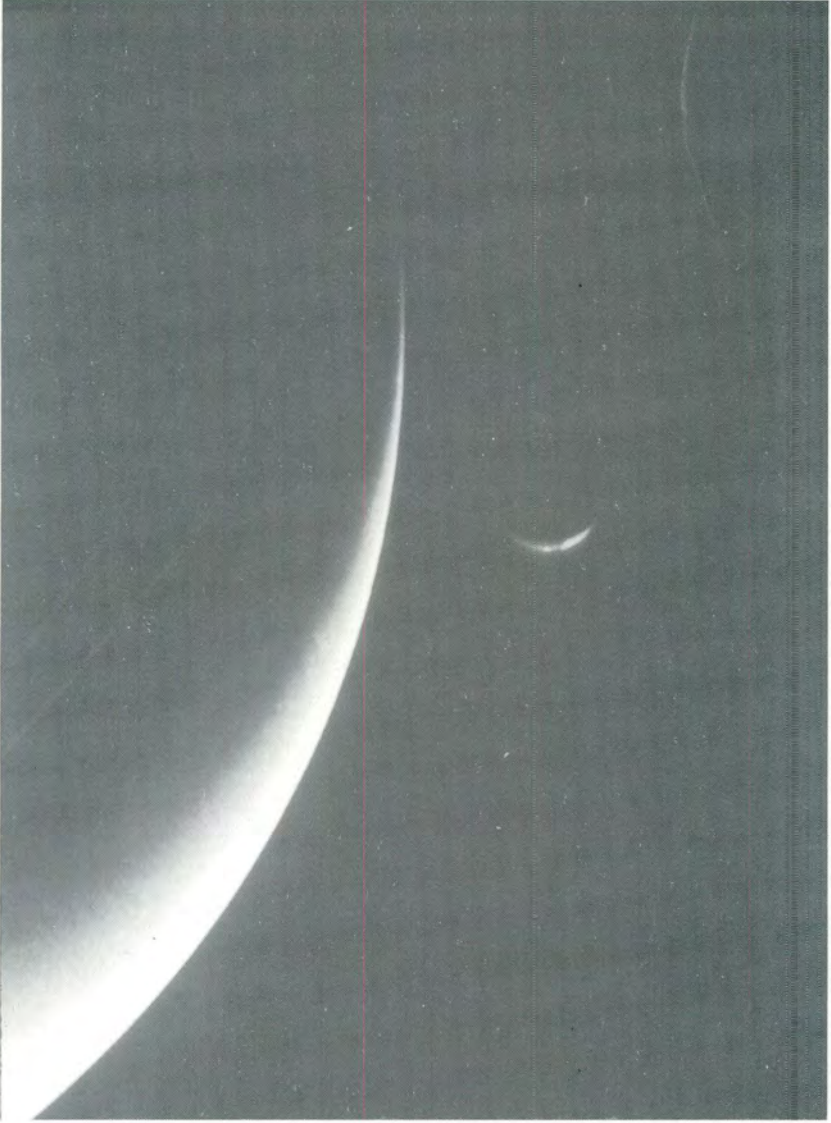
पत्ता _____

सही

तारीख

संदर्भ, द्वारा पालकनीती परिवार,

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



नेपच्यूनपासून ५० लक्ष कि.मी. अंतरावरून व्होयॅजर-२ ने काढलेला हा फोटो. नेपच्यूनची कोर आणि त्याजवळ दिसणारी नेपच्यूनच्या चंद्राची - ट्रायटनची कोर इथे दिसते आहे..

मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार करिता संपादक नीलिमा सहस्रबुद्धे यांनी संजीव मुद्रणालय,
सदाशिव पेठ, पुणे येथे छापून घेऊन, अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.