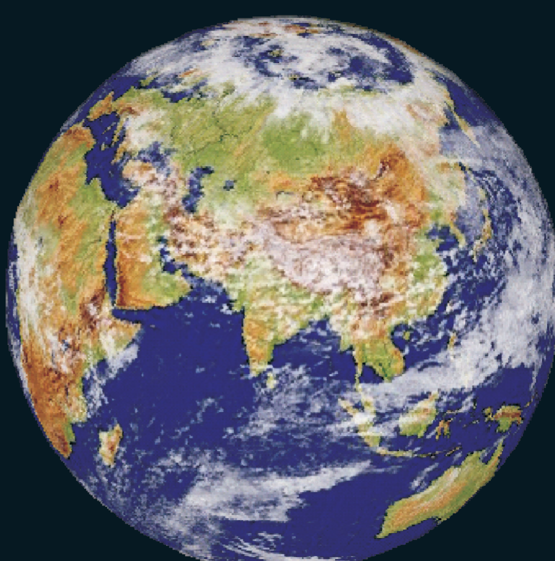
जून – जुलै ०६

# शैक्षणिक संदर्भ

अंक ४०

शिक्षण आणि विज्ञान
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



**संपादक :**
नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कर्वे
नागेश मोने, संजीवनी कुलकर्णी

**विश्वस्त :**
नागेश मोने, नीलिमा सहस्रबुद्धे,
प्रियदर्शिनी कर्वे, मीना कर्वे,
संजीवनी कुलकर्णी, विनय कुलकर्णी,
रामचंद्र हणबर, गिरीश गोखले.

**साहाय्य :**
ज्योती देशपांडे, यशश्री पुणेकर

**अक्षरजुळणी :**
न्यू वे टाईपसेटर्स अँड प्रोसेसर्स

**मुखपृष्ठ मांडणी, छपाई :**
ग्रीन ग्राफीक्स, रमाकांत धनोकर

**वितरण व्यवस्था :**
नीलिमा शिकारखाने, पुणे
राजेंद्र गाडगीळ, जळगाव

एकलव्य, होशंगाबाद आणि सर रतन टाटा ट्रस्ट यांच्या सहयोगाने हा अंक प्रकाशित केला जात आहे.

शैक्षणिक

# संदर्भ

अंक ४०
जून - जुलै ०६

**पालकनीती परिवारसाठी**
**निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ**

पत्ता : संदर्भ, ९, वंदना अपार्टमेंट्स,
आयडियल कॉलनी, कोथरूड, पुणे ३८.
दूरध्वनी : २५४६१२६५
ई-मेल : pryd@indiatimes.com

ग्रीक संस्कृतीची सर्व छायाचित्रे
राम अनंत थत्ते यांच्याकडून साभार.

**पोस्टेजसहित**
**वार्षिक वर्गणी रु. १२५/-**
**अंकाची किंमत : रुपये २०/-**

आपण चंद्रावर जाऊन उतरलो तर तिथून आकाश कसे दिसेल, पृथ्वी कशी दिसेल, सूर्य आणि इतर ग्रह तारे कसे दिसतील याचा नमुना तुम्हाला या अंकाच्या मुखपृष्ठावर दिसतो आहे. वरच्या भागात मे २००६ मधे दिसणाऱ्या आकाशाच्या नकाशात मध्यभागी पृथ्वी दिसते आहे आणि पश्चिम क्षितिजावर सूर्य दिसतो आहे. असे नकाशे डोक्यावर धरून पाहिले की प्रत्यक्षात दिसणाऱ्या ग्रहताऱ्यांची नावे नकाशात शोधता येतात.

खालच्या बाजूला दिसतेय तशी पृथ्वी चंद्रावरून दिसते. अधिक माहितीसाठी Red Shift नावाची CD जरूर पहा.

# अनुक्रमणिका

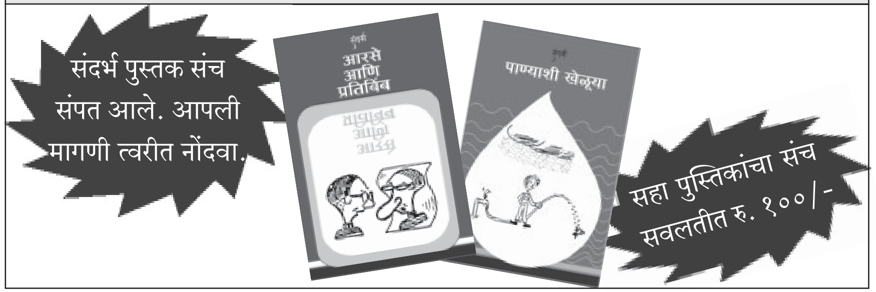
**शैक्षणिक संदर्भ अंक - ४०**


- रांगच रांग ........ ५
- दिवस तुझे फुलायचे ........ ८
- चंद्रावरची सफर ........ १४
- खजिन्याचा खेळ ........ २०
- ग्रीक वास्तुरचना ........ २५
- जग इलेक्ट्रॉनिक्सचं ........ ३३
- देवराई : वनसंरक्षणाची परंपरा ........ ४२
- मुक्तीची विज्ञानवाट ........ ४६
- आद्य विवेकवादी योद्धा-गोपाळ गणेश आगरकर ........ ५१
- आकृतीत आकृती - मोठ्यात मोठी ........ ५५
- तुमचं आमचं खास ........ ६१
- करू या प्रयोग ........ ६९
- रक्ता तुझा रंग कसा ? ........ ७१
- हलका फुल ........ ७८


हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

## संदर्भचे प्रतिनिधी

१) श्री. नंदलाल जोशी, चंद्रमा - १७ ब, अंकुर, महाबँक सोसायटी, सावेडी रोड, अहमदनगर ४१४ ००१. फोन - ०२४१-२३२३६०७
२) श्री. नागेश मोने, ११२३, ब्राह्मणशाही, भाग्योदय निवास, वाई, जि. सातारा. फोन - ०२१६७-२२०७६६
३) श्री. विष्णु सोमण, आनंदनगर, जालगाव, दापोली, जि. रत्नागिरी ४१५ ७१२ फोन - ०२३५८-२८२१९१
४) ॲड. देवीदास वडगावकर, देवधर - आदर्शनगर तांबरी - उस्मानाबाद फोन - ०२४७२-२२४३२५
५) डॉ. मधुकर गुंबळे, अपेक्षा होमिओ सोसायटी, गुरूकुंज - मोझरी ता. तवसा जि. अमरावती ४४४ ९०२, फोन - ०७२२५-२२४२४०
६) श्री. राजेंद्र गाडगीळ, २३७, शिवाजीनगर, जळगाव - ४२५ ००१ फोन - ०२५७-२२२३९७१
७) श्री. प्रकाश खटावकर, ३०४, सोमवार पेठ, सातारा, फोन - ०२१६२-२३४५७५.
८) श्री. शरद जोशी, ग्रंथ प्रसारक, अमर कल्पतरु को-ऑप. सोसायटी, देवी चौक, शास्त्रीनगर, डोंबिवली, (प.) जि. ठाणे फो-०२५१-२४८६९६७
९) सौ. स्मिता जोगळेकर, एम-२५२, रिझर्व्ह बँक क्वार्टर्स, नॉर्थ ॲव्हेन्यू, सांताक्रुझ प.मुंबई-५४ फो - ०२२- २६६०२९४७
१०) श्री. अरूण केशव खाडीलकर, १३ अ, आनंदवन हौसिंग सोसायटी, आरटीओ ऑफीसजवळ, विजापूर रोड, सोलापूर - ४१३ ००४ फो - ९८५००९३६२३
११) राजीव तांबे, ए/२०२, पुर्णिमा दर्शन, श्रीखंडे वाडी, डोंबिवली - ४२१ २०१ email : rajivcopper@yahoocom.in
१२) समुचित एन्व्हायरो-टेक प्रा.लि., फ्लॅट क्र.६, एकता पार्क को.ऑप.हौ. सोसा. निर्मिती शोरूममागे, लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे ४११ ००४. फो - ०२०-२५४६०१३८





# – प्रतिसाद –

प्रति,
संपादक
शैक्षणिक संदर्भ,

मी शैक्षणिक संदर्भचा नियमित वाचक आहे. मला आपले द्वैमासिक खूप आवडते. अडतिसाव्या अंकातला ‘असिलता बापट - एक परिचय’ हा लेख मला फार आवडला. गणित माझापण आवडीचा विषय आहे. या लेखामुळे गणिताचा अधिक अभ्यास करायला प्रोत्साहन मिळते.

मला गणितात पुढे खूप शिकायचे आहे त्यासाठी आपण मला मार्गदर्शन कराल का ? तुमच्या द्वैमासिकातून असेच छान छान वाचायला मिळेल ही आशा.

हेतल चौधरी

प्रिय हेतल,

तुझे पत्र मिळाले आणि अतिशय आनंद झाला. ‘शैक्षणिक संदर्भ’ तू नियमितपणे वाचतोस व त्यावर विचार करतोस हे खरेच महत्त्वाचे आहे. त्यातून परत गणितासारखा विषय आवडतो व त्यात अधिक अभ्यास करायचा आहे त्यामुळे तुझे अभिनंदन.

‘असिलता बापट-एक परिचय’ वाचून तुला गणिताचा अधिक अभ्यास करावासा वाटतो हे चांगलेच आहे.

१. प्रथमत: व सर्वात महत्त्वाचे हे लक्षात घ्यायचे की आपल्याला गणित आवडते का आणि त्याचा अभ्यास करताना मजा येते का ? जर काही मिळवायचे म्हणून अभ्यास केला तर त्यात मजा नाही आणि मग काहीच मिळत नाही. त्यामुळे एक-दीड वर्षे गणिताचा कसून अभ्यास करून मग त्यातून आनंद वाटतो आहे का हे प्रामाणिकपणे बघायचे व मग पुढे जायचे.

२. गणिताचा अभ्यास म्हणजे तर्कशुद्धपणे विचार करण्याचा अभ्यास. त्यामुळे ज्या कोणत्या गोष्टीतून तर्क करणे आपण शिकतो त्या सर्व गोष्टी करणे म्हणजे गणिताचा अभ्यास करणे. १) कोडी सोडवणे २) गुप्तहेरकथा (कधी कधी) वाचणे ३) दर्जेदार वादविवाद करणे इ. सर्व गोष्टी म्हणजे गणिताचाच अभ्यास करणे होय.

३. आपल्या व्यवहारातही कुठल्याही परिस्थितीत असलेल्या जास्तीत जास्त शक्यतांचा विचार करणे, त्या शोधणे म्हणजेही गणिताचा अभ्यासच ! (मित्रांबरोबर आइस्क्रीम खायला जायचे आहे, तर कसे कसे जाता येईल, कुठला मित्र कोणते आइस्क्रीम खाईल, सर्व शक्यतांचा विचार करावयाचा)

४. हेतल, तू आता सातवीत आहेस. शिष्यवृत्तीसाठी अभ्यास केला असशील. तशाच प्रकारच्या 'गणित पारंगत' व 'गणित प्रज्ञा' ह्या परीक्षा गणित अध्यापक महामंडळातर्फे घेतल्या जातात. त्यांनाही तू जरूर बस.

५. गणित ऑलिंपियाड परीक्षेविषयक माहिती 'असिलता बापट-एक परिचय' ह्या लेखातून तुला झालीच असेल. त्या परीक्षेची तयारी करण्यासाठी ८वी, ९वी, व १०वी चे बीजगणित आणि भूमिती दोन्ही पुस्तके संपूर्ण अभ्यास करून, सर्व उदाहरणे सोडवायची आहेत. हे अजिबात अवघड नाही. गणिताचे पाठ्यपुस्तक कादंबरीसारखे, सहजी वाचायचे. एकेक धडा दोन-तीनदा वाचून त्यातील सोडवलेली गणिते बघून संग्रहातील उदाहरणे सोडवायची आहेत. शंका शिक्षकांना विचारायच्या. अशा पद्धतीने सुरुवात केली की ८ वी च्याच एका वर्षात ८वी, ९वी, १०वीचा पूर्ण अभ्यास होऊन जाईल. तुझ्या बरोबरीने अभ्यास करणारे कोणी मिळाले तर अजूनच सोपे जाईल. तू सुरू केल्याचे कळव, मग सहामाहीनंतर प्रगती कळव !

६. एकदा का १० वी पर्यंतच्या पुस्तकांचा अभ्यास पूर्ण झाला की नंतर

i) Mathematical Circles - Fomin etc.

ii) Challanges and thrills of Pre college Mathematics ह्या दोन पुस्तकांचा अभ्यास करावयाचा आहे. त्याबद्दल सविस्तर त्या त्या वेळी सांगेन.

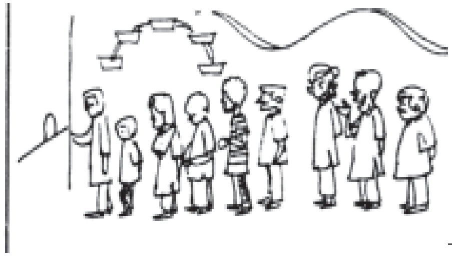
हेतल, तर मग लाग अभ्यासाला !

तुला माझ्यातर्फे आणि 'शैक्षणिक संदर्भ' तर्फे खूप खूप शुभेच्छा !

किरण बर्वे


शैक्षणिक संदर्भ ची वर्गणी आता या पत्त्यावरही भरू शकता, येथे
पुस्तक संचही मिळू शकतील.
**साधना मीडिया सेंटर,**
४३१ शनिवार पेठ, वीर मारुती मंदिराजवळ, पुणे ३०.



# रांगच रांग

**लेखक** : डॉ. श्रीधर अय्यर ● **अनुवाद** : अंजली पेंडसे

रांगेत उभं राहून वाट बघणं कंटाळवाणं पण चुकीच्या रांगेत उभं राहून वाट पाहणं त्याहूनही वाईट. त्यामुळे आपली रांग योग्य आहे की नाही हे ओळखणं फार महत्त्वाचं.

उन्हाळ्याची सुट्टी नुकतीच कुठे सुरू झाली होती. दुपारच्या रखरखीत उन्हात बाहेरही जाववत नव्हतं आणि घरी बसून टी. व्ही. बघण्याचा, गेम्स खेळण्याचा, नेटवर बसण्याचाही अनिरुद्धला खूप कंटाळा आला होता. आता काय करावं या विचारात असतानाच त्याला त्याच्या मित्राचा कैलासचा फोन आला, ''अरे, भिडे पुलाजवळ कालच 'अम्युझमेंट पार्क' सुरू झालं आहे. संध्याकाळी तिथे ये. राजीवही येणार आहे.''

अनिरुद्ध जणू त्याचीच वाट पहात होता. ठरल्याप्रमाणे संध्याकाळी तिघंही 'अम्युझमेंट पार्क'च्या प्रवेशद्वाराशी जमले. पण आत जाण्यासाठी एकच झुंबड उडाली होती. तिथे तिकीटविक्रीसाठी ६ खिडक्या खुल्या करण्यात आल्या होत्या. तरीही प्रत्येक खिडकीसमोर मोठमोठी रांग होती. ते पाहून कैलास, राजीव पटकन एका रांगेत उभे राहिले.

अनिरुद्धने मात्र प्रथम सगळ्या रांगा नीट पाहून घेतल्या व मग अशा रांगेत जाऊन उभा राहिला की जी रांग खूपच मोठी होती. ते बघून कैलास रांगेतूनच ओरडला, ''अनिरुद्ध, तुला वेड बिड नाही ना लागलं? अरे त्या रांगेत का उभा राहिलास ? तू पण ना!''

पण आश्चर्याची गोष्ट अशी की कैलास, राजीवपेक्षा अनिरुद्धचाच रांगेत आधी नंबर लागला. कैलास वैतागून म्हणाला, 'माझं नशीबच वाईट. मी ज्या रांगेत उभं राहतो. ती कधीच लवकर पुढं सरकत नाही.''

राजीव त्याला समजावत म्हणाला, ''अरे, नशिबाला उगाच दोष देऊ नकोस.

आपणच काही विचार न करता रांगेत उभं राहिलो. अनिरुद्ध उभा होता त्या रांगेच्या खिडकीवर बघ काय लिहिलं आहे - 'फक्त सुटे पैसे द्या.' म्हणूनच त्या तिकीट विक्रेत्याला प्रत्येक ग्राहकाला तिकीट देताना कमी वेळ लागतोय अन् ती रांग कशी पटपट पुढे सरकते आहे.''

तेवढ्यात अनिरुद्ध तिकीटे घेऊन त्यांच्याजवळ आला आणि ते तिघे आत गेले.

सुरूवातीला असलेले वेगवेगळे स्टॉल्स बघत, बारीक-सारीक खरेदी करत ते खेळण्यांच्या जागी गेले. तिथे Merry-Go-round, Roller Coaster, Tora-tora, Giant Wheel अशा कितीतरी राईड्स त्यांना खुणावत होत्या. पण प्रत्येक राईडसाठी लांबच लांब रांग होती. कैलास वैतागून म्हणाला, ''आपण इथे मजा करायला आलो आहोत की फक्त रांगेत उभं राहायला?''

''चला, बोलण्यात वेळ घालवू नका. आपण अशा रांगेत उभं राहू, जिथं कमी माणसं आहेत, म्हणजे आपल्याला कमी वेळ लागेल'' राजीव म्हणाला.

''असंच काही नाही.'' त्याला थांबवत अनिरुद्ध उत्तरला. ''रांगेत किती वेळ थांबावं लागेल हे त्या राईडच्या वेळेवरही अवलंबून आहे.''

कैलास, राजीवच्या प्रश्नार्थक चेहऱ्याकडे पाहून अनिरुद्ध पुन्हा सांगू लागला. ''हे बघा, समजा दोन राईडसूमध्ये एका वेळी प्रत्येकी १० माणसे बसू शकतात. पण एक राईड पूर्ण व्हायला १० मिनिटे लागतात तर दुसरी ५ मिनिटांत पूर्ण होते. आता जरी पहिल्या राईडसाठी २० माणसे आणि दुसरीसाठी ३० माणसे रांगेत उभी राहिली तरीही दुसरीच रांग पटापट पुढं सरकेल.

''खरंच की'' राजेश पुटपुटला. ''म्हणूनच मगाशी पण तू त्या रांगेत... पण या सगळ्या गोष्टी तुला कशा काय ध्यानात आल्या?''



अनिरुद्ध लगेच उत्तरला. ''अरे कालच नेटवर Queueing Theory बद्दल वाचलं. त्यात अशाच सर्व प्रश्नांबाबत माहिती दिली आहे. या Queueing Theory ची तत्त्वं वापरून आपण आपल्याला एखाद्या रांगेत किती वेळ उभं राहावं लागणार आहे हे अगदी सहजपणे काढू शकतो.''

राजीव पटकन म्हणाला, ''मग आता या रांगेत किती वेळ उभं...'' पण असं म्हणेपर्यंतच त्यांचा नंबर लागला आणि ते तिघे Roller Coaster' मध्ये बसण्यासाठी मार्गस्थ झाले.

सांगण्याचा मुद्दा हा, की Queueing Theory ही संगणकावर आधारित अनेक प्रणालींमध्येही खूपच उपयोगी आहे, मग ते रेल्वेचं आरक्षण केन्द्र असो वा मोठमोठ्या दवाखान्यातील, ऑफिसमधील पैसे भरणा केन्द्र असो. जिथे जिथे मोठमोठ्या रांगा, तिथे ही Queueing Theory उपयुक्त ठरते. रांगेत साधारणपणे किती वेळ थांबावं लागणार आहे, हे काढण्यासाठी एक तत्त्व आहे. ज्याला लिटल्‌चा (Little's) सिद्धान्त म्हणतात. या सिद्धान्तानुसार -

$$\text{रांगेत थांबायला लागणारा वेळ} = \frac{\text{रांगेत असलेल्या ग्राहकांच्या संख्येची सरासरी}}{\text{दर मिनिटाला रांगेत वाढणाऱ्या ग्राहकांच्या संख्येची सरासरी}}$$

उदा.: जर सरासरी १० माणसे रांगेत उभी आहेत, आणि दर मिनिटाला सरासरी ५ माणसे रांगेत वाढतात, तर रांगेत थांबायला लागणारा वेळ होईल २ मिनिटे.

अर्थात हे उदाहरण खूपच सरळ सोपे होते. पण यात इतरही अनेक मुद्दे आहेत. उदा. - जर ग्राहकांचा रांगेत येण्याचा वेग / ओघ एका ठराविक वेळी जास्त असला तर? जर खिडकीच्या आतील विक्रेत्याचा वेग प्रत्येक ग्राहकासाठी वेगवेगळा असेल तर? मध्येच काही काळ तो थांबत असेल तर?

या सर्व प्रश्नांची उत्तरे आपण शोधू शकतो. फक्त त्यासाठी या Queueing Theory चा व जिथे जिथे रांगा लावाव्या लागतात त्या प्रणालींचा, त्यातील शक्यतांचा योग्य प्रकारे अभ्यास करावा लागेल.

मग, आता जर तुम्ही कधी एखाद्या रांगेत अडकलात, तर उगाच चिडचिड न करता मोजायला सुरूवात करा, रांगेत असलेली माणसे, दर मिनिटाला रांगेत येणारी माणसे किती? आणि शोधून काढा, तुम्हाला रांगेत किती वेळ ताटकळत उभं राहावं लागणार आहे ते!

■

जंतरमंतर मे-जून ०५ मधून साभार.

लेखक : **डॉ. श्रीधर अय्यर**

अनुवाद : **अंजली पेंडसे,** श्रीमती काशिबाई नवले अभियांत्रिकी महाविद्यालयात गणिताच्या प्राध्यापक.

# "दिवस तुझे फुलायचे"

**लेखक** : अ.चिं. इनामदार

आंब्याचा मोहोर शिवरात्रीच्या सुमाराला, उन्हाळ्यात त्याची तीव्रता कमी करणारा मोगरा, तेव्हाच फुलणारा गुलमोहर, पळस. ठराविक ऋतूत वेगवेगळ्या झाडांना फुले येतात आणि निसर्ग इतका सुंदर विविधरंगी दिसतो. पण नेमक्या वेळेलाच फुलं येतात कशी ?

दिवसामागून रात्र येते, उन्हाळा-पावसाळा-हिवाळ्याचे चक्र चालू असते, समुद्राच्या भरती-ओहोटीचा क्रम चालू असतो, प्रतिपदा ते पौर्णिमा व परत प्रतिपदा ते अमावस्या अशा चंद्राच्या कला असतात, निसर्गात अशी अनेक चक्रे चालू असतात. प्राण्यांच्या व वनस्पतींच्या जीवनावर या चक्रांमुळे परिणाम होत असतो.

वनस्पतींच्या आयुष्यातही अंकुरण - शाकीय वाढ - फुले - फळे येणे अशा वाढीच्या अवस्था असतात. यापैकी पुनरुत्पादनाशी संबंधित असलेल्या फुले येणे या महत्त्वाच्या घटनेवर कसला परिणाम असतो, ते आपण पाहणार आहोत.

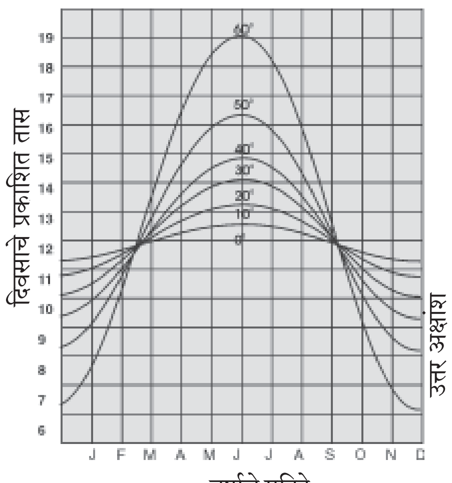
सदाफुलीसारख्या काही वनस्पतींना वर्षभर फुले येतात. स्पॅथोडियासारख्या काहींना काही ठराविक वेळी येतात, तर बहावा, आंबा यांना वर्षात एकदाच फुले येतात. उन्हाळ्याच्या सुरुवातीला किंवा उन्हाळ्यात काटेसावर, पांगारा वगैरे झाडे फुलतात म्हणजे सूर्यप्रकाश व झाडे फुलणे यांचा संबंध असला पाहिजे.

एखाद्या ठिकाणी किती वेळाचा दिवस असतो, हे त्या ठिकाणाच्या अक्षांशावर व महिन्यावर अवलंबून असते. म्हणजे, विषुववृत्तावर बाराही महिने १२ तासांचा दिवस व १२ तासांची रात्र असते. ३० उत्तर अक्षांशावर असलेल्या ठिकाणी २० मेला १४ तासांचा दिवस व १० तासांची रात्र असते, तर ६० उत्तर अक्षांशावर २० जून मध्ये १९ तासांचा दिवस व ५ तासांची रात्र असते. वेगवेगळ्या ठिकाणी वाढणाऱ्या वनस्पतींना २४ तासांपैकी तेवढा वेळ उजेड व राहिलेल्या वेळेत अंधार (म्हणजे सूर्यप्रकाशाचा अभाव) मिळतो.

बीजाच्या अंकुरणानंतर प्रथम शाकीय वाढ होते. यात वनस्पतींना अधिक मुळे, फांद्या, पाने येतात व कर्बग्रहणाच्या



क्रियेमुळे त्या अन्न तयार करतात. दैनंदिन चयापचयातून शिल्लक राहिलेले अन्न मूळ, खोड इत्यादि ठिकाणी साठवून ठेवले जाते. असे पुरेसे अन्न साठल्यावर लैंगिक पुनरुत्पादनाला म्हणजे फुले येण्याला सुरुवात होते कारण फुले येणे, परागीभवन, फलन, बी व फळांची निर्मिती व बी मध्ये भ्रूणाला आवश्यक तेवढा अन्नाचा साठा ठेवणे या सर्वांसाठी शिल्लक अन्नाची गरज असते. पण शाकीय वाढीनंतरही निश्चित कशामुळे फुले येण्यास सुरुवात होते ?




वर्षाचे महिने

पूर्वी असे मानले जायचे की बहुतेक वनस्पतींना उन्हाळ्यात फुले येतात, कारण अधिक प्रकाशामुळे कर्बग्रहणाची क्रिया अधिक होते. परंतु, १९२० मध्ये गार्नर व ॲलार्ड यांनी 'मेरीलँड मॅमथ' या तंबाकूच्या प्रजातीवर केलेल्या संशोधनामुळे दिवसाच्या लांबीचा फुले येण्यावर फार परिणाम होतो हे सिद्ध झाले. त्यांनी 'प्रकाश-काल' (Photo period) हा सिद्धांत मांडला. वनस्पतींकडून दिवसाच्या २४ तासांपैकी प्रकाशित भाग व अंधाराच्या भागाला मिळणाऱ्या प्रतिसादाला आपण वनस्पतींची प्रकाश-कालाशी संबंधित वर्तणूक (Photo periodism) असे म्हणू. दिवस-रात्रीचे चक्र याच्या मुळाशी असते.

दक्षिण व उत्तर गोलार्धात वेगवेगळ्या ठिकाणी दिवस काळ वेगळा असतो.

पानांच्या व फुलांच्या उघडण्याच्या-मिटण्याच्या हालचाली, पर्ण-रंध्रांचे उघडणे-मिटणे, कर्बग्रहण व श्वसनाचा वेग या दिवस-रात्रीच्या कालावर अवलंबून असलेल्या वनस्पतींच्या इतर काही गोष्टींची उदाहरणे आहेत.

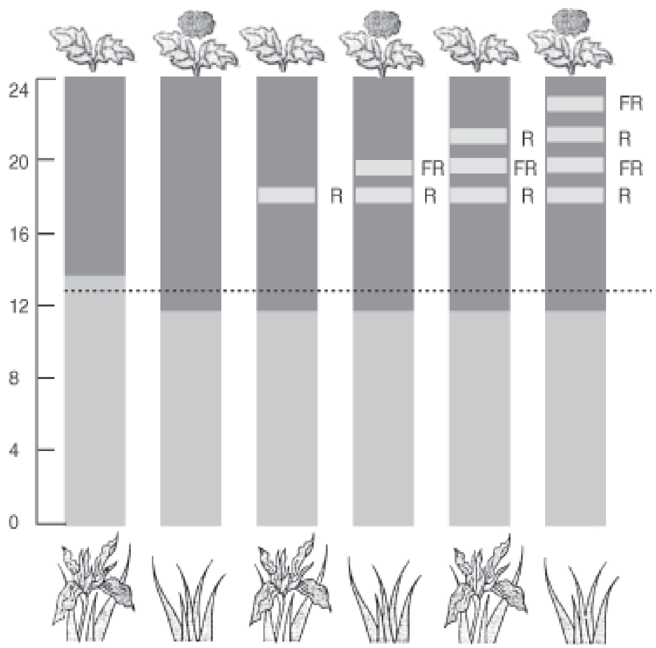
प्रकाशकालावर अवलंबून फुले येण्यावरून वनस्पतींचे तीन वर्ग केले आहेत.

**अल्प-प्रकाशकालिक** (short day plants) : अशा वनस्पती फुलण्यासाठी प्रकाशाचा कालावधि एका विशिष्ट मर्यादेपेक्षा (critical photo period) कमी असावा लागतो. उदा. शेवंती, कॉसमॉस, सोयाबीन.

**दीर्घ - प्रकाशकालिक** (Long day plants) ठराविक मर्यादेपेक्षा अधिक प्रकाश असेल, तरच अशा वनस्पतींना फुले येतील. खरे तर अशा वनस्पतींसाठी अंधाराचा काळ अधिक महत्त्वाचा असतो. (उदा. मुळा, काकडी)

**रक्त व अवरक्त किरणांचा परिणाम**

अल्प प्रकाशकालिक वनस्पती

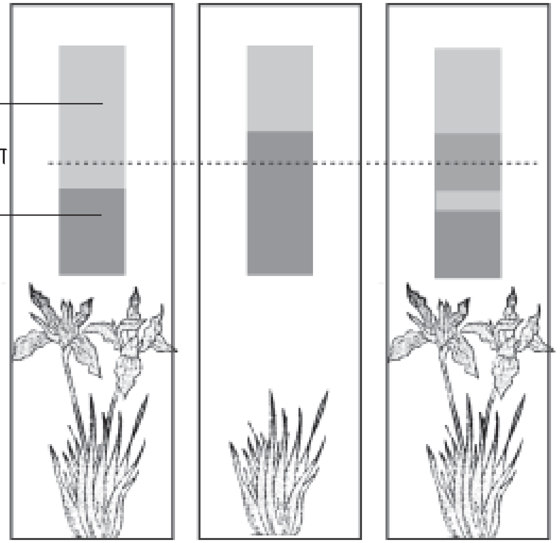



दीर्घ प्रकाशकालिक वनस्पती

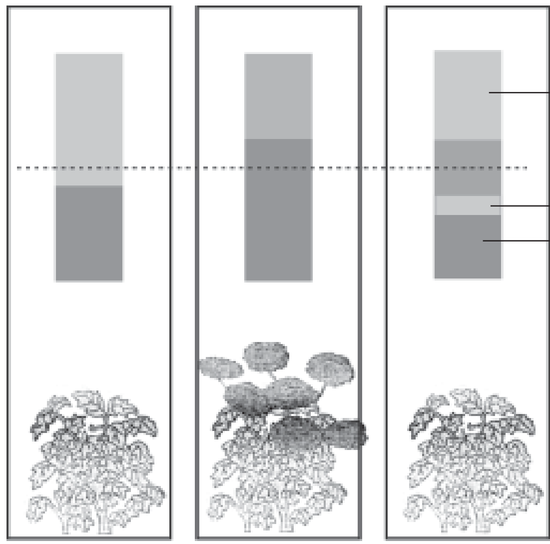
दीर्घ प्रकाशकालिक वनस्पतींमध्ये रक्त प्रकाशामुळे फुले येण्याची प्रक्रिया घडते. पण अल्प प्रकाशकालिक वनस्पतींमध्ये मात्र रक्त प्रकाशामुळे फुले येण्याला प्रतिबंध होतो.
याउलट अवरक्त किरणांमुळे अल्प प्रकाशकालिक वनस्पतींमध्ये फुले येण्यास मदत होते पण दीर्घ प्रकाशकालिक वनस्पतींमध्ये याचा उलट परिणाम दिसतो.



**दीर्घ प्रकाशकालिक वनस्पती**




दीर्घ प्रकाश कालिक वनस्पतींमध्ये ठराविक मर्यादेपेक्षा रात्रकाळ कमी असेल तर फुले येतात. रात्रीच्या वेळी प्रकाशाचा झोत या वनस्पतींमध्ये फुले येण्यास जास्त मदत करतो.




अल्प प्रकाशकालिक वनस्पतींमध्ये जेव्हा रात्र नेहमीच्या ठराविक मर्यादेपेक्षा जास्त असते तेव्हा फुले येतात. पण रात्रीच्या वेळी जर मध्येच प्रकाशाचा झोत आला तर मग फुले येण्याच्या प्रक्रियेत अडथळा येतो.

**अल्प प्रकाशकालिक वनस्पती**

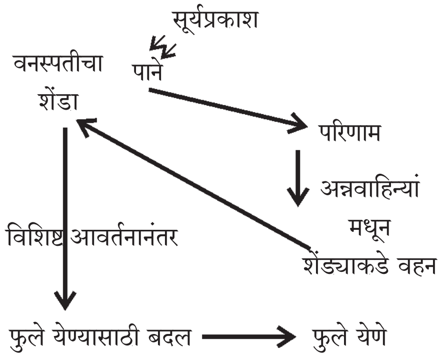
**प्रकाशकाल – उदासीन** (Day neutral plants) प्रकाश व अंधाराच्या कालावधीचा या वनस्पतींची फुले येण्यावर परिणाम होत नाही (उदा. टोमॅटो, गुलबक्षी, मिरची)

टाईझ व झीगर (२००३) यांनी हे वर्गीकरण थोडेसे बदलून संख्यात्मक व गुणात्मक अल्प व दीर्घ - प्रकाशकालिक वनस्पती असे केले आहे.

वर उल्लेख केलेली विशिष्ट मर्यादा वनस्पतींच्या जातींमध्ये वेगवेगळी असते. परंतु, प्रत्येक बाबतीत अंधाराचा काळ सलग हवा, तो खंडित नको.

या प्रकाश व अंधाराच्या कालाचा फुले येण्यावर कसा परिणाम होतो? २४ तासाच्या (दिवसाच्या) कालावधीतील प्रकाशित कालाचा परिणाम वनस्पतीच्या पानांवर होतो, म्हणजे पाने ही संवेदना ग्रहण करतात. यामुळे होणारा परिणाम झाडाच्या

**शाकीय वनस्पतीचे फुले येणाऱ्या वनस्पतीत रूपांतर**




शेंड्यापर्यंत नेला जातो, व त्यामुळे फुले येण्याच्या प्रक्रियेला सुरुवात होते. अशा विशिष्ट कालापेक्षा अधिक किंवा कमी मिळणाऱ्या उजेडाची किती आवर्तने (Cycles) फुले येण्यासाठी आवश्यक असतात हे वनस्पतीच्या जातीवर अवलंबून असते. ही क्रिया खालील आकृतीप्रमाणे दाखविता येईल.

प्रकाश - कालासंबंधी खालील गोष्टी सिद्ध झाल्या आहेत.

१. पाने हा प्रकाशाचा परिणाम ग्रहण करतात.

२. एक पान देखील यासाठी पुरेसे आहे.

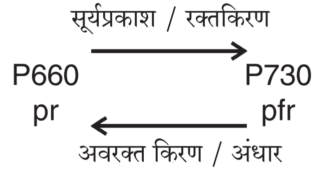
३. फार कोवळ्या व फार जून पानांवर परिणाम होत नाही.

४. फुले तयार करणारा पदार्थ पानात तयार होतो, व त्याचे वरच्या किंवा खालच्या दिशेने वहन होते. तो अन्नवाहिन्यातून वाहून नेला जातो व तो वाहून नेण्याचा वेग अल्प-प्रकाशकालिक वनस्पतींमध्ये १०-२४ मिमी/तास व दीर्घ प्रकाशकालिक वनस्पतींमध्ये ३००मिमी/तास असतो.

५. कलमांमार्फत या पदार्थाचे संक्रमण करता येते. एकापेक्षा अधिक वनस्पती कलमांद्वारे जोडल्या, तर सर्वांना एकदम फुले येतात.

ज्या पदार्थामुळे वनस्पतींना फुले येतात, त्याला फायटोक्रोम (Phytochrome) म्हणतात. ते निळसर किंवा निळसर - हिरवे प्रथिन असून दोन स्वरूपांत






असते (Pr आणि Pfr). या दोन स्वरूपांचे आपसात रूपांतर रक्त (Red) व अवरक्त (far red) प्रकाशकिरणांमुळे होते.

(660 व 730 हे आकडे नॅनोमीटर मध्ये प्रकाशतरंगांची लांबी दाखवितात) (P म्हणजे Phytochrome)

दिवसाच्या प्रकाशात pfr झाडांत तयार होते. हे अल्प-प्रकाशकालिक वनस्पतींना फुले येण्यास प्रतिबंधक आहे पण दीर्घ-प्रकाशकालिक वनस्पतींना फुले येण्यास उपकारक आहे. अंधाराच्या अवधीत (रात्रीत) pfr चे pr मध्ये रूपांतर होते, ज्यायोगे अल्प-प्रकाशकालिक वनस्पतींना फुले येतात पण दीर्घ-प्रकाशकालिक वनस्पतींना येत नाहीत. सलग अंधाराचा काल जर तांबड्या प्रकाशाने खंडित केला, तर pfr चे pr मध्ये रूपांतर होते व फुले येण्याला प्रतिबंध होतो. अल्प-प्रकाशकालिक वनस्पतींत ते घडते. खरेतर, अल्प-प्रकाशकालिक वनस्पतींना शर्करा दिली तर सलग अंधारातही फुले येतात. याउलट दीर्घ-प्रकाशकालिक वनस्पतींना सलग सूर्यप्रकाशात उत्तम फुले येतात. अशा वनस्पतींची सलग प्रकाशाची विशिष्ट कालमर्यादा १४-१८ तासांची असते.

वनस्पतींच्या प्रकाश व अंधारामध्ये फुले येण्याच्या वागणुकीचा ऊस, साळ, गहू इत्यादींच्या बाबतीत उपयोग करून घेतला आहे, कारण उसासारख्या पिकाला फुले न येणे, तर इतरांना ती येणे फायदेशीर असते.

प्रकाशकालाचा वनस्पतींना फुले येण्यावर होणाऱ्या परिणामामुळे काही विचार येतात.

वनस्पतींचा उगम जिथे झाला, त्या ठिकाणच्या अक्षांशांवर त्यांचा विशिष्ट प्रकाशकाल ठरतो का? उदा. तांदूळ/साळ हे उष्णकटिबंधात उगम पावले आहे तर ऱ्होडोडेंड्रॉन हे उप-उष्णकटिबंधात, त्याप्रमाणे त्यांचा प्रकाशकाल आहे कां ? (बहुधा असावा).

कृत्रिम प्रकाशामुळे नैसर्गिक प्रकाशाची पूर्णत: भरपाई होईल कां? म्हणजे ऊर्जेचा (फक्त प्रकाशाचा नव्हे) पूर्ण वर्णपट मिळेल का? कलमांमार्फत फायटोक्रोमचे संक्रमण होते, पण अशी कलमे त्याच किंवा जैवशास्त्रदृष्ट्या जनुकीय संबंधित वनस्पतींची हवीत. याचा संबंध फायटोक्रोमशी कां अन्नवाहिन्यांकडे? फक्त एक पान संवेदना घेण्यास पुरते, तर फायटोक्रोम किती प्रमाणात तयार होत असावे? या सर्वाचा विचार पुढे कधीतरी करता येईल.

■

लेखक : **अ. चिं. इनामदार**, फर्ग्युसन कॉलेजमधील वनस्पती शास्त्र विभाग प्रमुख, निवृत्त प्राध्यापक

# चंद्रावरची सफर

**लेखक** : अरविंद रामकृष्ण गोरेगांवकर

अनेक वर्षांपासून मानवाची आकांक्षा होती पक्ष्यासारखे आकाशात उडण्याची! विमानाच्या यशामुळे ते ध्येय सफल झाले. आणि मानवी आकांक्षेला आणखी पंख फुटले. चंद्रासारखाच पृथ्वीभोवती भ्रमण करणारा पण कृत्रिम उपग्रह निर्माण करण्याची त्याची मनीषा जागृत झाली. अग्निबाणाच्या साहाय्याने रशियाने ४ ऑक्टोबर १९५७ रोजी स्पुटनिक-१ या नावाचा कृत्रिम उपग्रह अवकाशात प्रक्षेपित करून अवकाश युगाची सुरुवात केली. स्पुटनिक-२ मध्ये रशियाने लायका नावाची कुत्री ठेवून प्रथमच एका जिवंत प्राण्याला अंतराळात पाठविले. ह्यानंतर १२ एप्रिल १९६१ रोजी युरी गागारिनची अंतराळात पाठवणी करून मानवाच्या अंतराळात यात्रेला प्रारंभ झाला.

मानवाने अंतराळ यात्रेचे यश मिळविल्यानंतर पृथ्वीच्या सर्वात जवळचा उपग्रह चंद्र याच्यापर्यंत जाण्याचे स्वप्न पाहिले. चंद्र पृथ्वीपासून सुमारे ३ लक्ष ८४ हजार किलोमीटर अंतरावर आहे. हे अंतर पार करण्यासाठी अग्निबाण व अवकाशयानाची बांधणी १९६५ च्या सुमारास झाली. अपोलो यानाचा प्रकल्प पार करण्यात येऊन सर्वप्रथम मानव विरहीत आणि त्यानंतर मानवासहित अंतराळयान चंद्रभूमीकडे अमेरिकेने प्रक्षेपित केले.

२० जुलै १९६९ हा दिवस मानवाच्या प्रगतीचा आणि वैज्ञानिक प्रगतीचा परमोत्कर्ष बिंदू आहे. १६ जुलै १९६९ रोजी अमेरिकेच्या 'ईस्टर्न डेलाइट टाइम' नुसार सकाळी ९ वाजून ३२ मिनिटांनी अपोलो-११ अवकाश यानाने सॅटर्न-५ या भव्य रॉकेटच्या (अग्निबाण) माथ्यावरून केप केनेडी येथून चंद्राच्या दिशेने झेप घेतली. अपोलो-११ अवकाश यानाचे कमांडर होते नील ऑमस्ट्राँग, कमांड मोड्यूल चे सारथ्य मायकेल कॉलीन्स यांनी तर ल्युनर मोड्यूल चंद्रभूमीवर सुखरूप उतरविण्याची जबाबदारी एडविन ऑल्ड्रिन यांनी पार पाडली. हे यान २० जुलै १९६९ रोजी दुपारी ४ वाजून १७ मिनिटे आणि ४३ सेकंद असताना चंद्रभूमीवर यशस्वीपणे उतरले आणि चंद्रभूमीवर मानवाने पहिले मानवी पाऊल ठेवले. वरील तीन मानव चंद्रभूमीवर सुमारे २१ तास होते.

ह्या यशस्वी कामगिरीनंतर अपोलो-१७ ने ११ डिसेंबर १९७२ रोजी चंद्राला भेट दिली व अनेक वैज्ञानिक प्रयोग केले. सध्या भारतीय संशोधक देखील चंद्रमोहिमेची तयारी करीत असून २००८ सालापर्यंत भारतीय अंतराळवीर चंद्रभूमीवर यशस्वीरित्या पाऊल ठेवतील. पुढील २० ते २५ वर्षाच्या कालावधीत पृथ्वी ते चंद्र प्रवासाच्या वाऱ्या सुरू होतील. अमेरिकेत तर काही लोक चंद्रावरील जमिनीची विक्री करावयास लागले आहेत.

## चंद्रावरची स्थिती

चंद्रावर मानवाला काय अनुभव येतील. ह्या बाबतही समजून घेणे आवश्यक आहे. त्यापैकी काही गोष्टी खालीलप्रमाणे.

आपल्याला पहिला अनुभव येईल तो चंद्रावरील नीरव शांततेचा! चंद्रावर वातावरणाचा अभाव आहे आणि ध्वनीला तर माध्यमाची नितांत आवश्यकता असते. त्यामुळे चंद्रावर कोणीही कितीही मोठ्याने आवाज निर्माण करण्याचा प्रयत्न केला तरी ओठाबाहेर शब्द उमटणार नाही. कोणत्याही वस्तूचा, वाद्याचा आवाज निर्माण होणार नसून ध्वनी प्रदूषण होणार नाही. सगळीकडे शांतता आणि शांतता पसरलेली अनुभवास येईल.

पृथ्वीसारखे सृष्टीसौंदर्य चंद्रावर अस्तित्वातच नाही. चंद्रावर पाणी आणि हवा नाही. पृथ्वीवरील नद्या, समुद्र, सरोवर, झुळझुळ वाहणारे झरे नाहीत. चंद्रभूमीवर उंच उंच झाडे नाहीत. धो-धो पडणारा पाऊस नाही, ढग नाहीत, वारा नाही, गवताचे गालिचे नाहीत. चंद्राला सृष्टीचा हिरवा रंग माहित नाही. चंद्रावर आपल्याला पहायला मिळेल रेतीचे वाळवंट. पृथ्वीवरील वाळवंटात आपल्याला मृगजळ दिसते तसे मृगजळ चंद्रावर दिसत नाही. सह्याद्री, हिमालयासारखे उंच पर्वत तेथे दिसणार नाहीत. पर्वताची उंचीही ठेंगणी दिसेल.

चंद्रावर पृथ्वीप्रमाणेच सूर्य पूर्वेला उगवतो आणि पश्चिमेला मावळतो. पृथ्वीवर १२ तास दिवस आणि १२ तास रात्रीचा कालावधी असतो पण चंद्रावर एकदा सूर्य उगवला की किमान १५ दिवस तो आकाशात ठाण मांडून बसतो आणि सूर्य मावळला की पुढील १५ दिवस काळ्याकुट्ट अंधाराचे साम्राज्य पसरते.

पृथ्वीवर वातावरण असल्याने सूर्यास्त झाल्यानंतरही संधिप्रकाश पडतो. चंद्रावर निर्वात प्रदेश असल्यामुळे ज्याक्षणी सूर्य चंद्राच्या क्षितीजाच्या खाली जातो त्याच क्षणी अंधार पडतो. चंद्राला संधिप्रकाश माहित नाही. सूर्य हा जणू चंद्रावरील विजेचा दिवा असून क्षितिज हे त्याचे बटन आहे. चंद्रावरील अंधार हा इतका काळाकुट्ट असेल की एक दोन फुटावरील वस्तूही दिसणार

नाहीत. चंद्रावर वातावरण नसल्याने पृथ्वीवरील निळ्या आकाशासारखे आकाशाचे अस्तित्व दिसत नाही. त्यामुळे चंद्रावर रात्रीच्या आकाशातील तारे चांगले टपोरे आणि ठळक दिसतात. परंतु ते चमचमणार नाहीत. पृथ्वी सारखेच सर्व तारे, नक्षत्रे, १२ राशींचे दर्शन चंद्रावरूनही होईल.

आपण चंद्रावर पोहोचलो की

### चंद्रावर काय, कसे ?

चंद्र मोहिमा यशस्वी होऊन आपण चंद्रावर रहायला जाण्याची स्वप्ने पाहायला हरकत नाही. पण तुमच्या हे लक्षात आलंय ना...

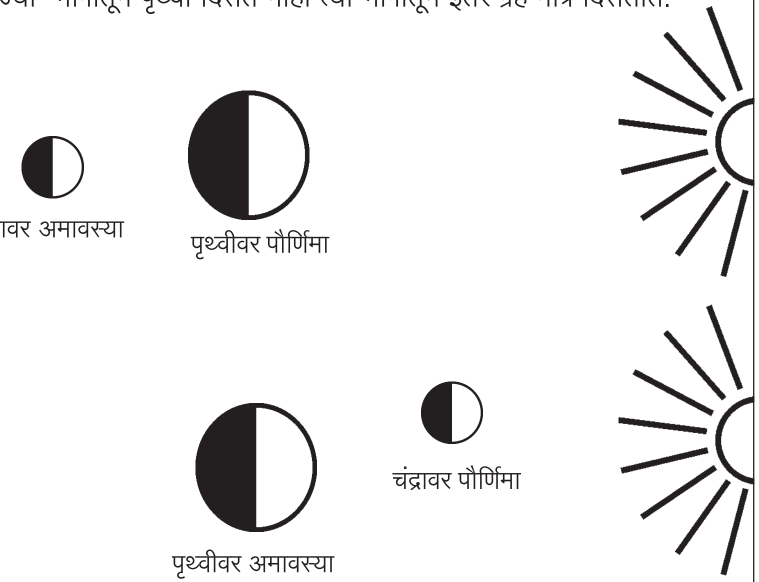
हवा नसल्याने चंद्रावर कानांना ऐकू येणार नाही की नाकाने वासही नाही.

चंद्रावर इथल्यासारख्या गप्पा मारता येणार नाहीत. मात्र मूकबधीरांसारखी खुणांची भाषा वापरता येईल. खिडकीतून बाहेर पाहिले तर फक्त मातकट रंगच दिसतील.

सगळी दृश्ये काळी–पांढरी ! आभाळसुद्धा निळं नाही.

चंद्रावर दोन प्रदेश – पृथ्वीसमोरचा आणि मागचा. समोरच्या भागात १५ दिवसांच्या रात्रीमधे पृथ्वीच्या कला सतत दिसत राहतील. ज्या दिवशी पृथ्वीवर (चंद्राची) पौर्णिमा असते त्याच दिवशी चंद्रावर (पृथ्वीची) अमावश्या असते.

चंद्राच्या ज्या भागातून पृथ्वी दिसत नाही त्या भागातून इतर ग्रह मात्र दिसतात.






प्रथमत: आपणाला आपल्या हलकेपणाची जाणीव होईल. चंद्रावर पृथ्वीवरील वजनाच्या षष्ठांश (१/६) इतके वजन जाणवेल.

पृथ्वीवर समुद्रसपाटीशी गुरुत्वाकर्षणीय त्वरणाची किंमत प्रती सेकंदाला ९.८ मीटर/सेकंद आहे. चंद्रावर ते प्रती सेकंदाला फक्त १.६ मीटर/सेकंद आहे. १०० मीटर उंचीवरून एखादी वस्तू खाली फेकल्यास ४.५ सेकंदात ती पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर येऊन आदळते. चंद्रावर मात्र त्या वस्तूला चंद्रभूमीवर स्पर्श करण्यासाठी किमान ११ सेकंद लागतील.

चंद्रावर कोणतेही काम करताना श्रम पडणार नाहीत. चंद्रावर ३०/४० फूट लांब आणि १५/२० फूट उंच उडी मारणे सहज शक्य आहे. मानवी स्नायूंना फारसे काम करावे लागणार नाही. चंद्राचे आकारमान, वस्तुमान हे पृथ्वीपेक्षा कमी असल्याने चंद्रावर गुरुत्वाकर्षणही कमी आहे. कमी गुरुत्वाकर्षणाचे परिणाम मानवी शरीरावर निश्चितपणे होऊ शकतात.

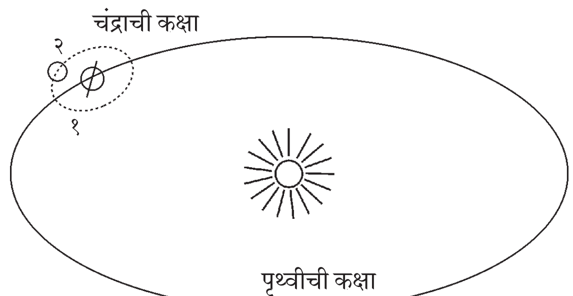
### चंद्रावरून पृथ्वीचे दर्शन

ज्याप्रमाणे पृथ्वीवरून दररोज चंद्र उगवताना किंवा मावळताना दिसतो तशाप्रकारे चंद्रावरून पृथ्वी उगवताना किंवा मावळताना दिसणार नाही कारण चंद्रावर पृथ्वी उगवत नाही किंवा मावळत नाही. ती आकाशात एकाच जागी स्थिर असल्याचा तुम्हाला भास होईल. हा अभूतपूर्व सृष्टी चमत्कार असून आपल्यासमोर प्रश्न उभा राहतो की पृथ्वीवर चंद्राचा उदयास्त होतो मग चंद्रावर पृथ्वीचा उदयास्त का होऊ नये ?

याचे उत्तर असे देता येईल की चंद्राची एकच बाजू नेहमी पृथ्वीच्या दिशेत असते. काही ठिकाणाहून ती क्षितीजावर घोटाळताना दिसेल. काही ठिकाणाहून क्षितिजापासून वर उंच उचललेली आढळेल आणि काही ठिकाणाहून ती उर्ध्वबिंदूजवळ स्थानापन्न झाल्याचे लक्षात येईल. चंद्राची जी बाजू पृथ्वीच्या दिशेत आहे. त्या बाजूचेच दर्शन होत असते. चंद्राच्या विरुद्ध दिशेला आपण मुक्काम केल्यास पृथ्वीचे कधीच दर्शन होणार नाही.

१. चंद्राच्या पृथ्वीकडे असणाऱ्या प्रदेशामध्ये (१५ दिवसांची) रात्र.

२. चंद्राच्या पृथ्वीकडे असणाऱ्या प्रदेशात (१५ दिवसांचा) दिवस.



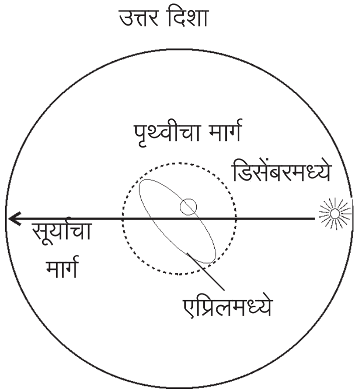
## चंद्र व पृथ्वीचे आकारमान

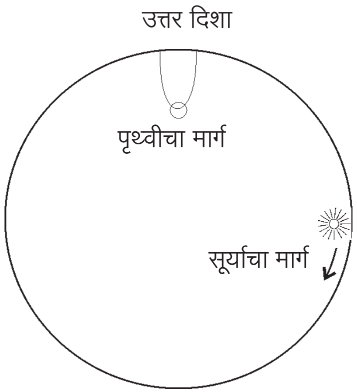
पृथ्वीवरून आपल्या चंद्रबिंबाचा आकार सरासरी अर्धा अंशाचा किंवा ३० कोनीय मिनिटे दिसतो. पण चंद्रावरून पृथ्वीचा आकार (पृथ्वी बिंब) सुमारे ४ पट मोठा दिसेल. पृथ्वीवरील सागर, जमीन, ढग यांचे चंद्रावरून स्पष्ट दर्शन होईल.

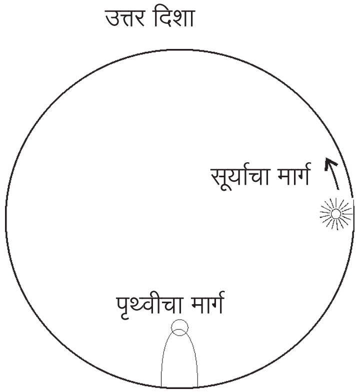
पौर्णिमेच्या पृथ्वीबिंबाच्या प्रकाशात आपण चंद्रावर कोणतीही वस्तू स्पष्टपणे पाहू शकू तसेच पुस्तक वाचतानाही त्रास होणार

### पृथ्वीसमोरच्या चंद्रप्रदेशात

आपण मध्यभागी राहत असलो तर आपल्या डोक्यावर सततच पृथ्वी दिसत राहील. पृथ्वीच्या कला, तिचा आकार कसा बदलत जातो ते आपण सातत्याने बघू शकू. इथे सूर्य पूर्वेला उगवून पश्चिमेलाच मावळेल, पण १५/१५ दिवसांनी. आपल्याला आकाश असे दिसेल.




जर आपण दक्षिण ध्रुवाजवळच्या चंद्रप्रदेशात राहिलो तर सूर्य क्षितिजावरून घड्याळाच्या दिशेने जात राहतो तर पृथ्वी उत्तर क्षितिजावर दिसते.

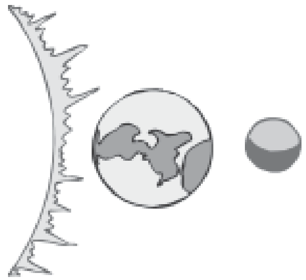
पृथ्वीसमोरच्या चंद्रप्रदेशात आपण उत्तर ध्रुवाजवळ राहिलो, तर सूर्य क्षितिजा–जवळून घड्याळाच्या उलट दिशेने जाताना सलग ८ महिने दिसतो. आणि पृथ्वी दक्षिण क्षितिजावर दिसत राहते.



नाही. आपल्याला पृथ्वीवरून चंद्राच्या कला दिसतात तशाच चंद्रावरून पृथ्वीच्या कला दिसतील. ज्या दिवशी पृथ्वीच्या दृष्टीने चंद्राची पौर्णिमा असेल, त्याच दिवशी चंद्राच्या दृष्टीने पृथ्वीची अमावस्या असणार आहे. याउलट पृथ्वीवरील चंद्राच्या अमावस्येच्या दिवशी, चंद्राच्या आकाशात पृथ्वी आपल्या संपूर्ण तेजाने चमकताना आढळेल.

## ग्रहण दर्शन

चंद्रावरून सूर्यग्रहण पाहण्याची मजा काही वेगळीच असेल. सूर्य आणि चंद्र यांची बिंबे पृथ्वीवरून सारख्याच आकाराची असल्याने पृथ्वीवरून खग्रास सूर्यग्रहण पाहिल्यास ते काही मिनिटात समाप्त झाल्याचे लक्षात येते. चंद्रावरून पृथ्वीकडे पाहिल्यास पृथ्वीचे बिंब हे चौपट दिसत असल्याने चंद्रावरून खग्रास सूर्यग्रहण बऱ्याच कालावधीसाठी दिसेल. ज्या दिवशी चंद्रावर पृथ्वीची अमावस्या असेल, त्याच दिवशी सूर्यग्रहणाचा योग येईल. चंद्रावरील सूर्यग्रहणाची कालमर्यादा ३८ तास म्हणजेच जवळजवळ पावणे दोन दिवस असू शकते. सूर्य पृथ्वीबिंबाच्या मागे अदृश्य झाला की चंद्रावरील तापमान झपाट्याने कोसळू लागते. थोड्याच वेळात ते - १००° सेल्सियस इतके नीचांकी जाऊन स्थिरावते. सर्वत्र गडद अंधार पडतो. पृथ्वीचे काळपट बिंब आकाशात दिसू शकते. या काळात पृथ्वी बिंबासभोवताली एक तेजोवलयही आपल्याला पहायला मिळेल. ते पृथ्वीच्या वातावरणामुळे निर्माण होते.



ज्याप्रमाणे पृथ्वीवरून चंद्रग्रहण दिसते तसेच चंद्रावरून पृथ्वीग्रहण पहावयास मिळते. ज्या दिवशी पृथ्वीवरून सूर्यग्रहण दिसेल. नेमके त्याच दिवशी चंद्रावरून पृथ्वीग्रहण दिसणार आहे. चंद्राची पृथ्वीवर पडणारी सावली पृथ्वी बिंबाला पूर्णपणे झाकू शकणार नाही. सुमारे २ मिनिट कोनीय आकार असलेला काळा डाग पृथ्वीबिंबावरून हळुहळू सरकताना दिसेल. पृथ्वीच्या ज्या भागातून तो काळा डाग सरकत जाईल त्याच भागातील लोकांना खग्रास सूर्यग्रहण पहावयास मिळेल.

अशा प्रकारे अनेक चमत्कार चंद्रभूमीवरून दिसणार आहेत परंतु यासाठी चंद्रावर जाणे आवश्यक आहे.

■

लेखक **: अरविंद गोरेगांवकर** - पेमराज सारडा महाविद्यालय, अहमदनगर येथे अध्यापन करतात. विज्ञान विषयक लेखन.

# खजिन्याचा खेळ

**लेखक** : किरण बर्वे

पुण्याच्या पुसाळकर कॉलनीमध्ये 'आम्ही मित्र' गँग आहे. तशी पंचसोसायटीत प्रसिद्ध आहे. 'आम्ही मित्र' मधे प्रमुख आहेत, विलास, चंदू, पक्या, सुहृद ही ९वी, १० वी तील मुले आणि आभा, आर्या, मधु, नेहा ह्या ९वी तील एकाच वर्गातील अत्यंत आगाऊ आणि व्रात्य मुली. बरोबरच वाढल्यामुळे ह्या आठजणांची घट्ट मैत्री आहे. भांडणे होतात, मध्यस्थ गाठले जातात व शेवट गोड होतो. दिवसभर कॉलनीमधे कुठेही कसेही हुंदडणे, मोठ्या ताई, दादांच्या स्कूटी, स्प्लेंडर वगैरेच्या किल्ल्या पैदा करणे आणि वेळी अवेळी गाड्या उडवणे हे त्यांचे उद्योग. मात्र एकदा कचऱ्याची कुंडी उडवली तर कुंडी तर आपण होऊन भरलीच गँगने पण मग अचानक स्फूर्ति येऊन त्यांनी सगळी कॉलनीच साफ केली.

अशा ह्या गँगचे काही मार्गदर्शक ही आहेत. (तसे असायलाच लागतात हे फलक बघून बघून गँगच्या चांगलेच लक्षात आलेले). हिमांगी ही ट्रेकिंगमधे एक्सपर्ट आणि मोठी माणसे नाराज झाली की साखरपेरणी कधी, कुठे, कशी, कोणी करावी याचे बहुमोल मार्गदर्शन करणार! सुदेश म्हणजे ढँटढँड. Jack of All, Master of .... हिंदी सिनेमातली गाणी, नटनट्यांची माहिती, त्यांची लफडी, कॉलनीतल्या घडामोडी, गाड्यांचे मेक, गाडी ओळखणे इ. विविध विषयावरील उपयुक्त माहिती सुदेशकडे असते. आणि त्याचे काही गुप्त संदेश पोचवले की तो माहिती तुमच्यावर अक्षरशः ओततो. तिसरा अभय हा गंभीर टाइपातला मार्गदर्शक. कोणत्याही गोष्टीचा साधकबाधक विचार करणारा, गंमती पलीकडेही जग आहे, ह्याची गँगला जाणीव करून देणारा. किल्लारी भूकंप, ते त्सुनामी अशा संकटांच्या वेळी गँगबरोबर मदतीचे ढीग गोळा करून ते व्यवस्थित ठिकाणी पोचवणारा. आणि सर्वांत मुख्य म्हणजे अभ्यासात कच्चे राहून वा दुर्लक्ष होऊन कोणी परीक्षेच्या वेळी गळाठू लागला की अभय १ ते २ तासात त्याला सर्व पुस्तकातला विषय इतका सोपा आणि छान समजावून सांगणार की बासच! मात्र गँगमधल्या काही जणांच्या मते त्याची एक वाईट खोड आहे, कुठेही गणित घुसडण्याची.

बघता बघता सुट्टी सुरू होऊनही १५ दिवस झाले. त्याच त्या उनाडक्या करून 'आम्ही मित्र' कंटाळले होते. त्यांनी हिमांगीला पटवले की आम्हाला ट्रेकला घेऊन चल. खरं तर हिमांगीची सबमिशनची गर्दी होती पण ट्रेक म्हटले की बाईसाहेब तयार. सुदेश काही येणार नाही म्हणाला. आणि मग कोणीतरी मोठे पाहिजेच असे नेहा, आर्याची आई म्हटली. अभय दादाला विचारलं तर १-१॥ मिनिटे गंभीरपणाने विचार करुन २९ पासून ३ दिवस येईन असे सांगितले. चला ट्रेक ठरला, पण जायचे कुठे ? ३ दिवसात तोरणा आणि राजगड आरामात करून होतील असे हिमांगीताई म्हणाली आणि मग ठरलंच - 'आम्ही मित्र' ची उन्हाळी दुर्गभ्रमण यात्रा - 'राजगड, तोरणा पदभ्रमण.'

'आम्ही मित्र' पहिल्या दिवशी राजगड चढले. दमले पण सॉलिड मजा आली. राजगडावर मुक्काम करुन तोरण्यावर आले. त्या रात्री तोरण्यावर मुक्काम करुन मग पुण्याला परतणार होते. तोरणा चढून झाला. स्वयंपाक केला. नाइलाजाने खाल्लाही. आता काय करायचे. हिमांगीताईने एकदम सरस खेळ काढला. 'खजिन्याचा खेळ'. ह्यात दोन टीम करायच्या आणि प्रत्येकाला एकेक चिठ्ठी दिली जाते. चिठ्ठीतल्या सूचना पाळून पुढे ठरल्या ठिकाणी गेले की दुसरी चिठ्ठी मिळते. अशा तऱ्हेने डोके लढवून व कधीकधी भिंती ओलांडत आणि इतर कौशल्य वापरत पुढे जायचे असते. अत्यंत धमाल येते. ३ तास कसे जातात कळत सुद्धा नाही.

टीम १ : आभा, आर्या, पक्या, सुहृद.

टीम २ : विकास, चंदू, मधु, नेहा.

पहिली चिठ्ठी 'तोरणाईची राऊली, रोपाची माऊली, वरती लटकती, चिठ्ठी सानुली!' चिठ्ठी वाचताच आठही जण तोरणाईच्या देवळापाशी धावले. विकासने कळसाच्या सावलीपासची रोपाची माऊली म्हणजे कडूलिंबाचे झाड शोधले. चंदूच्या खांद्यावर उभे राहून नेहाने दुसरी चिठ्ठी काढली. तीनदा वाचली व परत होती तशी ठेवून दिली.

हा गट काय करतोय ह्यावर आर्या लक्षच ठेवून होती. त्यामुळे त्यानंतर पाचच मिनिटात टीम १ ला ही चिठ्ठी मिळाली.चिठ्ठीत लिहिले होते,

प्रसंगात असरदार<br>
विचार करणार फार<br>
गणिती डुईवर पागोटे<br>
हृदयशून्य मित्र गोमटे

आता काय शोधणार, काही सुरूवातच करता येईना. असरदार, प्रसंगाला उपयोगी दार शोधून झाले. गोमटे गुळगुळीत खडक शोधून झाले. आणि खडक म्हणजे नक्कीच

हृदयशून्य! पण गणिती डुईवर पागोटे काय ? काहीच कळेना झाले. १५ मिनिटे इकडे तिकडे भटकून टीम १ देवळापाशी येऊन बसली. तिथे बाजूला हिमांगी आणि अभय बसले होते. सुहृदने जरा रोखूनच अभयदादाकडे पाहिले मग ताडकन उठला आणि सरळ अभयदादाला म्हणाला, ''पुढची चिठ्ठी दे'' अभयदादाने खास बांधलेले पागोटे सरकवून चिठ्ठी दिली आणि लिहून घ्या म्हटला.

चिठ्ठीत लिहिले होते 'खाली लिहिलेल्या आकड्यांपैकी केवळ एकच संख्या पूर्ण वर्ग आहे ती शोधून मला म्हणजे 'गणिती डुईवरील पागोट्या'ला सांगा. बरोबर असल्यास पुढची चिठ्ठी मिळेल.'

७५२, १८०८, ३९९, ५४३, ७५५, ६९१, १८४९, १७११, २६११, ४२८४, ६४८६, ११३११, ९९९५७, १००३५२

सुहृदने दुसऱ्यांदा, पक्या, आभा, आर्या ने पहिल्यांदा चिठ्ठी वाचली. ही खास आयडिया आहे. खजिना द्यायलाच नको म्हणून अत्यंत वेळकाढू ॲकॅडमिक सुराग दिला आहे. सगळेच वैतागले पण हळूच उठून दुसरीकडे जाऊन बसले. टीम २ ला अभय दादा मिळू नये म्हणून.

आभा म्हणाली ''प्रत्येकाने तीन तीन आकडे वर्ग आहेत का नाहीत ते बघू या वेळ वाचेल.''

एवढ्यात आर्या म्हणाली ''५४३ कसा असेल वर्ग ? '' ''का का'' ''का ते सांगता येत नाही पण वर्ग असे नसतात.'' ''म्हणजे ?''

आभा म्हटली, ''म्हणजे वर्गाच्या शेवटचा अंक ३ येत नाही.'' "Great" सुहृद म्हणाला, "Friends There are."

तिघेही ओरडले. ''मराठीत बोल.''

''मित्रांनो, अजूनही असे आकडे आहेत, जे वर्गाच्या शेवटी येत नाहीत. उदा. २''

'हुर्रे हुर्रे सगळ्यात पहिला आणि सगळ्यात शेवटचा आकडा काढला.'' आभा खाकरत सगळ्यांचे लक्ष वेधून घेत म्हणाली, ''आणि ७ व ८ हे शेवटी येत नाहीत.'' ह्या निरीक्षणानंतर एक, दोन मिनिटे समूहनृत्य झाले.

सुहृदने सर्वांना शांत करुन विचारले, आता कोणते आकडे शिल्लक राहिले ?

३९९, ७५५, ६९१, १८४९, १७११, २६११, ४२८४, ६४८६, ११३११

१४ तले ५ गेले ९ राहिले.

आर्याने ''३९९ हा वर्ग असूच शकत नाही कारण ४०० हा वर्ग. त्याच्या इतक्या जवळ पूर्ण वर्ग असणारच नाही'' असे सांगून संख्या ८ वर आणली. पक्यानेही ७५५ नको असे बजावले त्याचे म्हणणे होते - ७५५ ला ५ ने भाग जातो, पण २५ ने जात नाही. असे कसे असेल ? कारण समजा

७५५ = a$^{२}$ = ५k ५ ने a ला भाग जातो. म्हणून २५ ने a$^{२}$ ला भाग जायला पाहिजे. ७ वर गाडी आली आणि जवळपास दहा मिनिटे अडून राहिली. दुसरी टीम आत्ता आत्ताच अभयदादाकडे जाऊन पोचली होती ही त्यातल्या त्यात सुखाची बाब. त्यातल्या त्यात ६९१ वर प्रयत्न चालू होते. ३, ५, ७, ११, १३, १७, १९, २३, २९ ह्या सर्वच मूळ संख्यांनी ६९१ ला भाग जात नाही. ६९१ वर्ग कसली मूळ संख्या आहे ! आता ६ तील एक शोधायचा. आर्याने एक जवळचा मार्ग काढला, अभयदादाला पटवण्याचा. तिने अभयदादाशी लाडी गोडी लावून क्लू मिळवला. तो म्हटला होता. '४ ने भागून बघा.' ''हे काय ४ ने भागून काय करायचं ?'' सुहृद आणि आभाने थोडेसे अधिक गणित वाचले होते. त्यामुळे त्यांना कुठल्याही संख्येला ४ ने भागले असता बाकी ०, १, २, ३ अशी असते हे माहीत होते. त्यांनी मग

(४k)$^{२}$ = १६k$^{२}$ चारने भागले बाकी ०

(४k+1)$^{२}$ = १६k$^{२}$ + ८k + १ चारने भागले बाकी १

(४k+2)$^{२}$ = १६k$^{२}$ + १६k + ४ = चारने भागले बाकी ०

(४k+3)$^{२}$ = १६k$^{२}$ + २४k + ९ चारने भागले बाकी १

''आँ.'' दोघांनीही टणकन उडी मारली. वर्गाला ४ ने भागले असता बाकी ० व १ च असते. बाकी २ व ३ कधीच नसते. तर मग आता ''चारने भागा'' चौघेही जण ओरडले.

१८४९ चारने भागले बाकी १ ✓

१७११ चारने भागले बाकी ३ ×

(अजून एक आकडा अलगद गळला)

२६११ चारने भागले बाकी ३ ×

४२८४ चार ने भागले बाकी ० ✓

६४८६ चार ने भागले बाकी २ ×

(गळला)

११ ३११, चार ने भागले बाकी ३ ×

बेस्टच! केवळ २ च उरले!

१८४९ व ४२८४

४२८४ = ४२ x १०२ = ४२ x ५१ x २

हा वर्ग असू शकत नाही.

१८४९ = ४३ x ४३

आपल्याला हवा तो वर्ग मिळाला.

आता संधीप्रकाशच उरला होता. खजिना हस्तगत करायचा तर घाई करायला हवी होती. गँग धाडकन अभयदादाला धडकली. १८४९ = ४३$^{२}$ हाच एक वर्ग आहे सांगितले. अभयदादाने हसून हिमांगीकडे हात केला. तिने भिंतीकडे बोट दाखवले भिंतीपर्यंत जात असतानाच पक्या ला पांढरे पांढरे काही दिसले. तो थेट हात घालणार तोच आर्या म्ह ण ाली, ''जरा जपून अगोदर बघ.'' शेवटची चिठ्ठी मिळाली. गद्य साधी पण खजिना देणारी. ''देवळातली बळद्यात खूप खाऊ आहे. तुम्ही खा व पोटभर पाणी प्या.'' बळद म्हणजे काय हे माहीत नव्हते पण खाऊच्या वासावर हुंगणाऱ्या चौघांसाठी ते काही माहिती हवेच असे नव्हते. तिसऱ्या मिनिटाला जवळजवळ दोन किलो दाणे अतिशय उत्तम गुळ ओला हरभरा मिळाला. खजिन्याला योग्य वारस मिळाला!

'हा आपणच खायला सुरूवात करायची का त्यांच्यासाठी थांबायचे' इति आभा. मग दुसऱ्या टीमसाठी सारखाच खाऊ काढून ठेवत विजयी टीम गुळ, दाणे, खाऊ लागली. सुहृद म्हणालाच, ''पण आजचा सर्वात मस्त खाऊ 'चार ने भागा.''

■

लेखक : **किरण बर्वे** - गणित आणि शिक्षणात रस. आंतरराष्ट्रीय ऑलिम्पियाड आणि आयआयटी, जीईई ला शिकवतात.

निर्मळ

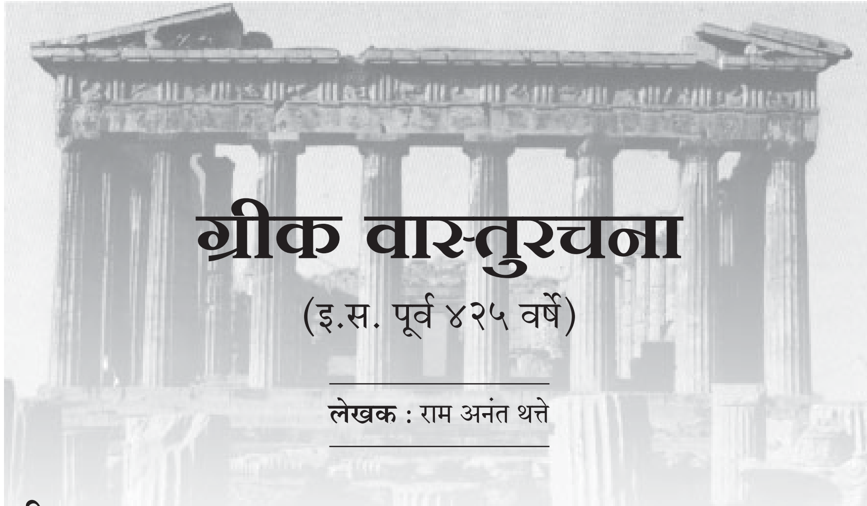
रानवारा

रानवारा महिन्यातून एकदा मुलांना भेटायला येतो. मुलं फक्त उद्याची नागरिक नाहीत, आजचं मूल म्हणून आनंदानं जगण्याचा त्यांना हक्क आहे. मुलांचं मनोरंजन करावं, त्यांना खूप खूप माहिती द्यावी, भरपूर आनंद द्यावा - यासाठी रानवारा आहे.

**अंकाची किंमत रु. १५/- वार्षिक वर्गणी रु. १५०/- सहामाही वर्गणी रु. ७५/- द्विवार्षिक वर्गणी रु. ३००/- आजीव सभासद फी रु. २०००/-**

वंचित विकास संचलित - रानवारा
४०५/९ नारायण पेठ, मोदी गणपतीमागे, पुणे ४११ ०३०.
फोन - २४४५४६५८, २४४८३०५०



# ग्रीक वास्तुरचना

(इ.स. पूर्व ४२५ वर्षे)

**लेखक** : राम अनंत थत्ते

ग्रीसमध्ये ग्रीकांची निरनिराळी नगरराज्ये होती. त्यांचे सर्वांचे कारभार हे स्वतंत्रपणे चालत असत. ग्रीसमधल्या घनदाट अशा पर्वतराजीमधे वसलेली ही सर्व नगरराज्ये परकीय आक्रमणाच्या वेळी एक होऊन शत्रूशी मुकाबला करीत असत व त्यामुळे झालेल्या युद्धांत त्यांचा नेहमीच विजय होत असे. त्यामुळे त्यांचा प्रखर राष्ट्रवाद जागृत राहिला. 'अथेन्स' नगरीला ग्रीकांमध्ये अनन्य साधारण असे महत्त्व होते. ते मध्यवर्ती ठिकाण असल्यामुळे सर्वांनाच सोयीचे ठरले. सर्व नगर राज्यांच्या राजधानीचे शहर म्हणून 'अथेन्स' हे नमुनेदार शहर ओळखले जाई. पर्वतराजींनी वेढलेल्या ह्या नगरीत सर्वांत उंच शिखरावर ग्रीक देवालये व राजेरजवाड्याचे महाल असत. पर्वताच्या पायथ्याशी बाजारपेठा व नागरी वस्ती असे. समुद्र जवळच असल्याने ॲथेन्स करता पिरॅइअस नावाचे बंदर, कॉरींथ करता लेचायम आणि आर्गोसच्यासाठी प्लीआ अशी बंदरे होती.

अथेन्स शहराची रचना अतिशय देखणी व प्रमाणबद्ध अशी होती. ॲक्रोपोलीसच्या (तटबंदी) आतील धर्मपीठ, खाली असलेल्या नागरी वस्तीपेक्षा २०० ते ३०० फूट उंच स्थानी होते. त्याच्या व्यासपीठावर ॲथेनाची एलीफंटाइन स्केल मधली भव्य अशी ४० फूट उंचीची मूर्ती होती. बाजूला पार्थिनॉन व इरोक्थेयम उभी आहेत. त्यात प्रवेशासाठी प्रॉपेलीया हा दरवाजा अत्यंत कलापूर्ण असा अलंकरण केलेला होता. तेथून आजुबाजूची पर्वतराजी व सागराचे नयन्यरम्य असे दर्शन नजरेचे पारणे फेडत असेल.

ॲक्रोपोलीसपाशी डायोनिससचे थिएटर, संगमरवरात बांधलेले धर्मचर्चेचे व्यासपीठ, एक्युलेपियसचे मंदिर अशा भव्य

इमारती त्यावेळी दिमाखाने उभ्या होत्या. टेकड्याच्या पायथ्याशी नागरिकांची वस्ती व मोकळ्या जागा, त्यात सभागृह, क्रिडांगणे, मल्लांच्या साठी आखाडे, जिमखाने व प्लेटोने स्थापन केलेली ॲकेडमी.

भव्य बाजारपेठेभोवती सभोवार उभे असलेले उंच स्तंभ व त्यातील कमानींमध्ये झ्यूस व बारा मुख्य देवतांचे पुतळे, सिनेट हाऊस, अपोलो देवाचे मंदिर, अथेनियन लोकांच्या पूर्वजांच्या मूर्ती होत्या. रस्ते खडबडीत व कच्च्या विटांचे बनवलेले होते.

**मंदिरे**

इजिप्तशियन मंदिरांसारखी भव्य अशी मंदिरे ग्रीस मध्ये नव्हती पण जी मंदिरे बांधली गेली ती मात्र शास्त्रशुद्ध अशा पायावर उभी केली गेली. तर मंदिर बांधण्याचे स्वतंत्र शास्त्र डोरीक, आयोनिक व कॉरंथाइन लोकांनी निर्माण केले. त्याला शास्त्रीय परिभाषा, प्रमाण व परंपरा दिली.

पंचमहाभूतांचे मानुषीकरण केले असल्यामुळे निरनिराळ्या देवदेवतांची मंदिरे उभारली गेली. त्यासाठी मंदिरांचे 'वास्तुशास्त्र' निर्माण केले गेले.

मंदिरांची आखणी ही आयताकृतीत केली गेली. मंदिराच्या गर्भगृहाला नाओस अथवा सेला म्हणत. तेथे मुख्य देवतेची मूर्ती ठेवली जात असे. स्तंभाच्या रचनेनुसार मंदिरांचे प्रकार होते.

१) Astyle स्तंभाशिवाय उभारलेले मंदिर
२) Antis दोन स्तंभाचे मंदिर
३) Prostyle चार स्तंभांचे मंदिर
४) Amphiprostyle मंदिराच्या पाठीमागे अन पुढे पण चार स्तंभ
५) peripterial मंदिराच्या पाठीमागे पुढे व दोन्ही बाजूना स्तंभ
६) Diptperal मंदिराला सर्व बाजूनी स्तंभांच्या दोन दोन रांगा असत.
७) Pseudo dipteral मंदिराला गर्भगृहाच्या बाहेरून स्वतंत्रपणे चारी बाजूंनी स्तंभांची एकच रांग असे.

आयताकृती शिवाय गोलाकारी गर्भगृह किंवा प्रवेशाचा व्हरांडा देखील मंदिरामध्ये होता. मंदिराच्या बाहेरील बाजूस प्रवेशाच्या ओवरीचे (व्हरांडा) चार प्रकार होते. चार स्तंभांचा, सहा, आठ, आणि दहा स्तंभांचा व्हरांडा.

ग्रीक वास्तुकलेवर डोरीक, आयोनिक व कॉरंथाइन लोकांचा प्रभाव पडला. वास्तू उभारणीसाठी मुख्यत्वेकरून आधार स्तंभ कसे असावेत - त्याची उपयुक्तता जास्तीत जास्त मजबुतीसाठी असावी, ह्या दृष्टीने डोरीक लोकांनी स्तंभांची रचना केली. आयोनिक लोकांनी त्या स्तंभांना विशिष्ट असे रूप व प्रमाण दिले व कॉरंथाइन लोकांनी ह्या सर्वांच्या जोडीला त्याला बहारदार असे अलंकृत रूप दिले.

## ग्रीक तत्त्ववेत्ते

ग्रीसमध्ये होऊन गेलेले तत्त्ववेत्ते व त्यांनी दिलेले तत्त्वज्ञान आजही आपणा सर्वांना मार्गदर्शन करते. होमर सारख्या अंधकवीने लिहीलेली 'इलीयड' व 'ओडीसी' ही महाकाव्ये आज ही ग्रीक लोकांमध्ये प्रचलित आहेत. सॉक्रेटीसचे तत्त्वज्ञान हे पाश्चिमात्य तत्त्वज्ञानी लोकांना प्राणप्रिय होते. ते त्याला 'तत्त्वज्ञानाचा जनक' म्हणून ओळखत. त्याचा शिष्य प्लेटो व प्लेटोचा शिष्य ॲरिस्टॉटल हे तीन थोर पुरुष होऊन गेले. प्लेटोचे खरे नाव ॲरिस्टॉक्सिज होते परंतु त्याच्या भरदार अशा रुंद छातीमुळे त्याला 'प्लेटो' हे नाव मिळाले.

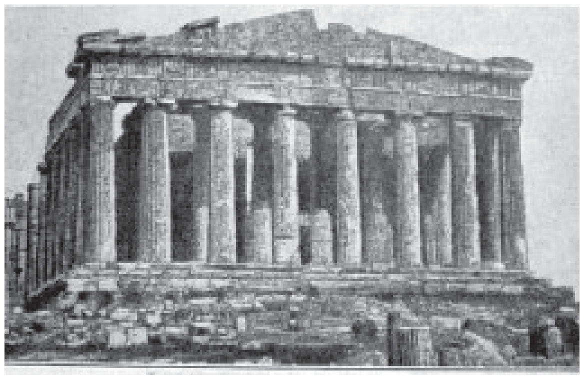
ॲथेन्स जवळ एक सुंदर अशी बाग होती तिचे नाव होते ॲकेडमी. काही समवयस्क तरुणांना बरोबर घेऊन विचार विनिमय करताना तेथे आपण शाळा काढावी असा विचार प्लेटोने केला व त्या शाळेला ॲकेडमी हे नाव त्याने दिले. ॲकेडमी मध्ये अंकगणित, भूमिती ज्योतिर्विज्ञान, स्वरशास्त्र (Harmonics) असे विषय संवाद पद्धतीने शिकवले जात. सॉक्रेटीसाच्या तत्त्वज्ञानानुसार एखाद्या प्रश्नावर चर्चा करून सत्य शोधून काढण्याचे या शाळेत शिक्षण होई.

**कर्याटीड**

अथेन्सच्या ॲक्रीपोलीसवरील इरेक्थियम मंदिराच्या बाजूला उभे असलेले हे कर्याटीड. मंदिर वास्तूच्या उभारणीसाठी स्तंभाच्या रचना निरनिराळ्या प्रकारे झाल्या. कर्ये येथील आर्तेमिस देवतेच्या दासींना कर्याटीड म्हणत. ह्या मंदिराच्या बाहेरील भागी असलेले स्तंभ स्त्रीमूर्तींनीच बनवलेले आहेत.

**पार्थिनॉन :** (४५० ख्रि.पू.)

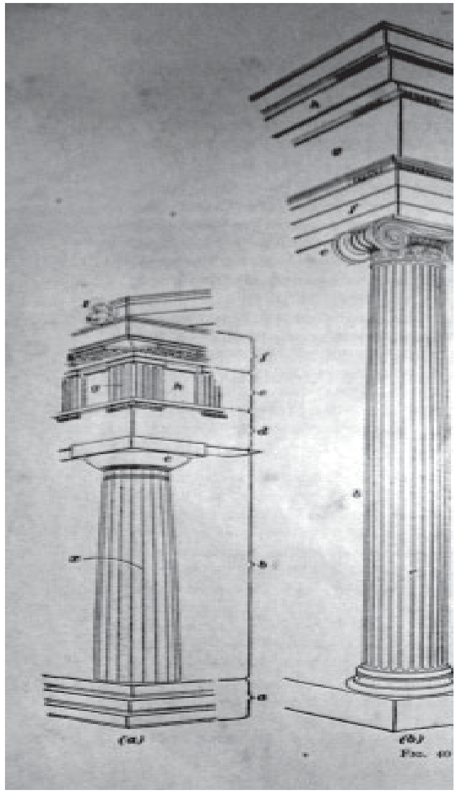
ॲथेन्सच्या ॲक्रोपोलीसवर ॲथेना देवतेचे मंदिर. इक्टिनस् व कॅलीक्रेटीस ह्या दोन निष्णात वास्तुशास्त्रज्ञांनी ख्रि.पूर्व ४७७ वर्षापासून ह्याची उभारणी दहा वर्षात, संपूर्णपणे सफेद संगमरवराच्या दगडामध्ये केली. २२५ फूट × १००फूट लांबी रुंदीचे हे मंदिर; ह्याचा आराखडा प्रोस्टाइल पद्धतीचा आहे. त्याच्या गर्भगृहात एलीफंटाइन प्रमाणाची ॲथेनाची ४० फूट उंचीची मूर्ती होती. गर्भगृहाच्या भिंतीवर बाहेरील बाजूनी ५०० फूट लांबीची व ३ फूट रुंदीची शिल्पपट्टी होती. तिच्यावर ॲथेनाच्या दर चार वर्षांनी निघणाऱ्या मिरवणुकीचे चित्र शिल्प कोरलेले होते. पूर्वेच्या बाजूला ॲथेनाचा जन्म, पश्चिम बाजूच्या तिकोनिकेत पॉसिडॉन व ॲथेनामधील युद्धाचे प्रसंग आहेत. चवदाव्या शतकांत तुर्क लोकांनी मंदिरात साठवलेल्या दारुगोळ्याचा स्फोट होऊन मंदिराचे प्रचंड नुकसान झाले.





स्तंभांवर असलेल्या वरील भागापासून तो त्याच्या बैठकीपर्यंत सर्वांची विभागणी शास्त्रशुद्ध अशी असे. बैठक, स्तंभाचा दंड (column) व त्यावर तोललेले पीठ अशी रचना असे. त्या पीठासनांचे पण विविध प्रकार करून त्यावरील पट्टांची विभागणी करण्यात येई.

डोरीक स्तंभाचा दंडगोल भाग shaft म्हणून ओळखला जातो. वरील शीर्षासह (capital) स्तंभाची उंची दंडगोलाच्या व्यासाच्या चौपटीपासून ते सहापटीपर्यंत ठेवतात. दंडगोलावर २० फटी (flutes) कोरलेल्या असतात. ह्या फटींमुळे सूर्यप्रकाशात स्तंभावर अनायासे छाया प्रकाशाचा खेळ बघावयास मिळतो व त्यामुळे नयनरम्यता येते. डोरीक स्तंभाना बैठक नसते. डोरीक स्तंभांचा वरील भाग निमुळता असतो.



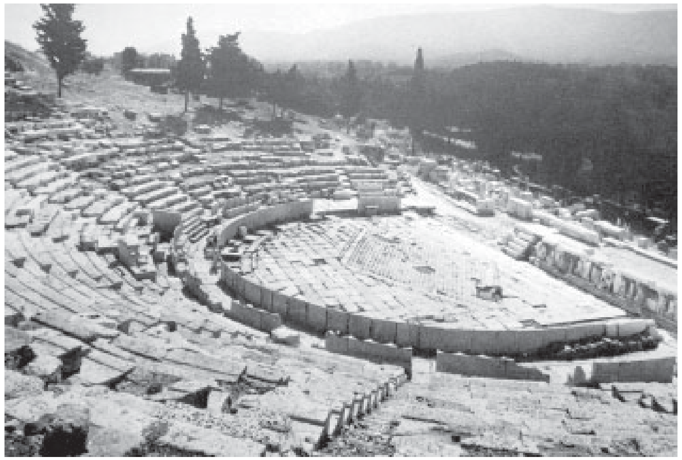
आयोनिक स्तंभाची उंची त्याच्या दंडगोलाच्या व्यासाच्या नऊपट असते. दंडगोल हा सर्वत्र एकाच व्यासाचा असतो व त्यात २४ धारी (flutes) असतात. स्तंभाना गोलाकारी दोन-तीन पाखी बैठक असते व एक सोडून एका धारेची पाकळी केलेली असते. शीर्ष हे चार वर्तुळाकार बाहेर डोकावणाऱ्या पाकळ्यांचे (volutes) बनविलेले असते.

कॉरॅथाइन स्तंभ हा दंडगोलाच्या व्यासाच्या दहापट उंचीचा असतो. दंडगोलाच्या व्यासाइतका किंवा दीडपट उंचीचे शीर्ष स्तंभावर केलेले असते, घंटाकारी शीर्ष हे दोन भागांमध्ये केलेले असते व त्यावर ॲकॉंथस झाडाच्या पानांचे भरगच्च असे अलंकरण केलेले असे.

स्तंभावर पीठ तोलून धरलेले असे. त्यावर पौराणिक प्रसंग शिल्पित केलेले असत. त्यावर कंगोरे फिरवलेले असत.

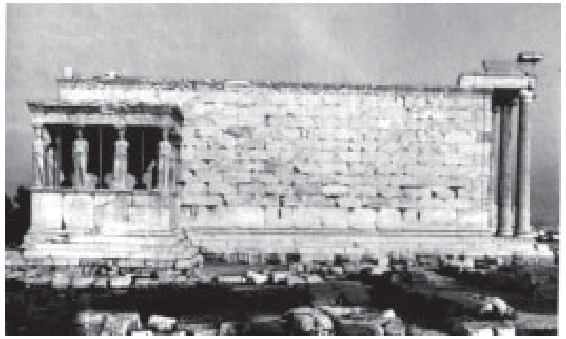
**इरेक्थियम :** (४२० ख्रि.पूर्व) पेरीक्वीसच्या वेळी ॲथेना पोलीयस ह्या नगरदेवतेकरीता बांधलेले हे मंदिर. पर्शियन लोकांनी ख्रि.पूर्व ४८० यावर्षी हे मंदिर जाळून टाकले. परंतु आज जे अवशेष उभे आहेत त्यावरून ते आयोनिक पद्धतीने बांधले गेलेले पूर्वीच्या कलेचा अप्रतिम नमुना म्हणून आजही ओळखले जाते.

**थिएटर :** (४०० ख्रि.पूर्व) छपराविना असलेले ओपन एअर थिएटर. हे दोन भागात विभागलेले असे. पहिला भाग गोलाकार; नृत्याकरिता किंवा वाद्यवृंदाकरिता जागा व दुसरा प्रेक्षकांकरिता अर्धचंद्राकृती आकारात वर चढत जाणाऱ्या पायऱ्यापायऱ्यांच्या टप्प्यांनी बनवलेला. मध्ये प्रेक्षकांकरिता जागा केलेली असे या थिएटरचा व्यास जवळजवळ



६०० फूट होता. हे सर्व थिएटर व त्याच्या पायऱ्या ह्या तेथे पूर्वी असलेल्या टेकडीमधूनच कोरून काढलेल्या होत्या.





इमारतीच्या बाहेर फिरवलेल्या किनारीचे नऊ प्रकार असत. इमारत अथवा मंदिरांच्या बाहेर चारी बाजूंनी कोरून काढलेल्या कंगोऱ्याच्या पट्ट्यांवर ॲकाँथस झाडाची पर्णावली, स्वस्तिक, हनीसकल (वेली), कमळफुले ह्यांचे नक्षीकाम केलेले असे. निसर्गातील पाने फुले ह्यांचा वापर भरगच्चपणे केल्याने मंदिराभोवती फिरताना खूपच नयनरम्यता येते.

इमारतीसाठी अचूकपणे कोरीवकाम करून संगमरवराच्या मोठमोठ्या शिला वापरून बसवत असत त्यासाठी कुठलेही सिमेंट वा चुना वापरीत नसत. ह्या शिला खूप प्रचंड प्रमाणाच्या मोठ्या असत.

छत हे लाकडी असे. दरवाज्याच्या वरील भागास दगडाच्या शिला बसवित. त्याला अलंकरण केलेले असे.

आपल्याकडे भारतात ॲलेक्झाँडरच्या स्वारीनंतर पडलेला ग्रीकांचा प्रभाव आपल्याला खूपच गोष्टी देऊन गेला त्यात ही मंदिरांची रचना. ह्याच मंदिर पद्धतीनुसार अपराजित, प्रच्छ कश्यपशिल्प, वराहमिहीराच्या बृहत्संहिता मानसोल्लास वगैरे ग्रंथांमध्ये मंदिर उभारणीचे शास्त्र आढळते. इ.स. पूर्वी तिसऱ्या शतकापासून ते इ.स.च्या दुसऱ्या शतकांत निर्माण झालेल्या बौद्ध गुंफामधून ह्याच मंदिरशास्त्राचे परंतु संपूर्णपणे भारतीय पद्धतीचे अवलंबन आजही आपणास पाहता येते.

■

लेखक : **राम अनंत थत्ते**
शिल्पकार. अजिंठा येथील गुंफांचा विशेष अभ्यास, 'अजिंठा' हे पुस्तक अक्षरमुद्रा प्रकाशनातर्फे प्रकाशित.

जडणघडण



# जग इलेक्ट्रॉनिक्सचे

## लेखांक-५

**लेखक** : राजश्री राजगोपाल, प्रियदर्शिनी कर्वे

इलेक्ट्रॉनिक्सच्या जगातील सफरीत आत्तापर्यंत आपण पहिली पायरी पार केली. इलेक्ट्रॉनिक्सच्या सुट्या भागांशी आपण तोंडओळख करून घेतली. आता हे सुटे भाग, दोन प्रकारे विद्युत संदेश कसे हाताळतात, हे आपण पाहणार आहोत.

संदेशहाताळण्याच्या पद्धतीतल्या फरकांवरून इलेक्ट्रॉनिक विद्युत मंडळांचे दोन प्रकार पडतात - ॲनालॉग व डिजिटल. या दोन प्रकारांच्या विविध संयोगांमधून (combinations) आपल्या भोवताली दिसणारी अनेक विस्मयकारक इलेक्ट्रॉनिक उपकरणं तयार झाली आहेत. या लेखात आपण ॲनालॉगची ओळख करून घेणार आहोत.

### ॲनालॉग दुनिया

आपण प्रत्येक जण वेगवेगळ्या स्वरांत आणि पट्टीत बोलतो. आपल्याला वेगवेगळे रंगच नाही तर, प्रत्येक रंगाच्या वेगवेगळ्या छटाही दिसतात. दुपारच्या उष्म्याची जागा संध्याकाळी हळूहळू वाऱ्याच्या झुळुका घेतात, तेव्हा तापमानात होणारे सुखद पण सूक्ष्म बदल आपल्याला जाणवतात. आपल्या आजुबाजूला अशा प्रकारच्या सलग (continuous) बदलाची अनेक उदाहरणं पहायला मिळतात. 'ॲनालॉग'चा संबंध अशा सलग बदलांशी आहे.

ॲनालॉग (analog) हा शब्द इंग्रजीतल्या ॲनालॉजी (anology) या शब्दावरून आला आहे. कारण आणि परिणाम यामध्ये असणारी समरूपता दर्शवण्यासाठी या शब्दाचा वापर केला जातो. उदा. आपण एखाद्या वाद्याची तार छेडली, तर ती एका विशिष्ट वारंवारतेने कंप पावते. हे झालं कारण. याचा परिणाम म्हणून आपल्याला त्या वारंवारतेशी संबंधित स्वर ऐकू येतो. आता तारेवर वेगवेगळ्या ठिकाणी बोटाने दाब देऊन आपण तारेची वारंवारता बदलू शकतो. त्याचप्रमाणे तार कमी किंवा जास्त जोराने छेडून आपण उमटणाऱ्या स्वराची महत्ता (loudness) कमी किंवा जास्त करू शकतो. म्हणजेच कारणामध्ये केला जाणारा बदल लगेच परिणामातही

घडून येतो, आणि कोणत्याही क्षणी कारण व परिणाम यांच्यात सम प्रमाण असतं. ध्वनी निर्माण करणाऱ्या सर्वच उपकरणांचं हे वैशिष्ट्य आहे. म्हणूनच आपण म्हणतो की ध्वनी ही ॲनालॉग राशी आहे. काळाबरोबर सलगपणे बदलू शकणाऱ्या राशीला ॲनालॉग राशी म्हणतात.

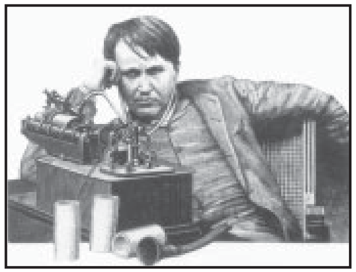
**ध्वनी व प्रकाश**

ध्वनी किंवा प्रकाश किंवा तत्सम ॲनालॉग राशीचं विद्युतीय संदेशात रूपांतर केलं की ॲनालॉग संदेश तयार होतात. इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांमध्ये ॲनालॉग संदेश तयार करण्याची व हाताळण्याची क्षमता असल्यामुळेच त्यांचा आपल्या आयुष्यावर एवढा प्रभाव पडला आहे. टेप रेकॉर्डर, रेडिओ, टीव्ही, इतकंच काय तर टेलिफोनही ॲनालॉग संदेशांवरच चालतात. ॲनालॉग विद्युतमंडळं या उपकरणांचा एक महत्त्वाचा भाग आहेत. ही विद्युतमंडळं ॲनालॉग संदेश कसे तयार करतात किंवा हाताळतात? चला, या प्रश्नाचं उत्तर शोधू या.

प्रथम ॲनालॉग संदेश तयार करण्याबद्दल विचार करू. एखादा आवाज जर ध्वनिमुद्रित करायचा असेल, तर ती ध्वनिमुद्रिका जेव्हा वाजवली जाईल तेव्हा ऐकू येणाऱ्या आवाजाची महत्ता (loudness) किंवा शास्त्रीय परिभाषेत ध्वनीलहरीचा आयाम (amplitude) आणि पट्टी (pitch) किंवा शास्त्रीय परिभाषेत वारंवारता (frequency) मूळ आवाजाबरहुकूमच यायला पाहिजे. म्हणजेच या आवाजाची विद्युतीय स्वरूपात साठवणूक करताना, मूळ आवाजात जे काही चढउतार झाले होते, ते जसेच्या तसे नोंदले

### जगातल्या पहिल्या रेकॉर्डिंगबद्दल तुम्हाला माहिती आहे?

१८७७ साली थॉमस एडिसनच्या (१८४७-१९३१) आवाजातलं प्रसिद्ध बालगीत 'मेरी हॅड ए लिटल लँब' हे जगातलं पहिलं रेकॉर्डिंग होतं. एडिसनच्या रेकॉर्डिंग करण्याच्या या ॲनालॉग यंत्राचं नाव होतं. फोनोग्राफ (फोटो पहा). एका मेणाच्या



सिलिंडरवर कोरलेल्या ओरखड्याच्या स्वरूपातलं हे रेकॉर्डिंग होतं. या यंत्रात विजेवर चालणारे कोणतेही भाग नव्हते! आवाजाचं रेकॉर्डिंग करण्यासाठी तसंच पुन्हा तो आवाज ऐकण्यासाठी एका सुईच्या यांत्रिकी कंपनांचाच केवळ वापर केलेला होता.



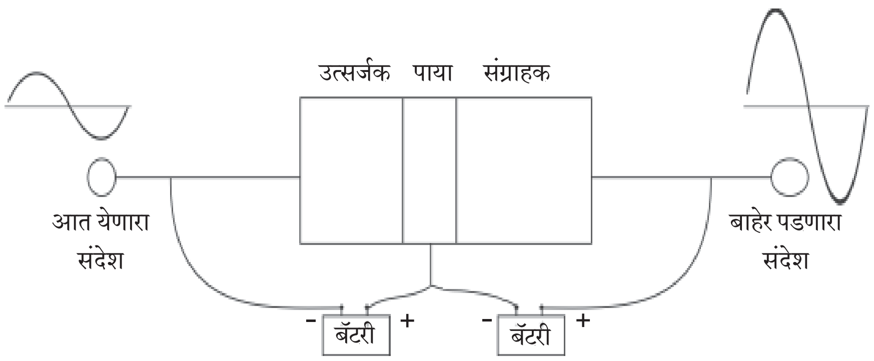
जायला हवेत. यासाठी विद्युतीय ॲनालॉग संदेश तयार करण्यासाठीच्या विद्युतमंडळात एक संवेदक किंवा रूपांतरक (sensor or transducer) वापरला जातो. हा या विद्युतमंडळाचा अतिशय महत्त्वाचा घटक आहे. कोणत्याही विशिष्ट स्वरूपातील ऊर्जेचं विद्युतीय ऊर्जेत रूपांतर करणारं साधन म्हणजे संवेदक. मागच्या अंकात आपण एका संवेदकाची तोंडओळख करून घेतली आहे - प्रकाश द्विप्रस्थ (Light diode) म्हणजे एक प्रकारचा प्रकाश संवेदकच आहे. असेच अनेक प्रकारचे संवेदक असतात. संवेदक वापरून दाब, उष्णता, स्थान (स्थितिज ऊर्जा), प्रवाह (गतिज ऊर्जा), इ. अनेक स्वरूपातील ऊर्जेचं विद्युतीय ऊर्जेत रूपांतर केलं जातं. आपल्या नेहमीच्या वापरातल्या इलेक्ट्रॉनिक उपकरणांत असे कोणकोणत्या प्रकारचे संवेदक वापरलेले असतात, याचा अंदाज बांधता येईल?

**रूपांतरण**

संवेदकाद्वारे आपल्याला विभवांतर (voltage) किंवा विद्युतधारा (current) या स्वरूपातच संदेश मिळतो. एका प्रकारच्या ऊर्जेचे दुसऱ्या कोणत्याही प्रकारच्या ऊर्जेत रूपांतर करणाऱ्या साधनाला रूपांतरक (transducer) म्हणतात. तेव्हा एका अर्थाने संवेदक हा रूपांतरकाचा उपप्रकार म्हणता येईल. बऱ्याच प्रणालींमध्ये - विद्युतीय, यांत्रिकी, रासायनिक, इ. -

आकृती १ - मायक्रोफोन

रूपांतरकांचा वापर होतो. काही नेहमीच्या उपकरणांमध्ये विद्युतीय प्रणालींमध्येही संवेदकांबरोबरच रूपांतरकांचाही वापर केला जातो. याचं एक उदाहरण म्हणजे मायक्रोफोन (किंवा माईक). नेहमी वापरल्या जाणाऱ्या माईकमध्ये एका लवचिक पडद्याला एका तारेचं भेंडोळं जोडलेलं असतं (आकृती १ पहा). ही तार एका चुंबकीय क्षेत्रात ठेवलेली असते. आपण जेव्हा माईकपुढे बोलतो, तेव्हा ध्वनिलहरी पडद्यावर आदळतात, आणि त्यात कंपनं निर्माण होतात. म्हणजेच ध्वनी ऊर्जेचं यांत्रिकी ऊर्जेत रूपांतर केलं जातं. पडद्याला जोडलेली तार या यांत्रिकी ऊर्जेचं विद्युत ऊर्जेत रूपांतर करते. पडद्याच्या कंपनांबरोबर या तारेची चुंबकीय क्षेत्रात मागे-पुढे अशी हालचाल होते, आणि त्यामुळे तिच्यातून विद्युतधारा वाहू लागते. ध्वनिलहरीत जसजसे चढउतार होतात, अगदी तसेच चढउतार या विद्युतधारेतही होतात. उदा.




**आकृती २ - संदेशाचे ट्रान्झिस्टरच्या मदतीने वर्धन**

ध्वनिलहरीचा आयाम वाढला म्हणजेच आवाज मोठा झाला, की तितक्याच प्रमाणात विद्युतधारेची मात्राही वाढते.

**संदेशात बदल**

एखाद्या संवेदक किंवा रूपांतरकाने एकदा ॲनालॉग संदेश तयार केला, की ऊर्वरित विद्युतमंडळ त्यावर आवश्यक ती प्रक्रिया करतं. काही विद्युतमंडळं संदेशाचं वर्धन करतात, तर काही क्षीणन (attenuation) करतात. काही विद्युतमंडळं संदेश इतर संदेशापासून अलग ठेवण्याचं काम करतात, काही त्याच्यात विकृती (distortion) निर्माण करतात, तर काही आणखी काही बदल घडवून आणतात. विविध प्रकारचे ट्रान्झिस्टर व द्विप्रस्थ हे रोधक, धारित्र यासारख्या काही इलेक्ट्रॉनिक घटकांच्या मदतीनं ही कामं करतात. ॲनालॉग संदेशात जे काही बदल केले जातात, किंवा ज्या काही प्रक्रिया त्याच्यावर केल्या जातात, त्या करताना मूळ संदेशाशी या विद्युतीय संदेशाच्या असलेल्या समरूपतेला कुठेही बाधा येऊ दिली जात नाही. ॲनालॉग विद्युतमंडळाचं हे मूलभूत तत्त्व आहे. हे तत्त्व पाळलं जाण्याच्या दृष्टीने ट्रान्झिस्टर हा ॲनालॉग विद्युतमंडळाचा एक मूलभूत आणि महत्त्वाचा घटक असतो. ट्रान्झिस्टरमध्ये असलेले दोन पी-एन सांधे वेगवेगळ्या पद्धतीने अभिनत करून आपण ट्रान्झिस्टर सायकलीसारखा किंवा ट्रकसारखा, कशाही प्रकारे चालवू शकतो, हे आपण मागच्या भागात पाहिलं आहेच! ॲनालॉग विद्युतमंडळात ट्रान्झिस्टरचा सर्वात महत्त्वाचा उपयोग आहे, वर्धक म्हणून. उत्सर्जक-पाया सांधा फॉरवर्ड बायस आणि संग्राहक-पाया सांधा रिव्हर्स बायस करून जर उत्सर्जकाच्या अग्रावाटे संदेश ट्रान्झिस्टरला दिला, तर त्याचे वर्धन होते (आकृती २ पहा.) वर्धित संदेश संग्राहकाच्या अग्रावाटे



बाहेर पडतो. आत गेलेल्या संदेशातील सर्व बदल बाहेर पडणाऱ्या वर्धित संदेशात जसेच्या तसे राखले जातात. फक्त त्याचा आयाम वाढलेला असतो. एखाद्या रूपांतरकामधून आलेल्या अगदी अशक्त विद्युत संदेशाची कोणतीही मोडतोड होऊ न देता, आणि मूळ संदेशाशी असलेल्या त्याच्या समरूपतेला बाधा येऊ न देता, फक्त त्याचा आयाम वाढवायचा असेल, तर विद्युत मंडळात ट्रान्झिस्टर वर्धकाला पर्याय नाही.

हे सगळं लक्षात घेता, आपल्या ट्रान्झिस्टर-रेडियोच्या कोणत्या भागात ट्रान्झिस्टरचा वापर होत असलाच पाहिजे, हे सांगता येईल?

**संदेश वर्धन**

आपल्या आजुबाजूला दिसणाऱ्या ॲनालॉग उपकरणांच्या विद्युतमंडळात वर्धकाचे स्थान महत्त्वाचे आहे. अर्थातच संदेश वर्धनाचं काम अचूकपणे व्हावं, यासाठी विद्युत मंडळाची रचना काळजीपूर्वक करावी लागते. विद्युत मंडळ कोठे वापरायचं आहे, त्यानुसार त्याला विद्युतशक्तीच्या (electric power) वेगवेगळ्या पातळ्यांना तोंड द्यावं लागतं. उदा. एफ.एम. रेडिओ स्टेशनवरून गाणं प्रक्षेपित करण्यासाठी वापरायच्या विद्युत मंडळात हाताळाव्या लागणाऱ्या संदेशाच्या विद्युतशक्तीची पातळी बरीच जास्त असते.याउलट माइकसारख्या एखाद्या रूपांतरकानं ध्वनिफितीवर साठवण्यासाठी बनवलेल्या संदेशाच्या विद्युतशक्तीची पातळी तुलनेने कमी असते. यामुळे या दोन्ही कामांमध्ये संदेशाचं वर्धन करण्यासाठी वेगवेगळ्या प्रकारचे ट्रान्झिस्टर वापरावे लागतात. एका विद्युत मंडळात योग्य ठरणारा ट्रान्झिस्टर दुसऱ्या विद्युत मंडळात वापरता येईलच असे नाही. ट्रान्झिस्टर तयार करण्यासाठी वापरलेल्या अर्धवाहक-पदार्थांच्या गुणधर्मानुसार वेगवेगळ्या पदार्थांपासून बनवलेल्या ट्रान्झिस्टरमधील पी-एन सांध्याची संदेश हाताळण्याची क्षमता वेगवेगळी असते. क्षमतेपेक्षा जास्त शक्तीचा संदेश एखाद्या ट्रान्झिस्टरमधून पाठवायचा प्रयत्न केला, तर त्यातले सांधे मोडीत निघतात. त्यामुळे प्रत्येक प्रकारच्या ट्रान्झिस्टरमधून पाठवता येऊ शकणाऱ्या संदेशावर कमाल विद्युतशक्तीची मर्यादा असते.

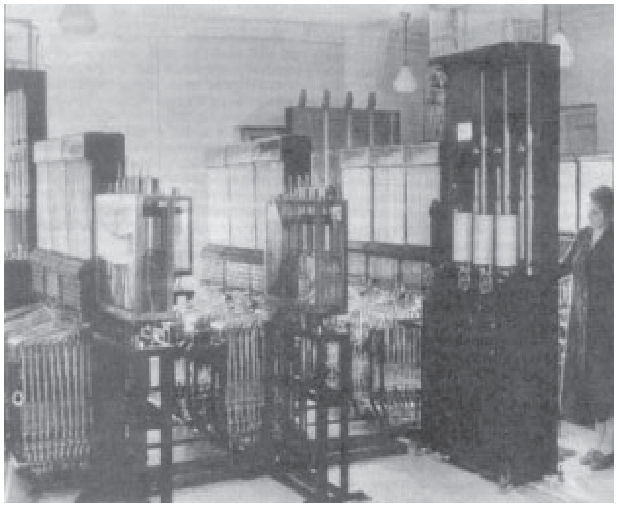
उच्च विद्युतशक्ती व उच्च आयाम असलेल्या संदेशांसाठी विद्युतमंडळात वर्धक ट्रान्झिस्टर वापरायचे असतील, तर दोन पद्धती वापरता येतात. एक म्हणजे उच्च शक्ती हाताळू शकतील असे खास बनवलेले पण महागडे ट्रान्झिस्टर वापरणे. दुसरा पर्याय म्हणजे मध्यम शक्ती हाताळू शकतील असे तुलनेने स्वस्त ट्रान्झिस्टर जरा अक्कलहुशारीनं वापरणं.

या दुसऱ्या पर्यायामध्ये ट्रान्झिस्टरच्या रचनांद्वारे टप्प्याटप्प्याने पुन्हा पुन्हा संदेशाचं वर्धन करत जाऊन शेवटी सगळ्या वर्धित संदेशांची बेरीज केली जाते. हे नेमकं कसं घडतं, हे जरा समजून घेऊ या. समजा विद्युतधारेचा आयाम दुप्पट करण्याची क्षमता असलेले चार ट्रान्झिस्टर तुमच्याकडे आहेत. आता हे चार ट्रान्झिस्टर वापरून (सगळे ट्रान्झिस्टर वापरलेच पाहिजेत असं नाही!) २ एकक विद्युतधारेची १२ एकक विद्युतधारा कशी करता येईल, सांगू शकाल? (प्रश्नातच उत्तराची दिशा दडलेली आहे!)

याचं उत्तर देऊ शकलात, तर आणखी एक प्रश्न - २ एकक आयामाच्या संदेशापासून २४ एकक आयामाचा संदेश कसा मिळवाल - तेच चार ट्रान्झिस्टर वापरायचे आहेत, हे लक्षात असू द्या!

## पाणी संकलक

१९३६ साली सोव्हिएट रशियामध्ये बनवलेला एक ॲनालॉग संगणक होता, पाणी संकलक. एका खोलीत पाण्याच्या नळ्या आणि पंपांचं एक जाळं पसरलेलं होतं. त्याच्या काळजीपूर्वक हाताळणीद्वारे हा संगणक वापरला जात असे. वेगवेगळ्या कक्षात साठवलेल्या पाण्याच्या पातळ्या (अगदी मिलीमीटरच्या काही हिश्शाइतक्या अचूकतेनं मोजता येणाऱ्या) साठवून ठेवलेल्या आकड्यांचे प्रतिनिधित्व करत,



आणि दोन कक्षांमधल्या प्रवाहाचा वेग हा गणिती क्रियांचं प्रतिनिधित्व करत असे. या संगणकाचा वापर करून अतिशय अवघड अशी गणिती समीकरणं सोडवणं शक्य होत असे.



### सुरुवातीचे संगणक
### ॲनालॉग जगाचे रहिवासी

ॲनालॉग विद्युत मंडळांचा व्यापक प्रमाणात आणि अतिशय कल्पकतेनं वापर केला गेला, तो ॲनालॉग संगणकांमध्ये. आजचे संगणक अगदी सुरुवातीच्या या संगणकांपेक्षा फारच वेगळे आहेत. पण ॲनालॉग संदेशाच्या युगात जन्मलेल्या संगणकांची ओळख करून घेतली, तर ॲनालॉग विद्युत मंडळांचं महत्त्व आणि सौंदर्य समजायला मदत होईल.

संगणक म्हणजे गणना किंवा गणित करणारं यंत्र. स्वत: आकडेमोड करण्याऐवजी यंत्राकडून ती करवून घेण्याच्या कल्पनेतून संगणकाचा जन्म झाला. एखाद्या यंत्रणेत सुधारणा करताना त्याच्याशी संबंधित आकडेमोडीचं काम यंत्रावर सोपवून प्रत्यक्ष समस्येवर उत्तर देणारी रचना तयार करण्यावर लक्ष केंद्रित करता येऊ शकतं. शास्त्रज्ञ व तंत्रज्ञ अधिक चांगल्या तांत्रिक प्रणालींच्या (engineering systems) रचना तयार करण्यासाठी ॲनालॉग संदेशांच्या वास्तव जगाशी असलेल्या समरूपतेचा वापर करून घेऊ शकतात. वास्तव जगातल्या ॲनालॉग राशीत होणाऱ्या बदलांप्रमाणे ॲनालॉग संदेशात बदल होतात, हे तर या दृष्टीने महत्त्वाचं आहेच, पण त्याहीपेक्षा महत्त्वाचं म्हणजे ॲनालॉग विद्युत संदेश हे वास्तव जगातल्या काही ॲनालॉग राशींचे प्रतिनिधित्व करू शकतात. यातूनच ॲनालॉग संगणकाची निर्मिती झाली आहे. पुढील उदाहरणावरून ही गोष्ट अधिक स्पष्ट होईल.

सुवाहक धातूच्या तारेतून इलेक्ट्रॉन्सचं वहन झालं की आपल्याला विद्युतधारा मिळते. हे वहन होण्यासाठी तारेच्या दोन टोकांमध्ये विभवांतर असणं आवश्यक असतं. दोन पातळ्यांमध्ये वाहणाऱ्या द्रवाच्या प्रवाहाशी याचं साधर्म्य आहे. एखाद्या नळीच्या दोन टोकांपाशी दाबात जर फरक (pressure difference) असेल, तर त्या नळीतून पाणी प्रवाहित होतं. म्हणजेच पाण्याच्या नळीचं प्रतिनिधित्व करणारं विद्युतमंडळ तयार करता येऊ शकतं. या मंडळात विद्युतधारा पाण्याच्या प्रवाहाचं प्रतिनिधित्व करेल, तर विभवांतर नळीच्या दोन टोकांमधल्या दाबातल्या फरकाचं प्रतिनिधित्व करेल. आता नळीच्या टोकांवरच्या दाबांमधला फरक बदलला की पाण्याचा प्रवाह कसा बदलेल, हे विद्युतमंडळातील विभवांतर बदलून समजून घेता येईल, त्यासाठी प्रत्यक्ष पाण्याचा दाब बदलून पाण्याचा प्रवाह मोजण्याची गरज नाही.

तारेतून वाहणारी विद्युतधारा म्हणजे 'घटकातून वाहणारी राशी' तर विभवांतर म्हणजे 'घटकावर कार्य करणारी राशी.' नळीतून वाहणाऱ्या पाण्यासारख्याच इतरही

अनेक घटकांतून वाहणाऱ्या आणि घटकांवर कार्य करणाऱ्या राशींचे प्रतिनिधी म्हणून विद्युतधारा व विभवांतर वापरता येऊ शकतात.

ॲनालॉग संगणकांच्या मुळाशी हीच मुख्य संकल्पना आहे. एका भौतिक राशीचं प्रतिनिधित्व दुसऱ्या भौतिक राशीमार्फत करून, समस्येची विद्युतीय प्रतिकृती (model) तयार करून समस्येचं उत्तर शोधणारं यंत्र म्हणजे ॲनालॉग संगणक होय.

काही विशिष्ट प्रणालीचं प्रतिनिधित्व करण्यासाठी यांत्रिकी स्वरूपाचे ॲनालॉग संगणकही तयार केले गेले होते. यात चक्राकार गतीचा वेग आणि अशाच इतर यांत्रिकी राशी प्रतिनिधी म्हणून वापरल्या जातात. दुसऱ्या जागतिक महायुद्धापर्यंत - साधारण १९५० पर्यंत - असे संगणक वापरले जात होते. अशा संगणकांचा वापर शस्त्राचा नेम धरण्यासाठी - उदा. युद्धनौकांवरील तोफांचा नेम ठरवण्यासाठी - मोठ्या प्रमाणावर केला जात होता. मात्र आज अगदी हाताच्या बोटांवर मोजण्याइतकेच लोक ॲनालॉग संगणकांच्या क्षेत्रात संशोधन करत आहेत, आणि जवळजवळ सर्व क्षेत्रात ॲनालॉग संगणकांची जागा आजच्या आधुनिक डिजिटल संगणकांनी घेतली आहे. याचं काय कारण असेल?

नळीतून वाहणाऱ्या पाण्याच्या उदाहरणाचा जरा बारकाईने विचार केला तर ॲनालॉग संगणकांतील एक महत्वाची त्रुटी लक्षात येईल - ॲनालॉग संगणक हे ज्या विशिष्ट प्रणालीचे प्रतिनिधित्व करतात त्याशिवाय इतर समस्यांचं उत्तर शोधण्यासाठी वापरता येत नाहीत. पाण्याच्या प्रवाहासाठी बनवलेला ॲनालॉग संगणक आपण तोफेचा नेम ठरवण्यासाठी वापरू शकत नाही. एका समस्येकडून दुसऱ्या समस्येकडे वळण्यासाठी संगणकाची आंतररचना आपल्याला बदलावी लागते. त्यामुळे आजच्या आधुनिक संगणकांच्या वापरातली लवचिकता या ॲनालॉग संगणकांमध्ये नाही.

या संगणकांमध्ये आणखी एक महत्त्वाची त्रुटी आहे. याचा संगणकांच्या रचनेशी किंवा त्यामागच्या संकल्पनेशी काही संबंध नाही, तर हे संगणक ॲनालॉग संदेश वापरतात याच्यातूनच ही त्रुटी उद्‌भवलेली आहे.

### ॲनालॉग जगातील कुरव

जर मूळ संदेशाशी विद्युतीय संदेश पूर्णतः समरूप रहाणार असेल, तर यासाठी वापरलेल्या विद्युत मंडळांना खूपच वेगवेगळ्या पातळीच्या विभवांतर आणि विद्युतधारांना तोंड देता आलं पाहिजे. प्रत्यक्षात हे शक्य होत नाही. अती विभवांतरामुळे विद्युत मंडळातले काही घटक जळून जाऊ शकतात, किंवा बिघडू शकतात. असं घडू नये याची सतत काळजी घ्यावी लागते. यामुळे ॲनालॉग विद्युतमंडळांची रचना ठरवण्यावर, आणि बांधणी करण्यावर मर्यादा पडतात. पण याही पलिकडे जाऊन, ॲनालॉग विद्युत मंडळांच्या बाबतीत उभी रहाणारी सर्वात गंभीर समस्या म्हणजे कुरव (noise). कुरव म्हणजे मूळच्या ॲनालॉग संदेशात मिसळलेली नको असलेली विद्युत ऊर्जा.

विद्युत मंडळात कुरव अनेक स्रोतांवाटे येऊ शकतो. कुरव हा इलेक्ट्रॉनिक्सच्या अभ्यासातला एक महत्त्वाचा स्वतंत्र विषयच आहे. विजेवर चालणाऱ्या मोटारी, निऑन साईन्सचे दिवे, विजेच्या तारा, गाडीचं इंजिन सुरू करतानाचं प्रज्वलन (ignition), आकाशात चमकणारी वीज, इ. अनेक स्रोतांमुळे विद्युतचुंबकीय क्षेत्रं निर्माण होतात. या क्षेत्रांच्या कक्षेत असणाऱ्या विद्युत मंडळात या क्षेत्रांमुळे नको असलेली विभवांतरं निर्माण होऊ शकतात.

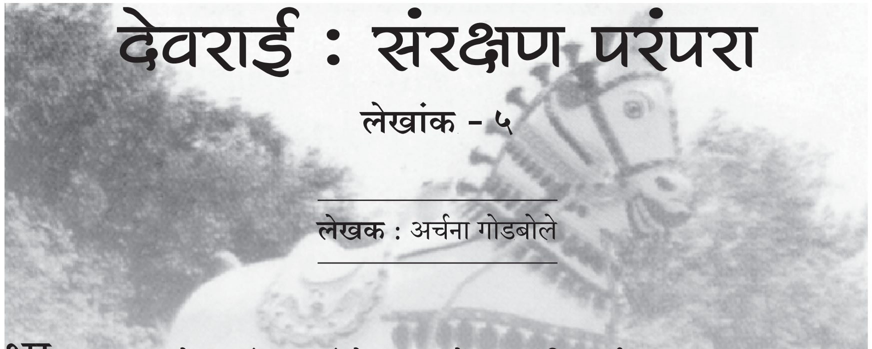
कुरव केवळ अशा बाह्य स्रोतांमुळेच निर्माण होतो, असं नाही, तर विद्युत मंडळातच त्याचे काही अंतर्गत स्रोतही असतात! इलेक्ट्रॉनिक घटकांमध्ये इलेक्ट्रॉन्सच्या अस्ताव्यस्त हालचालींमुळे (ramdom motion) विद्युत संदेश हाताळताना कुरव निर्माण होत असतो. पण मूळ संदेशावर जाणवण्याइतका परिणाम करण्याएवढा कुरव मोठा असतो का?

एखाद्या यंत्रणेच्या विद्युत मंडळात उद्‌भवलेला कुरव मुळात फार मोठ्या मूल्याचा नसेलही, पण ॲनालॉग विद्युत मंडळात ज्या पद्धतीने ॲनालॉग संदेश थेट हाताळले जातात, त्यामुळे तिथे अडचण येऊ शकते. मूळ संदेशात केलेला प्रत्येक बदल, हा संदेशात मिसळलेल्या कुरवातही तसाच होत असतो. त्यामुळे कुरवानं ग्रासलेल्या ॲनालॉग संदेशाचं वर्धन केलं, तर कुरवाचंही वर्धन होतं! यामुळे समजा, मूळ संदेश ध्वनी असेल, तर ॲनालॉग विद्युत मंडळानं हाताळल्यानंतर आपल्याला ऐकू येणारा ध्वनी हा कुरवाच्या वर्धनामुळे मूळच्या ध्वनीपेक्षा बराच वेगळा असू शकतो!

मग विद्युतीय संदेश हाताळण्याचा अधिक विश्वसनीय असा काही मार्ग आहे का? याचं उत्तर : आहे, नक्कीच आहे. डिजिटल संदेश आणि डिजिटल विद्युतमंडळे या समस्येचं निराकारण करतातच, शिवाय त्यांचे इतरही काही फायदे आहेत. डिजिटल म्हणजे नेमकं काय आणि डिजिटल व ॲनालॉग यांत काय फरक आहे, याची चर्चा करू या पुढील लेखामध्ये.

■

लेखक : **राजश्री राजगोपाल,** बी.ई. इलेक्ट्रॉनिक्स अँड टेलिकम्युनिकेशन्स.
**प्रियदर्शिनी कर्वे,** श्रीमती काशिबाई नवले कॉलेज ऑफ इंजिनियरिंगमध्ये प्राध्यापक.



# देवराई : संरक्षण परंपरा

## लेखांक - ५

**लेखक** : अर्चना गोडबोले

**भा**रतामधल्या देवरायांच्या परंपरेबद्दल लिहावं तितकं थोडंच आहे. विविधतेने नटलेल्या भारत वर्षात अनेक जाती-धर्माचे लोक रहातात. हिमालयापासून कन्याकुमारीपर्यंत तसंच थरच्या वाळवंटापासून पूर्व हिमालयापर्यंत पसरलेल्या आपल्या विशाल देशात निसर्गामध्ये, तसंच शेतीमध्ये देखील प्रचंड विविधता आहे. प्रत्येक राज्यामध्ये आढळणाऱ्या वनस्पती, जंगल जपणाऱ्या परंपरा, विविध आदिवासी लोक हे सगळं थक्क करणारं आहे. आपल्या परंपरांबद्दलचा आपला आदर कमी होत चालला असला तरीही देवराईसारख्या परंपरांचं काळानुरूप पुनरुज्जीवन करणं आवश्यकही आहे. आजच्या पर्यावरण विनाशाच्या काळात ही प्रक्रिया कितीही गुंतागुंतीची आणि प्रदीर्घ असली तरी जीववैविध्य संरक्षणासाठी अतिशय महत्त्वाची आहे. अर्थात पुनरुज्जीवनसाठी प्रयत्न करण्याअगोदर ह्या देवराईच्या परंपरेमधली विविधता समजून घेणं तितकंच महत्त्वाचं आहे. दक्षिणेकडच्या तामिळनाडू, केरळ आणि कर्नाटक या तीनही राज्यात ही परंपरा आणि त्याबरोबरच जीववैविध्य आणि लोकसंस्कृती आजही आदिम स्वरूपात टिकून आहे.

तामीळनाडू भव्य गोपुरं असलेली देवळं आणि देवळांमधलं शिल्पकाम, देवळाभोवतीचे तलाव आणि पुष्करिणी यांसाठी प्रसिद्ध आहे. तिथल्या गावागावांत आजही 'कोविलकाडूगल' म्हणजे देवराया आढळतात. गावाच्या लोक संस्कृतीचा हा अविभाज्य भाग. प्रत्येक गावात थोडंसं संरक्षित क्षेत्र कुठल्यातरी लोकदैवत अथवा ग्रामदैवताच्या नावाने राखलं जातं. प्रत्येक गावात कमीत कमी एक एकर क्षेत्र तरी अम्मा म्हणजे देवी आणि अय्यनार देवाच्या नावाने ठेवलेलं आढळतं. ह्या ठिकाणी येऊन लोक नवस बोलतात, मातीचे घोडे देवतांना अर्पण करतात.

इडापीडा टळावी म्हणून गावाच्या सीमेवरच्या ह्या क्षेत्रातून लोकदैवतं गावाचं संरक्षण करतात अशी तामिळ लोकांची श्रद्धा आहे. कोविलकाडूगलमध्ये सहसा मोठं देऊळ दिसत नाही. दगडाच्या मूर्ती किंवा प्रतीकं मोठाल्या झाडाझुडपांच्या आडोशाने ठेवलेली असतात.

हे देव वर्षानुवर्षे ऊन, पाऊस, वारा खात गावाचं, क्षेत्राचं, जंगलाचं रक्षण करत असतात. एखाद्या मोठ्या झाडाखाली किंवा देवराईतून वाहणाऱ्या झऱ्याच्या काठावर देवतांची स्थापना केलेली दिसते. कधी कधी दगडांच्या चौथऱ्यावर देवता असतात. त्याच ठिकाणी पृथ्वीच्या गर्भातून या देवता प्रकट झाल्या अशा दंतकथा सर्वत्र आढळतात.

मातीचे मोठाले रंगीबेरंगी घोडे, हत्ती, कुत्रे आणि क्वचित इतरही प्राणी रहाटीच्या सावलीच्या भागात रांगेने उभे केलेले दिसतात. ह्या वैशिष्ट्यामुळे तामीळनाडू मधल्या या देवराया ओळखणं खूपच सोपं जातं. हे सगळे प्राणी 'अय्यनार' म्हणजे गावाचं रक्षण करणाऱ्या द्वारपालांसारख्या देवाचे असतात. अय्यनार म्हणजे आपल्याकडच्या विरोबा, वेताळ किंवा मूळपुरूषासारखा. रात्री करकर वहाणा वाजवत, घुंगुर काठीचा आवाज करत गावाभोवती फेरी मारणारा, गावाचे रक्षण करणारा. देवरहाटीतले सगळे नवस म्हणजे चांगले पीक येऊ दे, रोगराई टळू दे वगैरे अय्यनारालाच बोलतात. नवस पुरा झाला की मातीचे प्राणी वाहतात. देवराईतल्या देवतांचा पुजारीच हे मातीचे प्राणी करून देतो. सगळ्या रहाट्या मुख्यतः देवीसाठी निर्माण झालेल्या आहेत. काली, मारी, पिडारी, काणीयम्मन्, दुपदीयम्मन अशा अनेक रूपांत ती गावाचं रक्षण करत असते. ह्या देवीचे लढाऊ वीर म्हणजे मदुराईवीरन्, मुनीयंडी असे अनेक भीतीदायक राक्षसही 'कोविलकाडू' मध्ये दिसतात. ह्या वीरांनाही घोडे अर्पण केलेले दिसतात.

गावाच्या वेशीजवळ गावाचं रक्षण करण्यासाठी
दगडी चौथऱ्यावरचे अय्यनार व त्यांचे घोडे

घोडेच का? तामीळ संस्कृतीनुसार उत्क्रांती आणि विकासात माणसांसाठी घोडा उपयुक्त आहे. तसंच माणसांनंतर घोडाच सगळयात महत्त्वाचा आहे. कदाचित ऋग्वेदाच्या काळापासून घोड्याला देवतांच्या बरोबरीने स्थान द्यायला सुरूवात झाली असावी.

किलावेटी कोविलकाडू आणि जंगल

वैदिक आणि महाभारत काळात 'अश्वमेध' यज्ञ करीत असत. आपलं सार्वभौमत्व सिद्ध करण्यासाठी अश्वमेधाचा घोडा पृथ्वीवर दशदिशांना फिरवून आणत असत. घोडा म्हणजे शौर्य आणि संपत्तीचं प्रतीक.

कोविलकाडूमध्ये घोडा अर्पण करायचा मोठा उत्सव करतात. तामीळनाडूमध्ये ह्या रहाटीतल्या देवतांना अर्पण केलेल्या घोड्यांच्या आकारातही खूपच विविधता आढळते. २ फुटांपासून ते २०-२५ फुटांपेक्षा जास्त उंचीचे घोडे आढळतात. घोड्यांचा आकार जिल्हा, स्थानिक परंपरा तसंच अर्पण करणाऱ्यांची सांपत्तिक स्थिती यावर अवलंबून असतो. इतर राज्यांतल्या परंपरेपेक्षा तामीळनाडूत वेगळेपण दिसत असलं तरी जंगलसंरक्षण आणि जीववैविध्यता हा समान धागा इथेही दिसतो. तामीळनाडूमधल्या कोविलकाडूंचा आकार त्यामानाने लहान असतो. यात अर्धा हेक्टरपासून २०-२२ हेक्टर पर्यंतच्या 'कोविलकाडू' दिसतात. सह्याद्रीच्या डोंगर रांगांमधल्या काही देवराया तर १००-२०० हेक्टर इतक्या मोठ्या आहेत. इथल्या अनेक देवरायांमध्ये नैसर्गिक कुंड आणि कृत्रिमरित्या बांधलेलं कारंजं, छोटा तलाव किंवा विहिर असते.

कोविलकाडूमध्ये सदाहरित, निमहरित अथवा शुष्क पानगळींचं जंगल आढळतं. ह्या भागातल्या अनेक औषधी आणि दुर्मिळ वनस्पती, लुप्तप्राय वनस्पती आता फक्त 'कोविलकाडू' मध्येच आढळतात. तामीळनाडूच्या २८ जिल्ह्यांमध्ये ४४८ कोविलकाडू आहेत आणि त्यांनी २१,००० हेक्टर इतकं क्षेत्र व्यापलं आहे. पूर्वी प्रत्येक गावात असणारी कोविलकाडूची परंपरा हळूहळू हरवत चालली आहे. जंगल तोडलं जाऊ लागलंय. आता फक्त देव आणि रखरखीत उन्हात भाजत उभे असलेले घोडे दिसतात. आजही 'उराणी पोंगल' सारखे उत्सव कोविलकाडू मध्ये साजरे होतात. गाव जमतो. रात्रभर चालणारे 'टेरु कोथ्थू' सारखे लोककलांचे कार्यक्रम रंगतात. मात्र गावाच्या रक्षणकर्त्या देवतांना गारवा देणारा झाडोरा नाहीसा होत चालला आहे हे कुणाच्या लक्षातही येत नाही. 'कोविलकाडू'चं जंगल म्हणून महत्त्व कमी होतंय आणि नवस, बकरे, कोंबड्यांचे बळी देणं किंवा घोडे अर्पण करणं ह्यासारख्या कर्मकांडाला खूप महत्त्व यायला लागलंय.

पुथूपेट्ट कोविलकाडू

इथल्या काही देवराया प्रागैतिहासिक काळातल्या माणसाच्या पाऊलखुणा जपणाऱ्या पुरातत्व विभागाच्या उत्खननाच्या जागा आहेत. म्हणूनच बेनागुडी शोला आणि सीतानावसाल सारख्या कोविलकाडूंना सरकारी स्तरावरून संपूर्ण संरक्षण मिळालं आहे. मात्र इतर अनेक कोविलकाडूची अवस्था वाईट आहे. तिथल्या छोट्याशा जंगलावर, शेतीवर अतिक्रमण होताना दिसतंय. कुठे फक्त देव आणि सावलीच्या प्रतीक्षेत असलेले माळरानावरचे घोडे एवढंच उरलंय.

आजच्या भोगवादी, चंगळवादी आणि आत्मकेंद्रित विचार शिकवणाऱ्या वेगवान संस्कृतीत पर्यावरण, झाडं, जंगल आणि माणसाइतकेच सृष्टीत निर्माण झालेले इतर प्राणीमात्र ह्यांना जागा नाही. म्हणूनच गरज आहे ती जाणीव जागृतीची. देवराई सारख्या परंपरेनं तयार केलेलं निसर्ग आणि माणूस ह्यांच्यातलं घट्ट नातं समजून घेण्याची. नाहीतर झाडं, जंगल आणि त्यांच्या आश्रयाने रहाणारे पशुपक्षी नष्ट होतीलच आणि माणूस नावाचा 'अतिप्रगत' प्राणी एकाकी होईल. मग पुन्हा जीववैविध्य निर्माण होण्यासाठी प्रलयाची आणि एखाद्या नोहा नाही तर मनूची वाट पाहावी लागेल. तोपर्यंत कित्येक युगे लोटतील कुणास ठाऊक.

आपल्या परंपरा समृद्ध आहेत, त्याकडे अधिक आदराने बघायला हवं. स्थानिक माणसांमध्ये ह्या परंपरांबद्दलची जाणीवजागृती करायला हवी. देवराईत सण-उत्सव साजरे करण्याबरोबरच झाडं लावायला हवीत, आहेत ती राखायला हवीत. नाहीतर 'कोविलकाडू' फक्त स्मृतीत उरतील.

■

लेखक : **अर्चना गोडबोले** ॲप्लाईड एन्व्हॉयर्नमेंटल रिसर्च फौंडेशनच्या संचालिका. भारतभरच्या देवरायांबद्दलचा अभ्यास.

# मुक्तीची विज्ञानवाट

**भाग - ४**

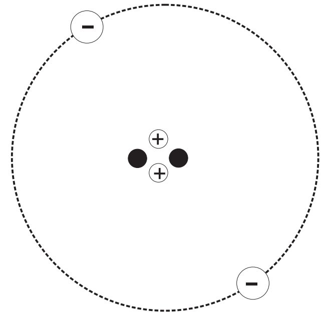
**लेखक** : दिलीप कुलकर्णी

आधुनिक पदार्थविज्ञानामुळे न्यूटनच्या स्थल आणि काल यांच्या व्याख्या कशा चुकीच्या ठरल्या आहेत हे सांगितल्यानंतर काप्रा आपल्याला घेऊन जातात अणूच्या अंतरंगात. अणुविषयक संशोधनाचा ते ढोबळ आढावा घेतात आणि तो घेत असताना न्यूटननं अणूविषयी व्याख्यावजा जो सिद्धांत मांडला होता तो कसा चुकीचा ठरत आहे हे सांगतात.

**अणूच्या अंतरंगात**

आपल्या सभोवती दिसणाऱ्या सर्व वस्तू या काही जड मूलकणांपासून बनलेल्या आहेत, नि हे मूलकण अगदी सूक्ष्म, भरीव आणि अभेद्य आहेत असं न्यूटनचं म्हणणं होतं. इंग्रजीत अशा घटकांना Basic Building Blocks, म्हणजेच 'मूलभूत घटक' असं म्हणतात. आपल्या घराची भिंत विटांची बनलेली असते. म्हणून भिंतीचा मूलभूत घटक वीट. तसंच हे दृश्य विश्व अणूंचं बनलेलं आहे, हा भावार्थ. आणि हे अणू जड, सूक्ष्म, भरीव आणि अभेद्य आहेत असं ख्रिस्तपूर्व पाचव्या शतकापासून ग्रीक तत्त्वज्ञाचं आणि म्हणूनच पुढे पाश्चात्य वैज्ञानिकांचं मत होतं. पण एकोणिसाव्या शतकाच्या शेवटी अशा काही गोष्टी शास्त्रज्ञांना आढळून आल्या की, ज्यांचं कोणतंही स्पष्टीकरण अणूंच्या या जडवादी व्याख्येनं देता येईना. उदाहरणार्थ 'क्ष किरण'. काही विशिष्ट द्रव्यांच्या अणूंमधून अशा प्रकारचे किरण सतत बाहेर फेकले जातात असं आढळून आलं. अशा द्रव्यांना 'किरणोत्सारी' द्रव्य म्हणतात. (पैकी 'रेडियम' हा आपल्या नित्य परिचयाचा आहे) अणूंच्या किरणोत्सर्जनात काही 'कण' सुद्धा असतात असा आणखी एक शोध लागला. या कणांचं कोणतंच स्पष्टीकरण न्यूटन-पद्धतीनं देता येणं शक्य नव्हतं. कारण 'अणू' हा विश्वाचा मूलभूत घटक मानल्यावर, पुन्हा त्या अणूचे घटक कसे असणार? पण त्याचबरोबर हे कण आहेत हेही दिसत होतं. तेव्हा शास्त्रज्ञांनी न्यूटनला थोडं बाजूला सारून अणूच्या अंतरंगाचा शोध घ्यायचं ठरवलं.





⊕ प्रोटॉन ● न्यूट्रॉन ⊖ इलेक्ट्रॉन

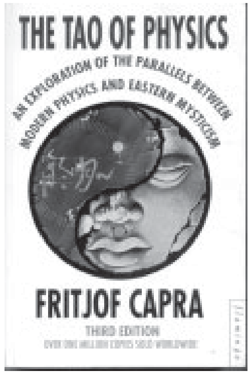
हेलियमचा अणू

अर्नेस्ट रदरफोर्ड हे ब्रिटिश शास्त्रज्ञ होते. त्यांनी अशाच एका किरणोत्सर्जनातून मिळणाऱ्या 'अल्फा' कणांचा मारा अणूंवर केला. या प्रयोगाचे निष्कर्ष धक्कादायक होते. अणू हा भरीव आहे अशी जी तोवर कल्पना होती, त्याऐवजी अणूत बरीच पोकळी आहे असं दिसून आलं. पुढच्या काळात झालेल्या संशोधनानंतर अणूची रचना अधिक स्पष्ट झाली. अणूला मध्यभागी केंद्र असून त्यात प्रोटॉन हे धनभारित कण आणि न्यूट्रॉन हे भाररहित कण असतात. केंद्रातील प्रोटॉनचा धनभार संतुलित करण्यासाठी केंद्राभोवती इलेक्ट्रॉन हे ऋणभारित कण फिरत असतात असं चित्र दिसून आलं. पण हे इलेक्ट्रॉन आणि अणूंचं केंद्र यामध्ये प्रचंड पोकळी असते. समजा माणसाच्या शरीरातले सगळे अणू घेतले, आणि त्या अणूंमधली पोकळी काढून टाकली, तर माणूस टाचणीच्या डोक्याएवढाच राहील. या पोकळीमुळे अणू भरीव आहे, हे म्हणणं खोटं ठरलं. तसंच अणूचे घटक सापडल्यानं तो विश्वाचा 'मूलभूत घटक' आहे हे म्हणणंही खोटं ठरलं.

**माया**

अणूचं हे वर्णन वाचल्यावर कोणाच्याही मनात एक शंका उभी राहील की, अणूत जर एवढी मोठी पोकळी आहे, तर त्या अणूंपासून बनलेल्या आपल्या सभोवतालच्या वस्तू पोकळ न दिसता भरीव का दिसतात? - याचं कारण आहे आपल्या डोळ्यांची मर्यादा. चित्रपटांच्या रिळावर प्रत्येक चित्राची चौकट वेगळी असते. पण सेकंदाला १६ पेक्षा अधिक वेगानं या चौकटी पुढे सरकल्याने प्रत्येक चौकट वेगळी न दिसता एक सलग चित्र दिसतं. आपल्या डोळ्यांची ती मर्यादा आहे. घरातला छताला टांगलेला पंखा तीन पात्यांचा असतो. पण तो वेगानं फिरू लागला की, तीन पाती वेगळी न दिसता एकच पांढरी तबकडी दिसते. डोळ्यांच्या मर्यादेमुळे वेगानं फिरणाऱ्या वस्तू आपल्याला भरीव जाणवतात. अणूच्या बाबतही हेच होतं. अणुकेंद्रात असणारे धनभारित प्रोटॉन हे ऋणभारित इलेक्ट्रॉनला अणुकेंद्राशी बांधून ठेवतात (-विजातीय ध्रुवांच्या आकर्षणामुळे). पण याचा परिणाम असा

होतो की, इलेक्ट्रॉन एका जागी स्थिर न राहता अणुकेंद्राभोवती फिरू लागतो. (याला कणपुंज-परिणाम किंवा क्वांटम इफेक्ट असं म्हणतात) इलेक्ट्रॉनचा अणुकेंद्राभोवती फिरण्याचा वेग असतो सेकंदाला ६०० मैल! मुळात अणूचा आकार केवढा याची कल्पना करा. आणि त्या आकारात सेकंदाला ६०० मैल या वेगाने फिरणाऱ्या इलेक्ट्रॉनची कल्पना करा! या प्रचंड वेगामुळे अणू पोकळ न वाटता भरीव वाटतो. पण तरीही तो भरीवपणा हा 'भास' च आहे. म्हणजेच संपूर्ण दृश्य विश्व हा भास आहे. भारतीय तत्त्वज्ञान या दृश्य विश्वाला 'माया' म्हणते ते एवढ्यासाठी. दृश्य विश्व ही वस्तुत: पोकळी आहे. इंद्रियांच्या मर्यादांमुळे आपल्याला त्यात आकार दिसतात!




### चैतन्यमय विश्व

वर 'क्वांटम इफेक्ट' चा उल्लेख आला, पण फारसं स्पष्टीकरण आलं नाही. हा 'क्वांटम् इफेक्ट' उर्फ 'कणपुंजांचा परिणाम' असं सांगतो की, जर एखाद्या कणाला आपण अगदी कमी जागेत बांधून ठेवलं तर त्याच्या परिणामत: तो त्या जागेत वेगानं फिरू लागतो. इलेक्ट्रॉन यामुळेच जोरानं फिरतो हे आपण वर पाहिलं. अणुकेंद्रातले प्रोटॉन आणि न्यूट्रॉन हे कण तर अणुकेंद्रीय बलांमुळे आणखीनच कमी जागेत बांधून ठेवले जातात. त्यामुळे त्यांचं फिरणं आणखीनच वेगवान होतं : सेकंदाला ४०,००० मैल! (अक्षरी चाळीस सहस्र मैल). अणुकेंद्रातल्या कणांचा हा फिरण्याचा वेग आपल्या कल्पनेबाहेरचा आहे! आपल्याला जाणीव होऊ शकते ती अणूच्या चैतन्यमयतेची. संपूर्ण विश्व, त्या विश्वातला प्रत्येक अणू असा चैतन्यानं सळसळणारा आहे. अगदी निर्जीव वाटणाऱ्या दगडात किंवा लोखंडाच्या तुकड्यातही हे सळसळणारं चैतन्य आहे. जळी, स्थळी, काष्ठी, पाषाणी ते चैतन्य भरून राहिलं आहे!

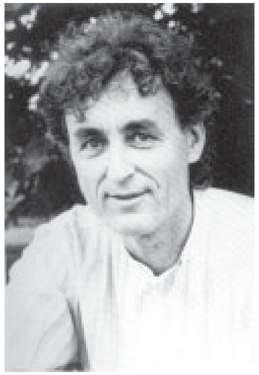
### जडाकडून चैतन्याकडे

अणूचं अंतरंग अशा प्रकारचं आहे हे कळल्यावर शास्त्रज्ञांना हा प्रश्न पडला की, मग प्रोटॉन, न्यूट्रॉन आणि इलेक्ट्रॉन हे तरी या विश्वाचे मूलभूत घटक आहेत का नाही? का त्यांचेही काही आणखी घटक-कण आहेत? असतील तर कोणते?

या प्रश्नांच्या उत्तराचा मार्ग आइनस्टाईनच्या $E = mc^2$ या समीकरणानं खुला केला. वस्तुमानाचं शक्तीत आणि शक्तीचं वस्तुमानात रूपांतर करता येणं शक्य



आहे हे शास्त्रज्ञांना कळून आलं, तेव्हा या वस्तुस्थितीचा दोन अगदी भिन्न मार्गांनी उपयोग करून घेण्यात आला. पहिला मार्ग होता वस्तुमानातील शक्तीचा स्फोट घडवून आणून त्या आधारे संहार करण्याचा. यातूनच पुढे युरेनियम् या धातूचा ध्वम् (बॉम्ब) तयार करून अणूमधील प्रचंड शक्ती संहारक कार्यासाठी वापरण्यात आली. दुसरा मार्ग विधायक होता : विश्वातलं अंतिम सत्य शोधण्याचा. अणूचे घटक म्हणून जे कण आढळले होते, त्यांची गती जर खूप वाढवली, तर त्यातून जी शक्ती बाहेर पडेल, त्या शक्तीचं पुन्हा वस्तुमानात रूपांतर होताना कोणते कण तयार होतात हे अभ्यासण्याच्या दृष्टीनं प्रयोग सुरू झाले. प्रचंड आकाराचे प्रवेगक (accelerators) बांधले गेले आणि त्यात प्रोटॉन किंवा इलेक्ट्रॉन या उपाणूकणांना जवळजवळ प्रकाशाच्या वेगाइतका वेग देण्याची सोय करण्यात आली. प्रवेगकातून प्रचंड वेगानं बाहेर पडणाऱ्या या कणांची एकमेकांशी वा इतर काही अणूंशी टक्कर घडवून आणून त्या गतिजन्य कार्यशक्तीचं (Kinetic Energy) रूपांतर कोणत्या कणांत होतं हे अभ्यासण्याचीही सोय करण्यात आली. या अभ्यासातून असं दिसलं की, अशा



प्रकारच्या टकरींमधून अत्यंत अल्पजीवी असे अनेक कण तयार होतात. अर्थात हे कण तसे 'पूर्ण' असतात - म्हणजेच ते प्रोटॉन वा इलेक्ट्रॉनचे 'घटक-कण' नसतात. एका प्रोटॉनचा भंग होऊन त्यातून अमूक एक दहा कण बाहेर पडले आहेत (म्हणजेच या दहा कणांचा मिळून प्रोटॉन बनला आहे) असं होत नाही. हे नवे कण प्रोटॉन वा इलेक्ट्रॉन इतकेच 'मूलभूत' आहेत. आजवर अशा प्रकारच्या टकरींच्या प्रयोगातून सुमारे २०० 'मूलभूत' कण असल्याचं वैज्ञानिकांना आढळलं आहे. त्यामुळे या कणांना 'मूलभूत' हे विशेषण लावणंच चुकीचं आहे असं आता त्यांना वाटू लागलं आहे.

हे जे अल्पजीवी कण तयार होतात त्यांचं आयुष्य खूपच कमी-सेकंदाचा कोट्यंश भाग - एवढंच असतं. त्यानंतर त्यांचं काय होतं? त्यांचं पुन्हा कार्यशक्तीत रूपांतर होतं. किंबहुना अशा टकरींच्या प्रयोगात जे काही होतं ते मूळच्या कणांचं शक्तीत आणि या शक्तीचं पुन्हा अंशत: नवीन कणांच्या वस्तुमानात आणि अंशत: त्यांच्यातील गतिजन्य शक्तीतलं रूपांतर असतं.

दोन प्रोटॉन भंगून त्यांच्यातील शक्ती

बाहेर पडते (आइनस्टाइनच्या नियमाप्रमाणे) आणि मग ही शक्ती वर उल्लेखिलेल्या अल्पजीवी कणांत (वस्तुमानात) आणि त्यांच्या गतीत (गतिजन्य शक्तीत) परिवर्तित होते. म्हणजेच, ‘प्रोटॉन फुटून त्यातून कण बाहेर पडले’ असं होत नसून प्रोटॉनचं परिवर्तन शक्तीत आणि या शक्तीचं पुन:परिवर्तन वेगळ्याच कणांमध्ये होतं. या वस्तुस्थितीमुळे आता असं मानलं जातं की, वस्तुमानाला वास्तव अस्तित्व नसून कोणत्याही वस्तुमानाकडे ‘एकत्र झालेली शक्ती’ (bundle of energy) या रूपातच बघितलं पाहिजे. म्हणजेच विश्वाचे मूलभूत घटक शोधण्यात काही अर्थ नाही. कारण कोणतंही ‘जड’ असं वस्तुमान विश्वाच्या मुळाशी नाहीच. जडाचं मूलभूत स्वरूप शक्ती, म्हणजेच चैतन्य हे आहे. म्हणजेच विश्व हे जडमूलक नाही, तर चैतन्यमूलक आहे ! ऋषिमुनींना ध्यानाच्या व समाधीच्या अवस्थेत जे जाणवलं ते नेमकं हेच आहे. आधुनिक पदार्थविज्ञान हळूहळू त्याच दिशेनं जात आहे.

आजचे शास्त्रज्ञ प्रयत्नशील आहेत ते या संशोधनाला पक्कं गणिती स्वरूप देण्यासाठी. सूक्ष्म कणांचा अभ्यास करताना ‘क्वांटम् थिअरी’ वापरावी लागते; तर प्रचंड वेगानं फिरणाऱ्या वस्तूंचा अभ्यास करताना ‘रिलेटिव्हिटी थिअरी’ वापरावी लागते. अणूंच्या अंतरंगात हे दोन्ही एकाचवेळी आहे - सूक्ष्म कणही आहेत आणि त्यांचा वेगही प्रचंड आहे. त्यामुळे त्यांची गणिती समीकरणं मांडताना या दोन्ही थिअरी एकत्रपणे वापराव्या लागतात. त्यांना Quantum-relativistic models असं म्हणतात. अशा मांडणी अद्यापी समाधानकारकपणे विकसित झालेल्या नाहीत. किंवा जीमधून सर्व गोष्टींचं सुसंगत स्पष्टीकरण मिळेल अशी एकच परिपूर्ण मांडणी विकसित झालेली नाही. शास्त्रज्ञांचे प्रयत्न चालू आहेत. मात्र ज्या काही मांडणी पुढे मांडल्या गेलेल्या आहेत त्यातून पौर्वात्य तत्त्वज्ञानाचे सिद्धांतच सिद्ध होत आहेत.

पुस्तकाच्या तिसऱ्या भागात काप्रांनी ह्या मांडणी आणि पौर्वात्य तत्त्वज्ञानातील संकल्पना यातली साम्य दाखवण्याचा प्रयत्न केला आहे. पण त्यापूर्वीच्या दुसऱ्या भागात, पाचव्या ते नवव्या प्रकरणात, ते पौर्वात्य तत्त्वज्ञानांची माहिती करून देतात. हिंदू, बौद्ध, चीनी, ताओ आणि झेन-बौद्ध या पाच तत्त्वज्ञानांच्या पाच प्रकरणांमधील परिचयाचा आढावा आपण पुढच्या अंकात करून घेऊ.

■

विवेकविचार, जानेवारी ९० मधून साभार.

लेखक : **दिलीप कुलकर्णी**
दापोलीजवळच्या कुडावळे येथे स्थायिक, पर्यावरणविषयक लेखन, गतिमान संतुलन नावाचे मासिक चालवतात.

# आद्य विवेकवादी योद्धा गोपाळ गणेश आगरकर

**लेखक** : राजेंद्र गाडगीळ

अन्याय्य रूढी आणि परंपरांवर आपल्या विवेकनिष्ठ विचारांच्या खड्गाने सपासप घाव घालण्याचे, बुद्धिवादी समाजाच्या उभारणीसाठी आपले जीवन सर्वस्व वाहून टाकण्याचे अद्वितीय कार्य जर कोणी केले असेल तर ते गोपाळ गणेश आगरकर या विवेकवादी योद्ध्यानं. यासाठी त्यांना तीव्र विरोध आणि मानसिक छळ सहन करावा लागला. येत्या १४ जुलै २००६ रोजी त्यांचा शतकोत्तरी सुवर्ण जन्मदिन आहे. तो साजरा करण्याची संधी स्वातंत्र्यानंतरच्या आपल्या पिढीला लाभत आहे.

आगरकरांना अभिप्रेत असलेला विवेकवाद ही जीवन जगण्याची रीत आहे. विवेकवाद म्हणजे डोळसचिकित्सा; सत्य आणि असत्य, चांगले आणि वाईट, न्याय आणि अन्यायातील भेद जाणण्याची सम्यक शक्ती, त्यावर नियंत्रण ठेवण्याची शक्ती.

आधुनिक दृष्टी लाभलेल्या आगरकरांना व्यक्तीची स्वयंभू प्रतिष्ठा, तिचे स्वातंत्र्य आणि स्वायत्तता अत्यंत मोलाची वाटत होती. व्यक्तीविकासासाठी व्यक्तीचे हक्क, न्याय, स्वातंत्र्य व समता ही मूलभूत मूल्ये त्यांना अत्यावश्यक वाटत होती. विवेकवादी विचारसरणीने आपण रूढीग्रस्त, रोगट समाजव्यवस्थेमध्ये जाणीवपूर्वक इष्ट ते बदल करू शकू असा त्यांना विश्वास होता.

त्यांनी स्वीकारलेल्या या विचारांमुळेच विचारस्वातंत्र्य, विवाह स्वातंत्र्य, व्यवसाय-स्वातंत्र्य, स्त्री-स्वातंत्र्य आणि व्यक्तिस्वातंत्र्याचा आग्रह त्यांनी धरला. ऐहिक सुखसंवर्धनाचा पाठपुरावा केला.

बरोबर १५० वर्षांपूर्वी म्हणजे १४ जुलै १८५६ मध्ये त्यांचा जन्म सातारा जिल्ह्यातील टेंभू या लहानश्या खेड्यात झाला. दारिद्र्यात जन्माला आलेल्या गोपाळरावांनी अखेर पावेतो दारिद्र्यातच आपले जीवन व्यतीत केले, ते एका सामाजिक बांधिलकीतून आणि म्हणूनच त्यांचे खडतर जीवन लक्षात घेता, आपणाला सार्थपणे म्हणता येईल की

‘आगरकर सुखवादी नव्हते तर पुरुषार्थवादी होते’. पदवी संपादन केल्यावर आपल्या आईला त्यांनी जे पत्र पाठविले आहे त्यात ते लिहितात - ‘‘आपल्या मुलाच्या मोठाल्या परीक्षा होत आहेत, आता त्याला मोठ्या पगाराची चाकरी लागेल व आपले पांग फिटतील असे मोठाले मनोरथ आई, तू करीत असशील, पण मी आताच तुला सांगून टाकतो की, विशेष संपत्तीची, विशेष सुखाची हाव न धरता मी फक्त पोटापुरत्या पैशांवर संतोष मानून सर्व वेळ परहितार्थ खर्च करणार.’’

परहितार्थ लढणारे विवेकवादी योद्धे आगरकर व जाज्वल्य देशाभिमानी लो. टिळक या दोघांनी मिळून ‘मराठा’ व ‘केसरी’ सुरू केले. पण १८८४ पासून सामाजिक सुधारणांच्या संदर्भात टिळक व आगरकरांमध्ये तीव्र मतभेद वाढले आणि अखेरीस आपल्या सुधारकी विचारांना स्वत:च्या हक्काचे योग्य व्यासपीठ हवे म्हणून १५ ऑक्टोबर १८८८ मध्ये आगरकरांनी ‘सुधारक’ या साप्ताहिकाचा प्रारंभ केला.

व्यक्तिस्वातंत्र्य हे विवेकवादी आधुनिक विचारांचे अंगभूत तत्त्व असल्याने सुधारकातील पहिल्याच अंकात ‘सुधारक काढण्याचा हेतू’ या लेखात त्यांनी व्यक्तिस्वातंत्र्याची मागणी केली आहे. ते लिहितात - ‘‘समाजाचे कुशल राहून त्यास अधिकाधिक उन्नतावस्था येण्यास जेवढी बंधने अपरिहार्य आहेत तेवढी कायम ठेवून बाकी सर्व गोष्टीत व्यक्तिमात्रास (पुरुषास व स्त्रीस) जितक्या स्वातंत्र्याचा उपभोग घेता येईल तितका घ्यावयाचा हे अर्वाचीन पाश्चिमात्य सुधारणेचे मुख्य तत्त्व आहे. हे ज्याच्या अंत:करणात बिंबले असेल त्यांना आमच्या समाज व्यवस्थेतील अनेक दोषस्थळे दिसणार आहेत, हे उघड आहे. ही दोषस्थळे वारंवार लोकांच्या नजरेस आणावी, ती दूर करण्याचे उपाय योजावे आणि युरोपीय सुधारणेत अनुकरण करण्यासारखे काय आहे ते पुन: पुन: दाखवावे यास्तव हे सुधारक पत्र काढले आहे.’’

अर्वाचीन पाश्चिमात्य सुधारणेचे तत्त्व म्हणजे पूर्वजांचे सर्वच वाईट, टाकाऊ, बिनकामाचे आहे अशी धारणा कोणाची होऊ नये; तसा अपप्रचार कोणी करू नये या बाबत दक्ष असणाऱ्या आगरकरांनी परंपरावाद्यांना आणि सुधारणेचे भय वाटणाऱ्यांना अर्वाचीन पाश्चिमात्य सुधारणा म्हणजे काय? आधुनिकता म्हणजे नेमके काय? हे या आपल्या पहिल्याच निबंधात समजावून सांगितले आहे.

२१ व्या शतकातही आधुनिकता म्हणजे चंगळीपणा, पाश्चिमात्यांची जीवनपद्धती गैरसोयीची, अपायकारक असली तरी स्वीकारणे, स्वदेशी म्हणजे गावंढळपणा असा ग्रह कायम आहे. तेव्हा त्यांचे या संदर्भातील विचार आपल्या पिढीलाही मार्गदर्शक ठरणारे, ताजेतवाने वाटतील. ते लिहितात - ‘‘भारतीय



संस्कृतीचे जरठ झाड आता अगदी जीर्णशीर्ण आणि शुष्क झाले असून त्याला पुन्हा प्रफुल्ल स्वरूप प्राप्त करून देण्यास पाश्चिमात्य विद्येचे खतपाणी दिले पाहिजे. मात्र मूळ प्रकृती म्हणजे भारतीयत्व न सोडता पाश्चिमात्य नवीन शिक्षण व नवीन कल्पनांचा योग्य रीतीने अंगीकार केला पाहिजे.’’ आपल्या ‘इष्ट असेल ते बोलणार व साध्य असेल ते करणार’ या निबंधात ते अधिक स्पष्ट भूमिका मांडताना म्हणतात - ‘‘हिंदू धर्मविचारात आणि सामाजिक आचारात जेवढे काही खरोखर निर्दोष व हितावह आहे, त्याला कशाचीही भीती नाही. तेव्हा आधुनिक दृष्टी नुसार जे समाजाला, व्यक्तीला हितकारक नाही ते नष्ट करण्यात वावगे असे काहीही नाही.’’

‘तरूण सुशिक्षितांस विज्ञापना’ या निबंधात ते एक चिरंतन सत्य सागूंन जातात - ‘‘ज्या देशात असमानता वाढते, त्या देशाच्या ऱ्हासास आरंभ झाला असे समजावे. ज्या वेळेस प्रत्येक व्यक्तीस विचार, उपभोग आणि काम ही समप्रमाणाने करावी लागून, साऱ्यांच्या सुखानुभवाची इयत्ता सारखी होत जाणार आहे व जो जो ती तशी होत जाईल, तो तो खरी उन्नती होऊ लागली असे म्हणता येईल.’’ या त्यांच्या विचारातून खऱ्या उन्नतीसाठी समान विकासाचा, समान संधीचा, चिरंतन, निरामय विकासाचा मार्ग कसा अंगिकारावा लागणार आहे याचं भान आजच्या तरूण पिढीला येण्यास नक्कीच मदत होईल.

आगरकरांना अवघे ३९ वर्षांचे आयुष्य लाभले, त्यात सुधारकाद्वारे आपले विचार व्यक्त करण्यासाठी अवघी ७ वर्षे लाभलीत. आपल्या या छोट्याशा, अल्प कालावधीत त्यांनी विवेकवादी विचारांचे जीवनसार अत्यंत प्रभावीपणे मांडले. ७व्या वर्षाचा ३६ वा अंक हा १७ जून १८९५ मध्ये प्रसिद्ध झाला. हा ‘सुधारका’चा शेवटचा अंक होता.

आगरकरांनी युवा शक्तीवर जो विश्वास दाखविलेला होता तो या १५० व्या जन्मदिनानिमित्त आज वर्तमानात खरा करून दाखविण्याची जबाबदारी आजच्या युवा शक्तीवर आली आहे. या जबाबदारीचा स्वीकार करत आगरकरांनी शिकवलेल्या डोळस विचारांनुसार - ‘‘जे परंपरागत असेल, जे पवित्र ग्रंथातून पुरस्कारिले गेले असेल, जे पूज्य व्यक्तींनी प्रतिपादले असेल तेच सत्य आणि तेच इष्ट असे समजण्याची सर्रास प्रवृत्ती सोडली पाहिजे. विशिष्ट रूढीच्या वा विशिष्ट व्यक्तींच्या वा विशिष्ट वचनांचाच अधिकार निमूटपणे सहन करण्यातच आपले कल्याण आहे. अशा अंधळ्या श्रद्धेचा त्याग केला पाहिजे. यातून आजच्या समाज व्यवस्थेतील दोषस्थळे दिसून ती दूर करण्याचा मार्ग सहज दिसून येईल. ■

लेखक : **राजेंद्र गाडगीळ**, सृजनशील व्यक्तिमत्व विकास केंद्राचे संचालक,

गिजुभाई बधेका, ताराबाई मोडक, शेष नामले, अनुताई वाघ
यांसारखे ज्येष्ठ शिक्षणतज्ज्ञ संपादक म्हणून लाभलेले,
७२ वर्षांची परंपरा असलेले मासिक

***शिक्षणपत्रिका***

शिक्षणाविषयी साकल्याने मांडणी करणारे,
शास्त्रीय शिक्षणपद्धतीचा
प्रचार आणि प्रसार करणारे मासिक

***शिक्षणपत्रिका***

मूल कसे असते व कसे शिकते हे समजावून देणारे,
प्रत्येक शिक्षक व पालकाच्या संग्रही असायलाच हवे, असे मासिक

***शिक्षणपत्रिका***

वार्षिक वर्गणी रु. १५०/– त्रैवार्षिक वर्गणी रु. ४००/–
चेक, डीडी 'शिक्षणपत्रिका' या नावे
(बाहेरगावच्या चेकसाठी वटणावळ रु. ३०)

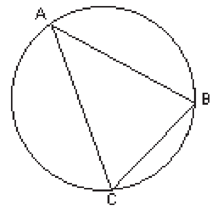
पत्ता : रश्मी ३/९ यशश्री कॉलनी,
कर्वेनगर विठ्ठलमंदिरामागे,
कर्वेनगर, पुणे – ४११ ०५२.
फोन : ३०९१८६१७




# आकृतीत आकृती मोठ्यात मोठी

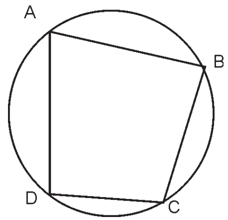
**लेखक** : नागेश मोने

एका रेषेत नसलेल्या तीन बिंदूमधून एक आणि एकच वर्तुळ जाते याची आपल्याला कल्पना आहे. अशावेळी तो त्रिकोण वर्तुळात आंतरलिखित केला आहे असे आपण म्हणतो. जसे शेजारील आकृतीत ∆ABC हा वर्तुळात आंतरलिखित केला आहे.



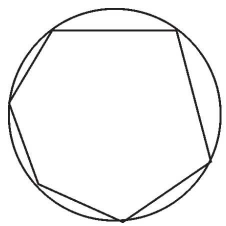
आकृती १

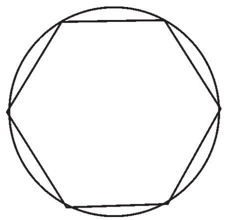
त्रिकोणाप्रमाणेच चौकोनही वर्तुळात आंतरलिखित करता येतो. पण कोणताही त्रिकोण हा वर्तुळात आंतरलिखित असतोच (वर्तुळ दाखविले नाही तरी) त्याप्रमाणे चौकोनाचे नाही. त्यासाठी एका विशिष्ट अटीचे पालन व्हावे लागते. चौकोनाच्या समोरासमोरील कोनांची बेरीज १८०° असेल तरच तो चौकोन वर्तुळात आंतरलिखित करता येतो. अशा चौकोनाला चक्रीय चौकोन असे स्वतंत्र नाव आहे.



आकृती २

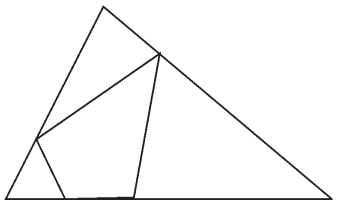
जसे आकृती २ $\square ABCD$ हा चक्रीय चौकोन आहे. $\angle A + \angle C = 180^0$. त्रिकोण, चौकोन, पंचकोन अशा बहुभुजांचे शिरोबिंदू वर्तुळावर घेऊन अनेक आकृत्या (बहुभुज) आंतरलिखित करता येतात. इथे काही आकृत्या दाखविल्या आहेत. आकृत्यांच्या बाजू मोजून तुम्ही त्याला नावे देऊ शकता.

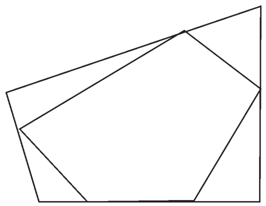

आकृती ३


आकृती ४

आकृती (३) व (४) मध्ये बाजूंची संख्या समान आहे. ती आहे प्रत्येकी ६. पण दुसऱ्या म्हणजे क्रमांक (४) च्या आकृतीत सर्व बाजू

समान लांबीच्या आहेत. अशा आकृत्यांना सुसम बहुभुज असे म्हणतात. वर्तुळ ही अनंत बाजूंची आकृती असल्याने आपल्याला बहुभुजाचे सर्व बिंदू वर्तुळावर घेता येतात. पण त्रिकोणात चौकोन आंतरलिखित करावयाचा झाल्यास ?चौकोनात पंचकोन आंतरलिखित करावयाचा झाल्यास ?

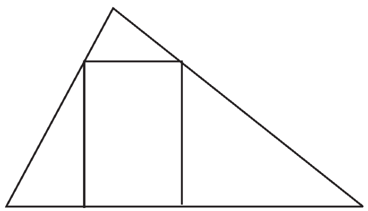

आकृती ५

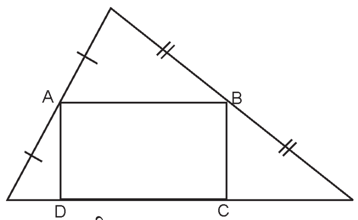

आकृती ६

वरील आकृत्या पहा. आकृती ५ मध्ये चौकोनाचे दोन शिरोबिंदू त्रिकोणाच्या एका बाजूवर घ्यावे लागले आहेत. आकृती ६ मध्ये पंचकोनाचे दोन शिरोबिंदू चौकोनाच्या एका बाजूवर घ्यावे लागले आहेत.

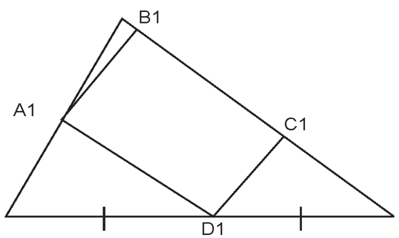
आता त्रिकोणात असे कितीतरी चौकोन आंतरलिखित करता येतील. पण आयत, चौरस असे विशेष प्रकारचे चौकोन त्रिकोणात आंतरलिखित करावयाचे झाल्यास ? त्यातल्या त्यात आयात काढणे सोपे आहे. पण चौरस ? त्यातही मोठ्यात मोठा आयत काढायला सांगितला तर ?

त्यासाठी एक सोपी रीत वापरतात. त्रिकोणाच्या दोन बाजूंच्या मध्यबिंदूतून समोरील a-म्हणजे राहिलेल्या बाजूवर लंब टाकावा लागतो. पहा आकृती क्र. (८). आकृतीत

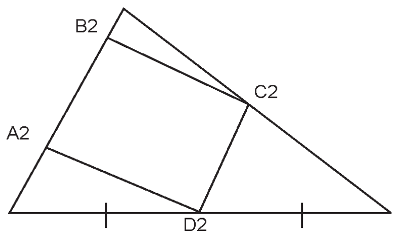

आकृती ७



आकृती ८

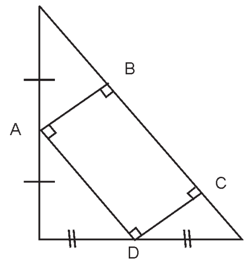


आकृती ९

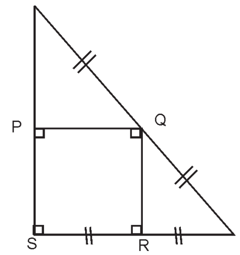


आकृती १०

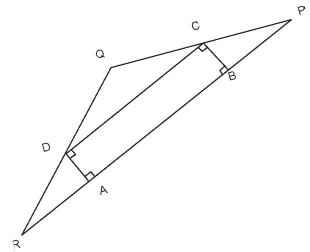




आकृती ११



आकृती १२

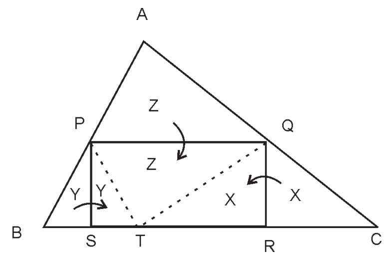


आकृती १३

$\square ABCD$ हा मोठ्यात मोठा आयत आहे. अर्थात असे एकूण ३ आयत होतील. आणखी दोन पहा. आकृती ९, १० मध्ये. अर्थात इथे घेतलेले त्रिकोण लघुकोन त्रिकोण आहेत. आयतांची संख्या आहे ३. सर्वच आयत समान आकाराचे असतील असे नाही.

आता त्रिकोण काटकोन त्रिकोण घेतला तर ? पहा आकृती (११), (१२) ABCD व PQRS असे दोन आयत तयार होतात.

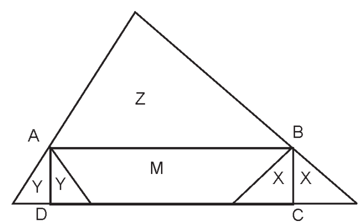
आता राहिला विशालकोन त्रिकोण. विशालकोन त्रिकोणात केवळ १ च आयत मिळतो. असे का त्याचा तुम्ही विचार करा. आकृती (१३)



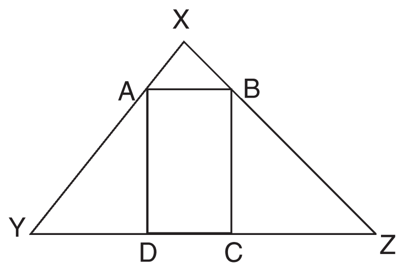
आकृती १४

तयार झालेल्या आयताचे क्षेत्रफळ व त्रिकोणाचे क्षेत्रफळ यात कोणता संबंध असेल असे तुम्हास वाटते ? क्षेत्रफळांमधील संबंध शोधणे अत्यंत सोपे आहे.

त्रिकोणाच्या दोन बाजूचे मध्यबिंदू जोडणारा रेषाखंड तिसऱ्या बाजूच्या निम्मा व तिसऱ्या बाजूला समांतर असतो या गुणधर्माचा वापर करून तुम्ही हे दाखवू शकता की



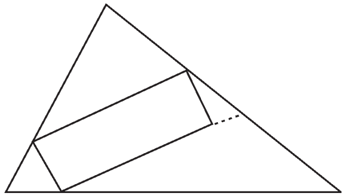
आकृती १५



आकृती १६

आयताच्या क्षेत्रफळाच्या दुप्पट क्षेत्रफळ त्रिकोणाचे आहे.

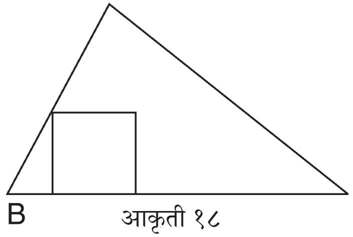
कागदाच्या घडीच्या आधारेही ही दाखविता येईल. पहा आकृती (१४) $\Delta ABC$ च्या क्षेत्रफळाच्या निम्मे क्षेत्रफळ $\square PQRS$ चे आहे. आता हाच आयत मोठ्यात मोठा आहे हे देखील कागदाच्या घडीतून तुम्हाला दाखविता येईल. आकृती (१५) व (१६) मध्ये त्रिकोणाच्या बाजूंचे मध्यबिंदू न घेता आयत बनवले आहेत.



आकृती १७

आकृती (१५) मध्ये x + y + m हे x + y + z पेक्षा लहान आहेत तर आकृती १६ मध्ये AD वर अथवा BC वर घडी घातली तर काय घडेल याचा विचार तुम्ही करू शकता.

आता त्रिकोणाच्या बाजूवर आयताची बाजू घेतली नाही तर मोठ्यात मोठा आयत तयार होईल ? या प्रश्नाचे उत्तर नाही असे आहे. हे सिद्ध करणे शालेय स्तरावरील गणिताच्या आवाक्या बाहेर आहे.

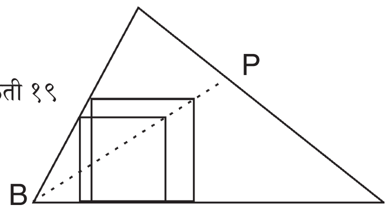


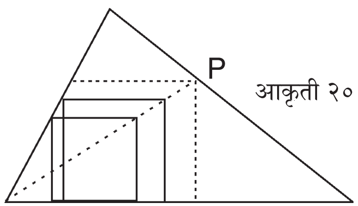

आकृती १८

इथे आकृती दाखविली आहे (आकृती (१७) जिथे टिंबाटिबांची रेषा आहे तिथे कापा व आयताच्या बाजूंवर घड्या घाला. आयताच्या व त्रिकोणाच्या क्षेत्रफळाची तुलना करता येईल.

वस्तुतः आंतरलिखित आकृती या शब्दाचा अर्थच अधिक बाजू असणाऱ्या आकृतीच्या परिघावर, कडांवर आकृतीचे शिरोबिंदू असायला हवेत. आयताला शिरोबिंदू ४ आणि त्रिकोणाला बाजू ३, म्हणजे १ ने कमी. अशावेळी आयताचे दोन शिरोबिंदू त्रिकोणाच्या एका बाजूवर येणारच.

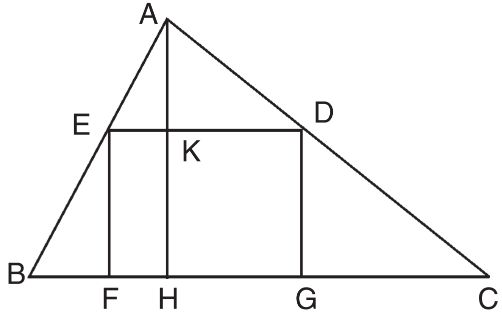
आकृती १९




आकृती २०






आकृती २१

आयतापेक्षा त्रिकोणात चौरस आंतरलिखित करायचे ठरवले तर .? पोलया यांच्या How to solve it मध्ये याची रचना कशी करावी याचा उल्लेख आहे. आकृती पहा. (आ.१८) म्हणजे सहज कळेल.

आकृती १८ मध्ये एक छोटा चौरस काढला आहे. ३ शिरोबिंदू त्रिकोणावर आहेत. आकृती १९ मध्ये आणखी एक चौरस काढला आहे व त्रिकोणाचा शिरोबिंदू B व काढलेल्या दोन चौरसांचे अधांतरी शिरोबिंदू जोडून बिंदू P मिळवला आहे. आकृती २० मध्ये P मधून लंब टाकून चौरस बनवला आहे. हा चौरस सर्वात मोठा चौरस आहे.

आता स्वाभाविकच प्रश्न निर्माण होतो की या चौरसाची बाजू किती असणार ? त्रिकोणाच्या बाजूशी या चौरसाच्या बाजूचे काय नाते असणार ?

आश्चर्याची बाब अशी की हे नाते समजायला व सिद्ध करायला अगदी सोपे आहे.

त्रिकोणाची बाजू a आणि उंची b मानली तर ab/a+b अशी बाजू असणारा हा चौरस असतो. कसे ते पहा. आकृती २१ पहा.

$\Delta AED$ व $\Delta ABC$ समरूप आहेत.

चौरस DEFG ची बाजू x व त्रिकोणाची उंची AH = b मानू

$\therefore AK = b-x$

$\Delta AED$ समरूप $\Delta ABC$

$$\therefore \frac{AK}{ED} = \frac{AH}{BC} \quad \therefore \frac{b-x}{x} = \frac{b}{x} \quad \therefore ab - ax = bx \quad \therefore x = \frac{ab}{a+b}$$

असे चौरस आंतरलिखित करण्याच्या पद्धतीही अनेक आहेत. त्याबद्दल व या संदर्भात आणखी काही पुढील लेखात पाहू या.

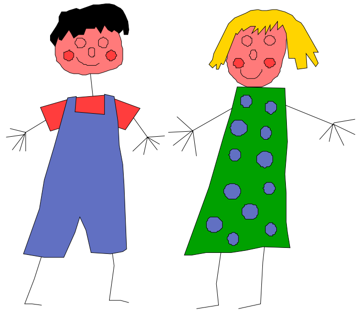
■

**संदर्भ** - How to solve it - Polya Gardner's workout - Gardner

लेखक : **नागेश मोने,** द्रविड हायस्कूल वाई येथे विज्ञान व गणित शिकवतात. विज्ञान वाचनालय चालवतात.

आनंद





# तुमचं आमचं खास - पेशी

**लेखक :** सुहास कोल्हेकर

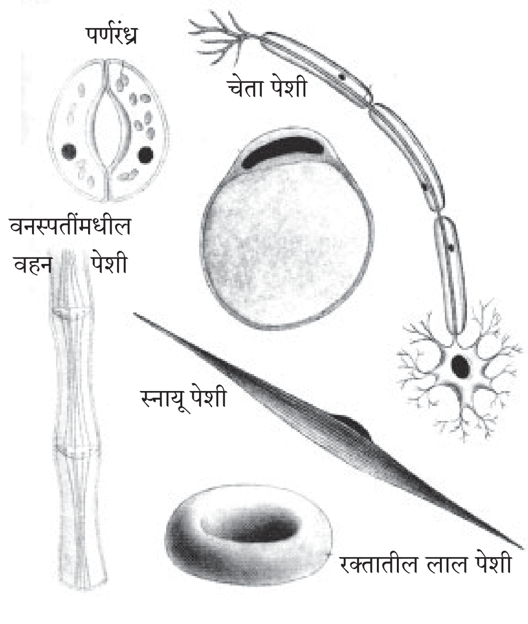
गेल्या लेखात मेंदूचं कामकाज जाणून घेताना आपण चेतापेशीबद्दल वाचलं. आपल्या शरीरातल्या प्रत्येक अवयवात असंख्य वेगवेगळ्या पेशी असतात. पेशी हा तर सजीवांचा मूळ घटक. तिच्याबद्दल जाणून घेऊ या.

**पेशीचे अंतरंग**

'मूर्ती लहान कीर्ती महान' हे पेशीचे थोडक्यात वर्णन. टाचणीच्या टोकावर ह्या पेशी हजारोंच्या संख्येने राहू शकतात, साध्या डोळ्यांना दिसूच शकत नाहीत. साधारण १००० पट मोठ्या करू शकणाऱ्या सूक्ष्मदर्शकातून बघितल्यावर फक्त त्यांचे आकार दिसू शकतात. रक्तातल्या बहुतांश पेशी गोल तर स्नायूच्या लांबटसर अन् मेंदूच्या कोळ्यासारख्या. 'अमीबा' हा एकाच पेशीचा जीव सारखा आकार बदलणारा तर युग्लीना किंवा पॅरामेशियम हे 'स्लीपरच्या आकाराचे'. म्हणजे लांबट, मध्ये फुगीर अन् दोन्ही टोकांकडे अरूंद. त्यातही युग्लीनाला एकच लांब शेंडी (फ्लॅजेला म्हणतात तिला) तर पॅरामेशियमच्या संपूर्ण कडांना लहान केसांसारख्या सिलिया. हे सगळं पुस्तकात वाचून तुम्हाला माहिती असेल. आता बाहेरूनच एवढी विविधता तर त्यांच्या आत काय काय असणार! उत्सुकता वाटतेय ना तुम्हाला?

ह्या सर्व पेशींना करता येणाऱ्या गोष्टींचा विचार केलात ना, तर लक्षात येईल की ही प्रत्येक 'पेशी' म्हणजे जणू काही एक मोठ्ठा कारखानाच आहे. आपण काही उदाहरणे पाहू. मागच्या एका लेखात म्हटलं तसं मेंदूची पेशी (नर्व्ह सेल) आपला संदेश झपाट्याने शेजारच्या तशाच पेशीला देते तेव्हा मधल्या 'गॅप' मधून स्पार्कसारखा संदेश नेण्यासाठी काही रसायनं मदत करतात - त्यांना न्यूरोट्रान्समीटर्स असं म्हणतात.

प्रत्येक अवयवातल्या पेशीचं कार्य वेगळं. सच्चूच्या डोळ्यातल्या दंड पेशी ह्या पेशी पण अशाच ग्रेट. अंधाऱ्या रात्री 'ताऱ्यांचे लुकलुकणे' बघून सच्चू आनंदाने




**जसं काम तसा आकार**

टाळ्या वाजवून नाचायचाच. हे 'लुकलुकणे' सच्चूला एवढ्या अंधारात 'दिसतं' म्हणजे काय होतं माहिती आहे ? सच्चूच्या डोळ्यांतल्या दंड पेशी हा 'उजेड' एकत्रित करून त्याचा 'विद्युत संदेश' सच्चूच्या मेंदूला पाठवतात - म्हणजे मग 'सच्चूला लुकलुकणारा तारा दिसतो' सच्चूच्या डोळ्यांमधल्या २५० मिलिअन दंड पेशींमध्ये प्रकाश झेलणाऱ्या पिगमेंटचे (रंगद्रव्याचे) प्रत्येकी ३० मिलिअन रेणू असतात. म्हणजे आम्ही किती 'विद्युत' वापरतो बघा. आता ही विद्युत ऊर्जा तयार करण्यासाठी प्रत्येक दंडपेशीत जवळजवळ हजार एक सूक्ष्म पॉवर हाऊस असतात - त्यांना म्हणतात 'मायटोकॉंड्रीया' (साधारणपणे वड्यासारख्या) ह्यांत इंधन म्हणून ग्लुकोज वापरलं जाऊन 'विद्युत' निर्मिती होते. (त्याबरोबर पाणी आणि कार्बन डायॉक्साइड हा 'कचरा' तयार होतो)

**ऊर्जेची किल्ली**

सच्चूला त्याच्या हृदयाचा 'पम्प' सतत सुरू ठेवायला, श्वास घेतांना छाती फुगवायला, अगदी पाऊल टाकायला, 'धूळ उडली' तर डोळ्याची पापणी बंद करायलासुद्धा ऊर्जा लागते. ही ऊर्जा त्या त्या अवयवातल्या माझ्या सहकारी पेशी तयार करत असतात. आमच्या अंतरंगातल्या पॉवर हाऊसमध्ये रासायनिक प्रक्रिया होऊन ॲडिनोसिन ट्राय फॉस्फेट (ATP) तयार होत असते त्यात फॉस्फेटचे तीन बंध असतात. ऊर्जा हवी असते तेव्हा त्यातला एक बंध मोडून ती ऊर्जा वापरली जाते. म्हणजेच ATP पासून ADP (म्हणजे ॲडिनोसिन डाय फॉस्फेट)तयार होते. पुन्हा आणखीन ऊर्जा तयार झाली की नवा बंध तयार होऊन ADP चे ATP त रूपांतर होते. अशी आहे सजीवांच्या ऊर्जेची किल्ली.



आता आपण अभ्यास करतो तेव्हा खूपच ऊर्जा वापरतो म्हणून भूक लागते. काहीतरी खाल्लं की इंधन पुरवठा होऊन ऊर्जा तयार होते. अगदी झोपेतसुद्धा हृदय, फुफ्फुस, मेंदू सतत काम करत असतातच. म्हणजे ऊर्जा हवीच. म्हणूनच रात्री जेवून झोपलो तरी सकाळी उठल्याबरोबर भूक लागतेच. निदान चहा/कॉफी तरी हवीच- मग नास्ता. आणि हो नास्ता घेताना एक मस्त (स्वस्त सहज मिळणारं) केळं खात जा हं. कारण त्यातून भरपूर फॉस्फेट मिळतं - (ADP, ATP मधलं P)

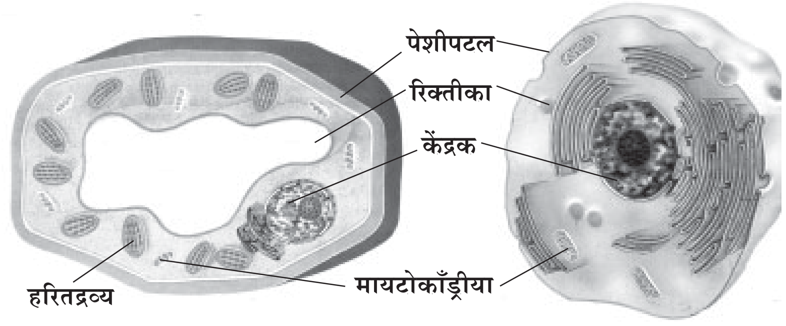
तर मित्रांनो आम्हा सर्व पेशीत अगदी अमिबापासून माझ्यापर्यंत 'मायटोकॉंड्रीया' असतातच. अपवाद फक्त रक्तातल्या लालपेशी. त्या ऊर्जा निर्माण करत नाहीत. त्यांचं काम आपण नंतर समजून घेऊच.

**अंतरंगातलं साम्य**

काम आणि रचना ह्या दोन्ही दृष्टीने आमच्यात खूपच विविधता असते, हे आपण आधी बघितलंच. पण तरी आमच्या अंतरंगात खूपच साम्य असतं. असणारच ना. आता आम्ही सर्व (अपवाद फक्त रक्तातल्या लाल पेशी) ऊर्जा तयार करतो म्हणजे आमच्यात मायटोकॉंड्रीया असणारच. त्यासाठी 'इंधन' हवं म्हणजे आम्हाला ते घेणं आलंच आणि ऊर्जा तयार करतानासुद्धा काहीतरी नको असलेलं तयार होणार. म्हणजे कचरा. त्याची विल्हेवाट लावणं आलंच. त्यामुळे ह्या सगळ्या व्यवस्था असतात आणि त्यांना एकत्र ठेवणारी, त्यांचं बाहेरच्या नको त्या गोष्टींपासून रक्षण करणारी तटबंदीही असतेच. ही तटबंदी म्हणजे पेशींचे आवरण- पेशी पटल. अगदी पातळ पापुद्रा दिसला तरी ह्याची करामत मात्र थोर असते.

ह्याच्या रचनेच्या तपशिलात आत्ता नको जायला पण त्यांच्या क्षमता अगदी थोडक्यात सांगायच्या तर

- पेशीला काय हवं त्याची निवड करून




**वनस्पती पेशी** **प्राणी पेशी**

## मन

''आपण मनावर घेतलं ना तर केवढं तरी काम उचलू शकतो. अगदी अवघड गोष्ठी शिकू शकतो, समजून घेऊ शकतो.'' असं म्हटलेलं आपण अनेकदा ऐकतो. आता शिकणं / समजून घेणं ही जबाबदारी मेंदूची हे आपल्याला माहिती आहेच. काम करायला आपल्या हातापायांचा सहभाग हवा हे उघडच. आता 'मनावर घेणं' म्हणजे नेमकं काय ?

आपल्याला मेंदूसकट शरीराचे विविध अवयव दाखवता येतात पण 'मन' हा एक अवयव काही असा दाखवता येत नाही. तर ही काय भानगड असेल ?' असा नेहमीच प्रश्न पडतो. आम्हालाही पडला तेव्हा आम्ही ठरवलं – चला विचारू या, सच्चूच्या मावशीला – मनात असलं तर छान उत्तर समजावून सांगणार, नाहीतर...

तेव्हा मावशीने आम्हाला जे सांगितलं ते साधारण माझ्या लक्षात आहे, ते सांगतो – 'मन' असा एक दृष्य घटक काही आपल्याला दाखवता येत नाही. मग मनात असणं, मनावर घेणं ह्या सर्व गोष्टी कशा होत असतील ? हे समजावून सांगतांना मावशी म्हणाली, 'मन' असं दाखवता येत  नसतंच पण आपल्याला काहीकाही वाटणं, अमूक कोणी अगदी खास आवडणं वगैरे गोष्टी कशा होतात ते सांगते.

आपण मोठं होतो ना, तेव्हा आपल्या शरीरात विविध प्रकारचे बदल होतात – म्हणजे आपल्या एवढ्या किंवा आणखीन थोड्या मोठ्या मुलांचा आवाज बदलतो, काहींना मिशी यायला लागते आणि  मुलांबरोबर छान एकत्र खेळणाऱ्या मुली आता फक्त मुलींचा गट करतात, लाजतात वगैरे वगैरे. काहींच्या चेहऱ्यावर सारखे फोड येतात – त्याला पुरळ म्हणतात. ह्या सगळ्याचं कारण म्हणजे आपल्या शरीरात काही नवीन रसायनं तयार होतात. ही रसायनं तयार करणाऱ्या ग्रंथी शरीरभर विशिष्ट जागी विखुरलेल्या असतात. (आकृती पहा) आणि विशेष म्हणजे ह्या ग्रंथींनी तयार केलेली ही रसायनं म्हणजे 'हारमोन्स' थेट रक्तात मिसळतात अन शरीरभर पोहचवली जातात. ( ती नेण्यासाठी विशिष्ट नलिका असतात) आता प्रश्न पडतो तो असा की, कधी, कोणत्या ग्रंथींनी, कोणता हारमोन, किती प्रमाणात, तयार करायचा हे कसं ठरणार ? म्हणजे इतर अवयवांना जसा मेंदूच थेट आदेश देतो ना त्यांच्या संदेशवहन जाळ्यातून तसाच संदेश याबाबत पण देतो का ? तर हे काम करते एक छोटीशी ग्रंथी– पियुषिका. मेंदूच्या खालच्या भागाला – हायपोथॅल्मसला – जोडलेली नलिकाविरहित गटातलीच ही ग्रंथी असते. पियुषिका मेंदूवर अन् मेंदू पियुषिकेवर असं एकमेकांवर नियंत्रण करतात अन् पियुषिका इतर ग्रंथीवरसुद्धा. म्हणूनच हिला राणी ग्रंथी असं म्हणतात. हे सर्व सुसूत्र पद्धतीने करणं म्हणजे जरा जिकीरीचच असणार. पण ही एवढीशी दिसणारी मेंदूखाली दडलेली पियुषिका म्हणजे जगातला सर्वांत अद्भुत रासायनिक कारखानाच. पियुषिका कसं नियंत्रण करते



तेवढंच आत घेणं अशी क्षमता म्हणजेच सिलेक्टीव्ह परमिॲबिलिटी.

- काय आपलं नाही हे ओळखण्याची आणि दूर ठेवण्याची क्षमता. म्हणजे दुसऱ्या प्रकारच्या पेशी उदा. सूक्ष्मजीव दूर ठेवणं. मात्र फारच अडचणीच्या परिस्थितीत कधी कधी चूक होते अन् मग सच्चू आजारी पडतो.
- नको असलेले पदार्थ - कचरा - बाहेर टाकणं - विल्हेवाट लावणं

**पेशी घटक**

आमच्या अंतरंगात आणखीन बरेच घटक असतात. पेशीच्या पोकळीत भरलेलं असतं ते पेशीद्रव्य - सरबतासारखं द्रावण. त्यात पोहत पोहत बागडणारे मायटोकॉंड्रीयासारखे इतर निरनिराळ्या प्रकारचे घटक.

ह्याचं एक उदाहरण म्हणजे आपल्या मानेत थायरॉईड ग्रंथी असते, तिच्यावर पियुषिकेत तयार होणाऱ्या एका हार्मोनचा परिणाम होतो. हा थायरोट्रॉपिक हार्मोन जास्त तयार झाला तर थायरॉईड ग्रंथी जास्त काम करतील आणि सच्चू लांडग्यासारखा खादाडपणा करेल पण रोडच राहील. उलट कमी झाला तर अगदी संथ वागणारा, सुजलेल्या चेहऱ्याचा, मंद दिसू लागेल. निरुत्साही आजाऱ्यासारखाच दिसू लागेल.

हे समजून घेणं जरा अवघड असलं ना तरी एक पक्कं की 'मन' हा एकच एक असा अवयव नसतो. त्यामुळे 'मनावर दडपण आलं' वगैरे परीक्षेच्या दिवसांत जे काही होतं ना ते म्हणजे बहुतेक असं असावं – सतत न समजणारं पाठ करण्याच्या प्रयत्नामुळे आम्ही मेंदूच्या पेशी दमतो आणि 'आता थांबू या' असं पियुषिकेला सांगण्याचा बहुतेक प्रयत्न करत असतो. तर तिकडे आई–बाबांचे चिंतित चेहरे – कधीकधी उपहासात्मक बोलणं ह्यामुळे पियुषिकेला दुसरा संदेश जातो 'आणखीन कामाला लागायला हवं मेंदूच्या पेशींनी.' अशा परस्पर विरोधी संदेशांमुळे एक तर ट्रॅफिक जाम झाल्यासारखी स्थिती होते. म्हणजे डोळ्यापुढे अंधारी येणं, चक्कर येणं वगैरे. नाहीतर 'दंगल' माजल्यासारखं. धड कुठलंच काही करण्यात लक्ष केंद्रित करता येत नाही – क्षणात रागाने हातपाय झटकणं, रागाने असंबद्ध बडबड करणं, एकदम रडूच कोसळणं असं काही तरी होतं – कधी नुसतंच 'शून्यात बघत बसला' असं.

नैराश्य येण्यापेक्षा रडू येणं उत्तम. आपण रडायला लागलो की सगळे समजूत काढायला लागतात ''रडू नको'' म्हणून. पण मावशी म्हणते, ''चांगलं पोटभर म्हणजे दाटून आलेलं संपेपर्यंत मनसोक्त रडून घे. जरा वेळानं छान काहीतरी चहा, कॉफी घे, आवडीचं एखादं उत्तेजन देणारं छानसं गाणं ऐकत कामाला लाग.'' रडल्यानंतर आमचा सर्व ताण कमी होऊन आम्ही पुन्हा नीट काम करू शकतो. म्हणून 'रडता येणं' ही खरं तर सच्चूची एक मोठी क्षमता आहे – सगळ्याच माणसांची.

तुम्ही न्यू इअरला फुग्यात काय काय भरून फुगवत होतात ना - टिकल्या, चांदण्या वगैरे. त्या जशा फुग्यातल्या हवेत मुक्तपणे तरंगत असतील तसेच काहीसे हे घटक पेशीद्रव्यात असतात.

ह्या शिवाय आम्ही अनेक पदार्थ तयार करतो. त्यातले बरेचसे प्रथिन गटातले असतात. हे तयार करण्याचं काम करतात ते रायबोझोमस्. त्यांची संख्या बरीच असते आणि एका विशिष्ट जाळीसारख्या इंडोप्लाझमिक रेटीक्युलम च्या आधाराने ते राहत असतात.

अनेक रासायनिक प्रकिया सहज सामान्य तापमानाला फक्त सजीव पेशीच करू शकतात. त्याचं श्रेय असतं विकर म्हणून काम करणाऱ्या प्रथिनांनाच. पेशीच्या सर्व घटकांची निर्मिती करताना प्रथिनं हवीतच. सच्चूचं अनेक शत्रूंपासून संरक्षण करायची प्रतिकार शक्ती हवी, तर हे काम प्रथिनंच करतात. एवढी महत्त्वाची प्रथिनं तयार होण्याची जागा म्हणजे रायबोझोम्स.

आमच्या सर्व कामांचे नियंत्रण करतो तो केंद्रक - तो साधारण मध्ये असतो - ऑर्केस्ट्राच्या प्रमुखासारखे तो इशारे देणार. त्यानुसार आमची कामं चालतात. त्याच्या आत सर्व गुप्त माहिती चारच अक्षरांच्या चौसष्ट शब्दांच्या सांकेतिक भाषेत लिहिली असते. ही भाषा पण रसायनांची असते - दोन पेडाच्या वेणीसारख्या डीएनए (डीऑक्सिन्यूक्लीईक ॲसिड) ह्या लांबलचक रेणूमध्ये ही गुप्त माहिती दडलेली असते. एक पेड बाबांकडून मिळवलेला अन् एक आईकडून मिळवलेला असे दोन पेड प्रत्येक पेशीत असतात.

खरंतर सच्चूच्या प्रत्येक पेशीतच संपूर्ण माहिती असते. पण ह्यातली बरीचशी माहिती बंद करून ठेवलेली असते. कोणती पेशी कोणत्या अवयवांत आहे ह्यानुसार ठराविक रसायन तयार करते. म्हणजेच कधी, कोणते रसायन तयार करायचे आणि ते ''किती'' करायचे ह्याच्या सूचना पेशींना मिळतात. त्यानुसार केंद्रकातील 'झाकून ठेवलेल्या' डीएनए धाग्याच्या तेवढ्याच नेमक्या भागाचे झाकण - 'हिस्टोन' दूर करण्यात येते आणि नेमक्या गुप्त सूचनेचे 'आरएनए' च्या रूपात भाषांतर केले जाते. ह्या प्रकारच्या संदेश (मेसेज) देणाऱ्या आरएनएला 'एमआरएनए' म्हणतात.

केंद्रकाच्या आत तयार झालेला एमआरएनए केंद्रक पटलातून बाहेर पेशी द्रव्यात येतो अन् पोहू लागतो. पोहताना ह्या 'एमआरएनए' नी रायबोझोम वर जागा मिळवली की कारखान्यासारखे त्याचे काम चालू होते. काही प्रथिनं आपल्याला आपल्या आहारातील डाळीतून, शेंगदाण्यातून, मासळीतून मिळालेली असतात. आपण अन्न पचवतो म्हणजे प्रथिनांचे घटक - अमायनो ॲसिडस् सुटे

डीएनएची रचना

सुटे करतो. ते रक्तात शोषले जाऊन शरीरभरातल्या पेशींना अन्न किंवा कच्चा माल म्हणून पुरवले जात असतात, ह्या वीस एक प्रकारच्या अमायनो ॲसिडस् पैकी एक विशिष्ट 'अमिनो ॲसिड' जोडण्याचा संदेश देणारा शब्द 'एमआरएनए' च्या सुरुवातीला असतो. तो संदेश ओळखणारा व त्याची ने-आण करता येणारा दुसऱ्या गटाचा आरएनए ह्याला 'ट्रान्सफर' म्हणजे 'टीआरएनए' म्हणतात. विशिष्ट टीआरएनए त्या अमिनो ॲसिडला आणून एमआरएनएला चिकटतो आणि पुढचं भाषांतर वाचण्याची सुरुवात होते. प्रत्येकी तीन अक्षरांच्या पुढच्या शब्दानुसार सुयोग्य अमिनोॲसिड आणणारा टीआरएनए पुढचे अमिनो ॲसिड आणून पहिल्याच्या शेजारी बसवतो. पुढचा टीआरएनए आला की आधीचा सरकून त्याला जागा देतो. अन् मग सरकून पेशीद्रव्यात पोहायला मोकळा होतो. ही क्रिया पुढे पुढे सुरू राहते. काही विशिष्ट शब्दांचा अर्थ 'पुरे/थांब' असा असतो. इथवरचा संदेश वाचेपर्यंत आधी शेजारी शेजारी असलेले अमिनो ॲसिडस् हात धरल्यासारखे 'बंध' तयार करून साखळी तयार करतात. ही साखळी म्हणजे प्रथिनाची प्राथमिक रचना. अशी एक साखळी पूर्ण होऊन संदेश देणाऱ्या एमआरएनए पासून निसटली की नवीन साखळी तयार होऊ लागते. मग 'आता काम थांबवा' असा संदेश येईपर्यंत अशा अनेक साखळ्या म्हणजे प्रथिनांचे रेणू तयार होतात. पुढे ह्या साखळ्याची कधी घडीसारखी रचना होते तर कधी दुमडलेल्या वेणीसारखी. कधी त्याला साखरेचे रेणू जोडले जातात तर कधी मेदाचे. मग विविध घटक तयार करण्यासाठी किंवा विशिष्ट काम करण्यासाठी प्रथिनांची रवानगी होते.उदा. विकर (एनझाइम), संप्रेरक (हार्मोन).

काय राव, येतंय का काही चित्र डोळ्यापुढे ? हवं तर आकृतीची मदत घ्या. आणि 'हताश' वगैरे होऊ नका - पुन्हा पुन्हा प्रयत्न करा की स्पष्ट होईल चित्र. तुम्ही १२ वर्षाचे झालात, आता तुम्हाला अमूर्त विचार करायला जमू शकणार आहे पण थोडा प्रयत्न

करायला हवा - सरावही हवा. खोखोची मॅच असली की करता ना प्रॅक्टीस दम वाढवण्याची ?

खोखोवरून आठवलं, आमच्या पेशींबद्दल आणखीन एक गोष्ट फार महत्त्वाची. आम्ही इतकं सुंदर सहकार्याने वागतो. असं करणारे आमचे जे समूह असतात ना त्यांना म्हणतात 'उती.' उदा. स्नायू, रक्त वगैरे. बऱ्याच 'उती' ह्या एकाच प्रकारच्या पेशीनी बनतात तर काही उतींमध्ये एकापेक्षा जास्त प्रकारच्या पेशी असतात. 'रक्त' ही एकमेव द्रवउती. तिची खूपच वैशिष्ट्ये आहेत. सच्चूच्या शरीरातल्या सर्व पेशींना जगवण्याचे काम करते रक्त. जगण्याला - जिवंत राहण्याला अत्यावश्यक असा प्राणवायू रक्त सर्व पेशींना पुरवतं. आणखीन खूप काही काही देतं घेतं. ऐकायची आहे का त्याची गोष्ट त्याच्याच तोंडून ? मग पुढच्या अंकात रक्ताच्या पेशींशी गप्पा करणार का? सांगतो त्यांना तुमचा निरोप.

■

लेखक : **सुहास कोल्हेकर,** हाफकीन संस्था मुंबई येथून पी.एचडी. व्हायरल जेनेटिक्स, मॉलिक्युलर बायोलॉजी व जेनेटिक इंजिकिनअरिंग या विषयात अमेरिकेत पोस्टडॉक्टरल रिसर्च. अक्षरनंदन शाळेत स्थापनेपासून सहभाग, नर्मदा बचाव आंदोलनात सक्रीय.

**हिंदी – संदर्भ**

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

हिंदी संदर्भची वार्षिक वर्गणी रुपये ७५ आहे.

**पत्ता : एकलव्य, संपादन- चक्कर रोड, मालाखेडी, होशंगाबाद-४६१००१**
**वितरण : एकलव्य, इ-७, एचआयजी, ४५३,**
**अरोरा कॉलनी, भोपाळ-४६२०१६**



# करूया प्रयोग

**लेखक :** विवेक मॉंतेरो ● **अनुवाद :** यशश्री पुणेकर

एक छोटा आरसा वाळूनं भरलेल्या बॉलवर चिकटवून ठेवून एका अंधाऱ्या खोलीत सूर्यप्रतिमा कशा पाडायच्या ते आपण गेल्या वेळेला शिकलो. आत्ताच्या उन्हाळी दिवसात तुम्हाला अशा सूर्यप्रतिमा सहज घेता येतील. तुम्ही त्यावरचे सौरडाग पाहू शकलात तर फारच छान. खरं तर यावेळेला सूर्यदुर्बिणीतून काय माहिती मिळवता येईल हे सांगण्याचा माझा विचार होता पण त्या आधी एक दोन साधे प्रयोग मी तुम्हाला सांगणार आहे. तुमच्या वाळूने भरलेल्या बॉलचा या प्रयोगात उपयोग होईल. हे प्रयोग तुम्हाला नक्कीच आवडतील.

**प्रयोग - १**

एक मोठा प्लास्टिकचा बॉल घ्या. ॲल्युमिनियम किंवा प्लास्टिकची ३० सेंमी लांबीची नळी घ्या. अशी नळी जर नाहीच मिळाली तर एक फूटभर लांबीचा पोकळ बांबू घ्या. लक्षात घ्या आपल्याला रात्री या नळीतून आकाश बघायचंय म्हणून ही नळी सरळ आणि अरुंद असायला हवी.

चाकू गरम करून प्लास्टिकच्या बॉलला दोन विरुद्ध बाजूंना भोकं पाडून घ्या. त्या दोन्हीमधून नळी ओवून घ्या. आता बॉलमध्ये वाळू भरा. चिकटपट्टीने बंद करा.

एखादा छोटासा कप किंवा रिंग घेऊन रात्रीच्या वेळी गच्चीत किंवा उघड्यावर जा. उंच स्टुलावर रिंग ठेवा आणि त्यावर नळीसहित तयार केलेला बॉल नीट ठेवा. या नळीचा उपयोग तुम्ही दुर्बिणी (telescope) सारखा करणार आहात. आता एखादा तारा निश्चित करा. या आपल्या दुर्बिणीतून त्याचे

निरीक्षण करा. बॉल, दुर्बिण, स्टूल काहीही न हालवता पंधरा मिनिटांनी तोच तारा बघा. दिसतोय का तुम्हाला तो ? नाही ? का बरं ? जरा विचार करा.

**प्रयोग - २**

आता हाच प्रयोग आपल्याला ध्रुव ताऱ्यावर दुर्बिण रोखून करायचा आहे. उत्तर दिशेला ध्रुव ताऱ्याकडे दुर्बिण रोखा आणि निरीक्षण करा. पंधरा मिनिटांनी काय दिसेल ? ध्रुव तारा जसाच्या तसा त्याच जागी आढळेल. एका तासाने, दोन दिवसांनी, तीन आठवड्यांनी अगदी चार महिन्यांनी सुद्धा तो तुम्हाला तिथेच दिसेल.

याचं कारण असं की ध्रुव तारा आकाशात कधी जागा बदलत नाही. अढळ असतो. (खरं म्हणजे तो अगदी जरासा हालतो पण ते आपल्याला जाणवण्याइतकं नसतं. अगदी सूक्ष्म दुर्बिणीतून ही हालचाल बघता येईल.)

एक ध्रुव तारा सोडला तर अवकाशात सगळे ग्रह आणि तारे फिरत असतात. का बरं ?

यानंतर तुम्ही एक महत्त्वाची गोष्ट करणार आहात. ध्रुव ताऱ्याने क्षितीजाशी केलेला कोन आपल्याला मोजायचा आहे. ध्रुव तारा निश्चल असल्याने हा कोनही निश्चित असतो. तो कधीच बदलत नाही. तुम्ही ज्या जागेवर उभे आहात तिथले अक्षांश म्हणजेच हा कोन. तुम्ही पुणे, मुंबई, चेन्नई जिथं कुठं असाल त्या शहराचे अक्षांश म्हणजेच क्षितीजाशी ध्रुव ताऱ्याने केलेला कोन. मग हा कोन मोजणार कसा ?

हे आपण पुढच्या लेखात बघणार आहोत. त्याचवेळी जिओसिंक्रोन (geosynchron) बनवायलाही शिकायचे आहे. ■

लेखक : **विवेक मॉंतेरो** - डाव्या परिवर्तनवादी विचारांचे लोकवैज्ञानिक, भौतिक शास्त्रातील डॉक्टरेट. नवनिर्मिती संस्थेचे संस्थापक.
अनुवाद : **यशश्री पुणेकर**

**पालकनीती**

**पालकत्वाला वाहिलेले मासिक**

मुलांच्या विकासात शिक्षणाचा आणि शिक्षकांचा मोठा वाटा असतो. त्यामुळे पालक आणि शिक्षक दोघांच्या दृष्टिकोनातून विचार करून 'पालकनीती' ठरवायला हवी. या विचारांसाठी व्यासपीठ -पालकनीती. हे मासिक जरूर वाचा. वार्षिक वर्गणी रु.१२०/-

**पालकनीती परिवार,** अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, डेक्कन जिमखाना, पुणे ४. फोन : २५४४१२३०



# रक्ता, तुझा रंग कसा ?

**लेखक :** सुशील जोशी ● **अनुवाद :** गो.ल. लोंढे

रक्ताचा रंग निळासुद्धा असू शकतो का ? असा प्रश्न कधीकधी सहज विचारला जातो. या प्रश्नाचे उत्तर होय असेही असू शकते. आणि नाही असेही असू शकते. प्रश्न कोणत्या संदर्भात विचारला आहे त्यावर होय किंवा नाही हे उत्तर अवलंबून आहे.

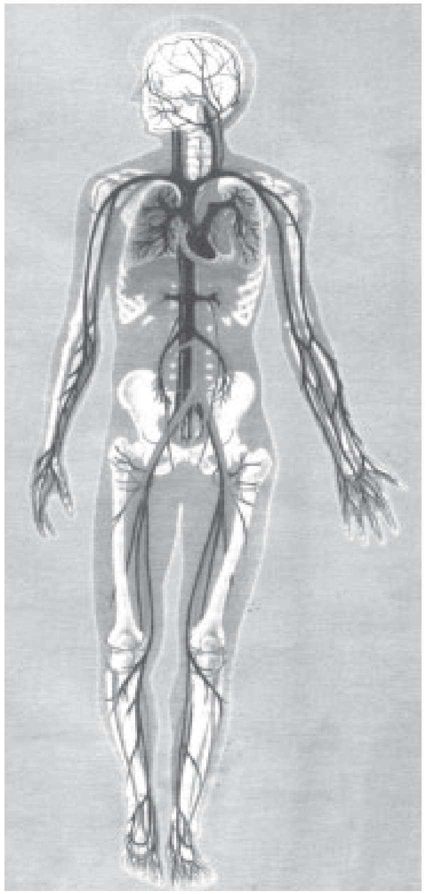
जीवसृष्टीत निळ्या रंगाचे रक्त असू शकेल का ? असा प्रश्न तुम्ही विचाराल तर त्याचे उत्तर होय नक्कीच असे द्यावे लागेल. शिरेतून निळे रक्त वहाते का ? असा प्रश्न तुम्ही विचाराल तर मात्र त्याचे उत्तर कठीणच आहे. बहुतेक लोकांचा असा ठाम समज आहे की शिरेतून वहाणारे रक्त निळ्या रंगाचे असते, आणि रोहिणीतून वहाणारे रक्त लाल रंगाचे असते. असा समज होण्याचे कारण म्हणजे आरोग्यशास्त्राच्या पुस्तकातील रक्ताभिसरण दर्शक आकृत्यांमध्ये शिरा निळ्या रंगाने दाखवलेल्या असतात आणि रोहिण्या लाल रंगाने दाखवलेल्या असतात. या समजूतीला आणखी बळकटी येण्याचे अजून एक कारण आहे की आपल्या हातापायाच्या त्वचेच्या लगतच्या शिरा आपल्याला निळ्या दिसतात आपण त्यांना नीला म्हणतो. रोहिण्या मांसल भागात असतात.

शरीरविज्ञान शिकणाऱ्या विद्यार्थ्यांना रक्ताभिसरण क्रिया माहीत असते. हृदयापासून धमन्यांवाटे रक्त शरीरातील सर्व अवयवांपर्यंत जात असते. अवयवांपासून रक्त नीलांवाटे हृदयाकडे जात असते. यावरून त्यांना हेही समजण्यासारखे आहे की रोहिणीतून वहाणारे रक्त ऑक्सिजनयुक्त असते; आणि नीलेतून वहाणारे रक्त ऑक्सिजनविरहित असते. या सर्व गोष्टींचा एकत्रित विचार केला तर असा निष्कर्ष निघतो की ऑक्सिजनयुक्त रक्ताचा रंग लाल असतो, आणि ऑक्सिजन विरहीत रक्ताचा रंग निळा असतो. हा निष्कर्ष कितपत बरोबर आहे याचा आपण आता विचार करू.

**रक्ताचा रंग**

रक्त हा एक प्रवाही पदार्थ असल्यामुळे त्यात असलेले पदार्थ रक्तप्रवाहाबरोबर आपोआप एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी वाहून नेले जातात. रक्ताच्या अभिसरणामुळेच, पचलेले अन्न पेशीपर्यंत पोहाचते, उत्सर्जक पदार्थांची हकालपट्टी होते, ऑक्सिजनला पेशींपर्यंत आणून सोडले जाते. कार्बनडायऑक्साईडला पेशींपासून दूर नेले जाते. इतर रासायनिक पदार्थांची ने-आण होत असते. या सर्व घटनांपैकी आपण फक्त ऑक्सिजनसंबंधीच विचार करणार आहोत.

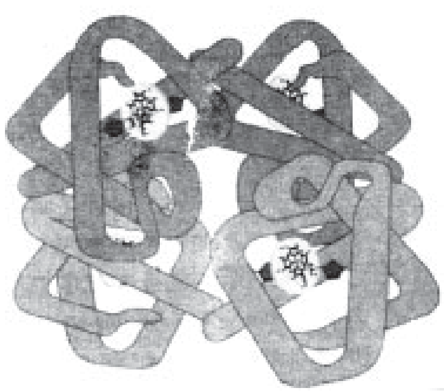
ऑक्सिजन पाण्यात थोड्या प्रमाणात विरघळतो. तो रक्तातही थोड्या प्रमाणात विरघळतो. विरघळलेल्या अवस्थेत तो शरीरातील निरनिराळ्या अवयवांपर्यंत जाऊ शकतो. परंतु सजीवांच्या शरीरात ऑक्सिजनची ने-आण अशा पद्धतीने ऑक्सिजन जोडला जातो व दुसरीकडे वाहून नेला जातो. ऑक्सिजनला स्वत:शी जोडून घेणारा हा पदार्थ म्हणजे हिमोग्लोबीन. मनुष्य, तसेच इतर कित्येक जीवजंतुंच्या रक्तातील हिमोग्लोबीन ऑक्सिजनला जोडून घेण्याचे कार्य करीत असतो. परंतु असेही काही दुसरे पदार्थसुद्धा हिमोग्लोबीनचेच काम करीत असतात. या पदार्थांच्या अस्तित्वामुळेच रक्ताला विशिष्ट रंग प्राप्त होतो. निरनिराळ्या जीवजंतूंच्या रक्तात निरनिराळे ऑक्सिजनवाहक पदार्थ असल्यामुळे त्यांच्या शरीरातील रक्ताचे रंग निरनिराळे असू शकतात आणि असतातही, उदाहरणार्थ अपृष्ठवंशीय वर्गातील प्राणी, किंवा कीटकवर्गातील प्राणी. गोगलगायीच्या रक्तात हिमोसायसीन नावाचा ऑक्सिजनवाहक पदार्थ असतो. ऑक्सिजनच्या संपर्काने तो निळा दिसू लागतो.





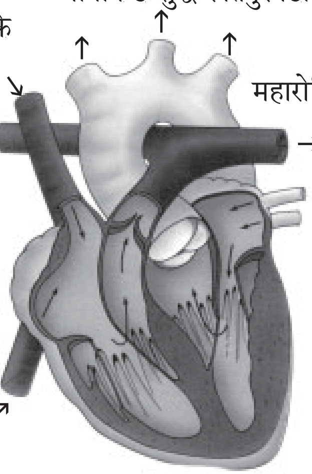
**ऑक्सिजनचे वहन आणि हिमोग्लोबीन**

अर्थातच आपण फक्त मनुष्यप्राण्याच्या बाबतीतच विचार करणार आहोत. मानवी रक्तात हिमोग्लोबीन नावाचा ऑक्सिजनवाहक पदार्थ असतो. हिमोग्लोबीनची रासायनिक संरचना अत्यंत गुंतागुंतीची असते. चार हिम समूह (Haem) एकत्र येऊन हिमोग्लोबीनचा एक मोठा अणू निर्माण होतो. हा अणू रक्तात स्वतंत्र स्थितीत राहू शकत नाही. रक्तातील तांबड्या पेशींमध्ये हे मोठे अणू जणू काही पॅक केल्याप्रमाणे सामावून घेतले जातात. मानवी रक्ताच्या एका थेंबात पन्नास लाख तांबड्या पेशी असतात. त्या कित्येक पेशीत हिमोग्लोबीनचे अठ्ठावीस करोड अणू असतात. इतक्या प्रचंड संख्येने अस्तित्वात असलेल्या हिमोग्लोबीनच्या अणुंना रक्तात मुक्त संचार करू दिला तर रक्ताचा परासरणाचा दाब खूप वाढेल. तांबड्या पेशीत हिमोग्लोबीनचे अणू सामावले गेल्यामुळे ही अडचण तर टळतेच शिवाय फायदा असा होतो की हिमोग्लोबीनचे जास्तीत जास्त अणू अधिक प्रमाणात ऑक्सिजन वाहून नेऊ शकतात. थोडक्यात म्हणजे त्यांची ऑक्सिजन-वहन-क्षमता वाढते. निरनिराळ्या प्राण्यांच्या रक्तामधील हिमोग्लोबीनचे स्वरूप सारखे नसते हे येथे नमूद करावेसे वाटते.



हिमोग्लोबिनचा अणू

हिमोग्लोबीनच्या अणुच्या अंगी कित्येक वैशिष्ट्ये असतात. त्यापैकी सगळ्यात महत्त्वाचे वैशिष्ट्य (आपल्या फायद्याच्या दृष्टीने) असे आहे - परिस्थितीप्रमाणे हिमोग्लोबीनचे अणु ऑक्सिजनच्या अणुंना धरून ठेवतात किंवा गरज पडल्यास, धरून ठेवलेले ऑक्सिजनचे अणू सोडूनही देतात. दुसऱ्या शब्दात सांगायचे म्हणजे हिमोग्लोबीन व ऑक्सिजन यांच्यात उलटसुलट क्रिया चालते. ऑक्सिजनला धरून ठेवण्याची किंवा सोडून देण्याची हिमोग्लोबीनची ही प्रवृत्ति आपल्या दृष्टीने कशी फायद्याची आहे ते पहा. जेव्हा वातावरणात ऑक्सिजन भरपूर असतो तेव्हा हिमोग्लोबीनची प्रवृत्ती ऑक्सिजन जोडण्याकडे असते. अशी परिस्थिती फुफ्फुसात आढळते. समजा पेशींमध्ये जर ऑक्सिजनचे प्रमाण कमी पडत असेल तर हिमोग्लोबीनची प्रवृत्ति ऑक्सिजन सोडून देण्याकडे असते. त्यामुळे पेशींना




ऑक्सिजनचा पुरवठा होतो. याबाबतीत एक मजेदार घटना सांगण्यासारखी आहे. जेव्हा हिमोग्लोबीनचा एक अणू ऑक्सिजनच्या एका अणुला जोडला जातो. तेव्हा तयार झालेल्या जोडअणूच्या संरचनेत असे काही बदल होतात की त्यामुळे तो जोड अणू ऑक्सिजनच्या आणखी अणुंना धरून ठेवण्यास प्रवृत्त होतो. एकंदरीत हिमोग्लोबीनचा एक अणू ऑक्सिजनच्या चार अणूंना धरून ठेवतो.

तापमान वाढले की हिमोग्लोबीनची ऑक्सिजनचे अणू धरून ठेवण्याची प्रवृत्ती कमी होते. जेव्हा एखादी मांसपेशी जोरात काम करीत असते, तेव्हा तिच्या आसपासचे तपमान वाढते. अशा वेळी हिमोग्लोबीन, त्याने धरून ठेवलेला ऑक्सिजन सोडून देते. हेच तंत्र ॲसिडीटीला (आम्लता) लागू पडते. ॲसिडीटी वाढली तर हिमोग्लोबीन, त्याने धरून ठेवलेला ऑक्सिजन अगदी सहज सोडून देते. पेशींमध्ये कार्बन डाय ऑक्साईड उत्पन्न झाल्यामुळे अशी परिस्थिति निर्माण होत असते.

## शिरांचा रंग

चर्चेच्या या गोंधळात आपला मूळ प्रश्न तर बाजूलाच राहिला. आणि तो म्हणजे शिरेतून निळे रक्त वहाते का ? वरील सर्व विचारांचा उहापोह करण्याचा हेतू फक्त एवढाच होता की त्यामुळे एक मुद्दा स्पष्ट व्हावा आणि तो म्हणजे फुफ्फुसाकडून हृदयाकडे येणाऱ्या रक्तात ऑक्सिजनचे प्रमाण अधिक असते. तेच रक्त शरीरातील सर्व अवयवांकडे पाठवले जाते. शरीरात ठिकठिकाणी रक्तातून ऑक्सिजन मुक्त होत रहातो, व त्याच वेळी कार्बनडायऑक्साईड रक्तात मिसळत रहातो. म्हणूनच धमनीतील रक्त ऑक्सिजन युक्त असते. आणि शिरेतील रक्त ऑक्सिजनरहित असते असे म्हटले जाते. याबाबतीत अगदी सुरुवातीलाच असे सांगावेसे वाटते की जेव्हा ऑक्सिजन घेऊन रक्त फुफ्फुसाकडून हृदयाकडे येत असते तेव्हा ते ऑक्सिजनने ९८% संतृप्त असते. शरीरातील ठिकठिकाणच्या पेशींना ऑक्सिजन देऊन झाल्यावर त्या रक्तातील ऑक्सिजनच्या संतृप्ततेचे प्रमाण ६८% होते. म्हणजे या क्रियेत फक्त ३०% ऑक्सिजन हिमोग्लोबीनकडून मुक्त होत असतो व शिरेतील रक्तात भरपूर ऑक्सिजन शिल्लक रहातो.

दुसरी गोष्ट अशी की जर आपण शिरेतील रक्त काढून पाहिले (बहुतेक वैद्यकीय तपासण्यांमध्ये काढून घेतले जाते तसे) तर आपल्याला ते रक्त लाल रंगाचेच दिसेल. त्यात फरक फक्त एवढाच आढळतो की रोहिणीतील रक्तातला चमकदारपणा त्यात नसतो. ते रक्त मळकट लाल दिसते. पण जर त्या रक्तात ऑक्सिजन मिसळला तर तेही चमकदार लाल रंगाचे दिसू लागते. त्या रक्तात निळ्या रंगाचा जरासुद्धा अंश दिसत नाही. तरीसुद्धा शिरा निळ्या कां दिसतात ?

## निळ्या शिरा

याबाबतीत प्रथम एक गोष्ट लक्षात घेतली पाहिजे, की शिरा व रोहिण्या पारदर्शक नसतात. त्यांचा जो रंग दिसतो, तो त्यामधून वहाणाऱ्या रक्ताने आलेला नसतो. तरीपण शिरा निळ्या दिसतात याचे कारण शोधावे लागेल.

शस्त्रक्रिया करणाऱ्या बहुतेक सर्व डॉक्टरांच्या म्हणण्याप्रमाणे शिरा (व रोहिण्यासुद्धा) पांढऱ्या रंगाच्या असतात. जर शिरा पातळ असतील म्हणजे शिरांच्या भिंती पातळ असतील व पारदर्शक असतील; तर त्या शिरा लाल रंगाच्याच दिसायला पाहिजेत. पण त्या तर निळ्या दिसतात असे का ?

या प्रश्नाचे उत्तर शोधण्यासाठी टोरँटो (कॅनडा) येथील 'फोटोनिक्स रिसर्च सेंटर' चे लोयर लिलगे व त्यांचे सहकारी यांनी काही मजेदार प्रयोग केले. शिरा ज्या वातावरणात असतात तशी नैसर्गिक परिस्थिती त्यांनी कृत्रिम रीतीने तयार केली.

सर्वप्रथम त्यांनी वेगवेगळ्या जाडीच्या काचेच्या नळ्या निवडल्या. त्या नळ्यांमध्ये रक्त भरले. नंतर त्या नळ्या दुधासारख्या प्रवाही द्रवात (मला वाटते colloid मध्ये) बुडवल्या. प्रकाशाचे परिवर्तन आणि शोषण या क्रियांना त्वचा जितक्या प्रमाणात प्रतिसाद देईल तितक्याच

प्रमाणात या क्रियांना प्रतिसाद देणारा दुधासारखा प्रवाही पदार्थ त्यांनी प्रयोगासाठी निवडला होता. त्या नळ्या द्रवात बुडवत असताना हळूहळू त्यांचा रंग बदलताना आढळला. जेव्हा त्या नळ्या द्रवाच्या पृष्ठभागाच्या पातळीवर होत्या तेव्हा त्या लाल दिसत होत्या. द्रवात पृष्ठभागाच्या खाली गेल्यावर त्या निळ्या दिसू लागल्या.

असे का झाले ? लिलगे आणि त्याचे सहकारी विचार करू लागले. सूर्यप्रकाश अनेक (सात) रंगाच्या किरणांनी बनलेला असतो. दुधासारखा द्रव पदार्थ आणि रक्त भरलेल्या काचेच्या नळ्यांवर जेव्हा प्रकाश पडतो, तेव्हा त्या सात रंगाच्या किरणांवर काय परिणाम होत असावा ? त्यांना असे आढळले की रक्त भरलेल्या

## लज्जेची लाली

आपल्या शरीरातील रोहिण्यांवाटे रक्त शरीरातील निरनिराळ्या ठिकाणांपर्यंत पोहोचत असते. रोहिण्यांना लहान शाखा फुटलेल्या असतात. त्या शाखांनाही आणखी लहान शाखा फुटलेल्या असतात. आपण त्यांना केशवाहिन्या असे म्हणतो. केशवाहिन्यांचे आवरण इतके पातळ असते की त्या आवरणातून कित्येक पदार्थांची देवाण घेवाण होऊ शकते, होतही असते. नंतर पुढे अनेक केशवाहिन्या एकत्र येऊन शिरा बनतात.

त्वचेखाली केशवाहिन्याची दोन जाळी असतात. एक जाळे त्वचेला खेटून म्हणजे त्वचेपासून ०.००२ सेंटीमीटर अंतरावर असते. आपण त्याला अलिकडचे जाळे म्हणू. दुसरे जाळे थोडे दूर म्हणजे त्वचेपासून ०.०५ सेंटीमीटर अंतरावर असते. आपण त्याला पलिकडचे जाळे म्हणू. दोन जाळ्यांची ही योजना शरीराच्या तपमानाचे नियंत्रण करण्यासाठी फार उपयोगी पडते. जेव्हा बाहेरील तापमान शरीरातील तापमानापेक्षा कमी असते तेव्हा केशवाहिन्यांचे पलिकडचे जाळे कार्यरत होते, त्यामुळे शरीरातील उष्णतेचे नुकसान होत नाही. जेव्हा बाहेरील तापमान शरीरातील तापमानापेक्षा जास्त असेल तेव्हा केशवाहिन्यांचे अलिकडचे जाळे कार्यरत होते. त्यामुळे शरीरातील उष्णता वातावरणात मिसळते. असे म्हणतात की माणसाला जेव्हा राग येतो/लाज वाटते तेव्हा केशवाहिन्यांच्या अलिकडच्या जाळ्यातून जास्त रक्त वाहू लागते त्यामुळे चेहऱ्यावर लाली दिसते. जर शिरेतील रक्त निळे असते तर लाजेने चेहरा लालऐवजी निळा दिसला असता.



नळ्यांवर प्रकाश पडला तर त्या बहुतेक सर्व प्रकाश शोषून घेतात फक्त काही प्रमाणात लाल रंगाच्या किरणांचे परावर्तन करतात त्यामुळे रक्त लाल दिसते.

परंतु जेव्हा त्या नळ्या दुधासारख्या द्रवात बुडालेल्या असतात (रक्तवाहिन्या मांसल भागात असतात) तेव्हा त्यावर पडणारा प्रकाश द्रवाच्या पृष्ठभागापासूनच जास्तीत जास्त प्रमाणात परावर्तित होत असतो. त्यातील लाल रंगाचा प्रकाश जास्त खालच्या पातळीवरूनच परावर्तित होत असतो. परावर्तित होण्याअगोदरच तो प्रकाश रक्त असलेल्या नळ्यांपर्यंत पोहोचला तर नळ्यांकडून लाल रंगही शोषला जातो. व त्यामुळे नळ्यांपासून परावर्तित होणाऱ्या प्रकाशात लाल रंगाचे प्रमाण कमी असते व नळ्या निळ्या दिसू लागतात. म्हणजेच शिरा जर खोलवर भागात असतील तर त्या निळ्या दिसायला पाहिजेत.

वरील विवेचन जर बरोबर असेल तर त्वचेलगतच्या शिरा लाल दिसायला पाहिजेत. कारण त्यांच्यापर्यंत पोहोचलेला सर्व प्रकाश शोषला जातो. यावर लिलगेचे म्हणणे असे आहे की रक्तवाहिन्या त्वचेपासून ०.०५ सेंटीमीटर आत असतील तरच त्या निळ्या दिसतील. म्हणूनच आपण व्यवहारात असे पहातो की गोऱ्या रंगाची माणसे जेव्हा लाजतात/रागावतात/उन्हात फिरतात तेव्हा त्यांचा चेहरा तांबडा लाल दिसतो. (अधिक माहितीसाठी चौकटीतील मजकूर वाचा)

लिलगेचे म्हणणे असे आहे की नीलेचा निळा रंग त्या नीलेतील रक्ताच्या रंगावर किंवा नीलेच्या भिंतींच्या रंगावर अवलंबून नसतो, तर तो नीलेच्या भिंती आणि रक्तावर होणाऱ्या प्रकाशाचा परिणाम याचा एकत्र परिपाक आहे. निसर्गामध्ये अशा प्रकारचा रंगोत्सव नेहमी चालू असतो. आपल्याला हे माहीतच असेल की आकाशाची निळाई, सुर्याची लालिमा, इंद्रधनुष्यातील रंग, मोराचा रंगीत पिसारा, फुलपाखरांचे तऱ्हतऱ्हेचे रंगीत पंख, पाकोळीचा रंग, हे सर्व रंग त्या मूळ पदार्थाचे नसतात. पदार्थाची संरचना आणि प्रकाश यामध्ये होणाऱ्या क्रियेचा तो परिपाक आहे. आता या यादीत नीलांचे (शिरांचे) नाव टाकायला हरकत नाही. पुस्तकांमध्ये शिरेचा रंग निळा दाखवण्याचा पूर्वीपासून रूढी पडलेली आहे कारण शिरा बाहेरून निळ्या दिसतात. शेवटी ती रूढ पद्धत आहे. ती पुढेही तशीच चालत राहील.

■

स्रोत - नोव्हे. २००५ मधून साभार

लेखक - **सुशील जोशी**, एकलव्य, भोपाळ या संस्थेमध्ये कार्यरत.
अनुवाद : **गो.ल. लोंढे, निवृत्त प्राचार्य.**

# हलका फुल

**लेखक** : लुई साल्क गाल्पर्न ● **अनुवाद** : ज्योती देशपांडे

फार फार वर्षांपूर्वीची गोष्ट आहे. एका गावात तीन मित्र राहत होते. गुंडू, बंडू आणि खंडू. ते एका बेकरीत पाव बनवत. ते तिघं मिळून पाव खूपच छान बनवत. अतिशय चविष्ट, खमंग आणि आकर्षक!

रोज सकाळी सकाळी ते तिघंही आपल्या बायकोचा निरोप घेऊन सायकलवरून आपल्या कामाच्या ठिकाणी हजर व्हायचे.

गुंडू रोज एका मोठ्या भांड्यात पीठ घेऊन त्यास आवश्यक तेवढे पाणी घालून पिठाचा गोळा तयार करायचा.

बंडू त्यामधे साखर योग्य प्रमाणात घालून त्या पिठाला गोड चव आणायचा. आणि खंडू त्यामधे योग्य प्रमाणात खमीर (यीस्ट) घालून ब्रेड हलका, मऊ आणि लुसलुशीत करण्याचे काम करायचा.

दररोज त्यांच्याकडून पाव खरेदी करण्यासाठी तुफान गर्दी होत असे. सर्व प्रकारची; सर्व तऱ्हेची माणसं त्यांच्याकडून पाव खरेदी करण्याकरिता गर्दी करत.

काम करता करता ते तिघे नेहमी गाणं म्हणत.

*हलका हलका पाव*
*गोड गोड पाव*
*लुसलुशीत किती*
*खाऊन पहा राव!*
*पिठात टाकलंय*
*साखर आणि यीस्ट*
*खाऊन तर बघा*
*होईल छान फीस्ट*



एके दिवशी काय झाले, गुंडू, बंडू, खंडू नेहमीप्रमाणे कामाला निघाले. पण वाटेत खंडूच्या सायकलच्या टायरमधली हवा गेली, टायर पंक्चर झाले होते. आता खंडूला सायकल ओढत नेण्याशिवाय पर्याय नव्हता. तो बिचारा सायकल ओढत चालायला लागला. बिचारा त्या दिवशी कामाला वेळेवर पोहचू शकला नाही. तो वाटेतच विचार करू लागला की आता पावाच्या पिठामधे खमीर कोण घालणार? खमीर शिवाय पीठ हलके कसे होणार? आणि फुगणार कसे? इकडे गुंडूने पिठात पाणी घालून त्याचा गोळा तयार करण्याचे काम संपवले आणि घड्याळात पाहिले तर खंडूला खूपच उशीर झाला होता. ''अरे खंडूला आज खूपच उशीर झालाय, आज येणार नाही की काय? आता पिठामधे खमीर कोण घालणार? आपणच घातले पाहिजे.'' असे म्हणून त्याने त्या पिठात खमीर कालवून ठेवले. फक्त खमीर (यीस्ट) किती प्रमाणात घालायचे हे काही त्याला माहिती नव्हते. त्याने भरपूर खमीर त्यात कालवले.

त्यानंतर थोड्या वेळाने बंडूने त्या पीठात साखर मिसळायला घेतली. ती मिसळल्यावर त्याच्या लक्षात आले की ''अरे आज खंडू आलेला दिसत नाही. मग आता पिठामधे खमीरही आपणच मिसळून ठेवू.'' असे म्हणून त्यानेही त्यामधे खमीर घातले. त्यालाही त्याचे प्रमाण माहिती नव्हते. त्यानेही भरपूर प्रमाणात मिसळले!

तेवढ्यात खंडू, आपली नादुरुस्त सायकल ओढत कामाच्या ठिकाणी पोहोचला. त्याने पाहिले की पाव बनवण्याचा पिठाचा गोळा तयार आहे. त्यांला वाटले आपण अगदी वेळेतच कामावर पोहोचलेलो आहोत. त्याने योग्य प्रमाणात खमीर त्या पिठामधे मिसळून गोळा पुन्हा नीट मळून ठेवला.

आणि जेव्हा पाव भाजण्यासाठी भट्टी मधे ठेवले, तेव्हा हळूहळू ते पीठ फुगू लागले. फुगत फुगत भट्टी भरून गेली. पीठ आणखी फुगले, भट्टीचा दरवाजा ढकलून बाहेर आले. हळूहळू खोलीभर पसरू लागले. थोड्याच वेळात खोली पिठाने भरून गेली. उघड्या दारातून पावाचे पीठ बाहेर पडले. बाहेरील गल्ल्या, रस्ते फुगलेल्या पिठाने भरून गेले. फुगलेले पीठ अगदी हलके हलके, मऊसर,

लुसलुशीत झाले आणि त्याचा भला मोठा ढग तयार झाला. हळूहळू तरंगत आकाशाच्या दिशेने जायला लागला. रस्त्यावरील सगळी माणसं तोंडात बोटं घालून आश्चर्याने थक्क होऊन हा सगळा प्रकार बघत राहिली. मोठाच्या मोठा ब्रेडचा ढग आकाशात तरंगायला लागला. त्या दिवशी गुंडू, बंडू आणि खंडूला विकण्यासाठी पाव राहिला नाही.

त्या दिवशीपासून रोज गुंडू, बंडू घराबाहेर पडशयचे, ब्रेडचा ढग बघायचे आणि वेळेवर कामावर पोहोचायचे.

खंडू सुद्धा वेळच्या वेळी घराबाहेर पडायचा. आपल्या सायकलची काळजी घ्यायचा, पुन्हा टायर पंक्चर होऊ नये इकडे लक्ष द्यायचा आणि वेळेवर कामावर पोहोचायचा. त्याला कळले होते की आपण वेळेवर कामाला पोहचले पाहिजे. पावाच्या पिठात योग्य प्रमाणात खमीर आपणच मिसळले पाहिजे. ते आपलेच काम आहे. तरच आपला पाव चांगला, योग्य प्रमाणात हलका, लुसलुशीत होईल आणि बेकरीतून विकता येईल.

■

लेखक - **लुई साल्क गाल्पर्न**
अनुवाद : **ज्योती देशपांडे**

शैक्षणिक
संदर्भ

## सभासदत्व नोंदणी

शैक्षणिक संदर्भच्या वर्गणीसाठी रु. ................................

बँक ड्रॉफ्ट/चेक/मनीऑर्डरने **संदर्भ** च्या नावे पाठविली आहेत.

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

नाव ____________________

पत्ता ____________________

____________________

**फोन :** **तारीख**

संदर्भबद्दल माहिती कोणाकडून मिळाली ____________________

**संदर्भ,** १) द्वारा पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक, संभाजी पूल कोपरा, कर्वे रोड, पुणे ४११ ००४.

२) वंदना अपार्टमेंट्स, आयडियल कॉलनी, कोथरूड, पुणे ३८. ☎ : ०२०-५४६१२६५. वेळ : १२.३० ते ४.

अथेन्स येथील पार्थेनॉन आणि ग्रीक नगरचरनेचे विहंगम दृश्य

मलपृष्ठावर इ.स. पूर्व ४०० मधील ग्रीक मंदिराच्या

बाहेरील बाजूस कोरून काढलेले नक्षीकाम

शैक्षणिक संदर्भ – जून – जुलै ०६ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913

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