


१९३८

म. ग्रं. सं. वाचनालय, ठाणे.
विषय ... वी. वी. ...
दा. क्र. १९३८

शोध आणि शोधक


B7 BK-0461938

वाच. वा. वा.

१९३८

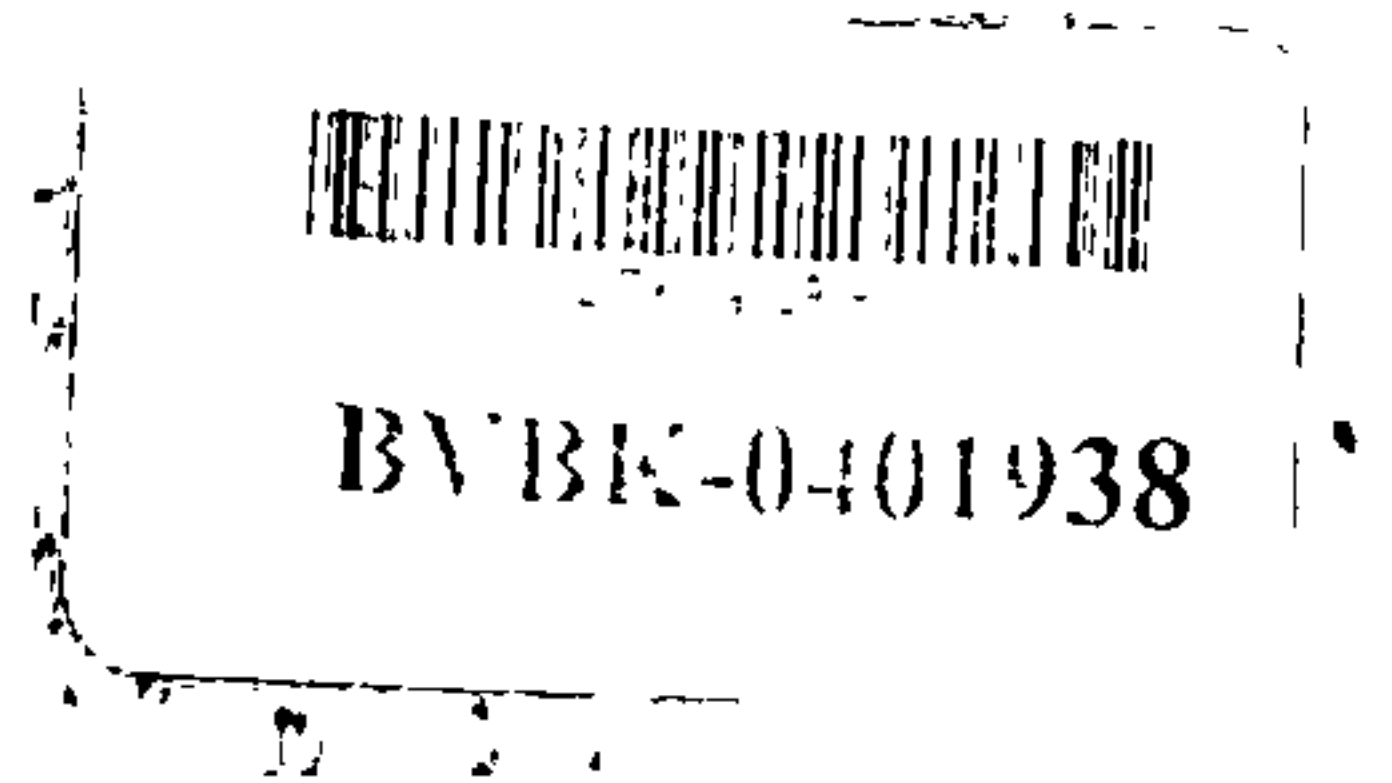
११/३/८६

शोध आणि शोधक

भाग दोन

म. सं. म. ठाणे, दादमास्य शाखा.
माल वा. वा. 'म. सं.
वा. सं. १९३८ दिनांक ११/३/८६
लिपि वा. वा. म.

भालबा केळकर



दीर्घ
प्रकाशन

प्रकाशक / संजय रामचंद्र लिमये, मीनल प्रकाशन, २७९१ ए, वरुणतीर्थ,
कोल्हापूर ४१६००२

मुद्रक / प्रमोद वि. बापट, स्मिता प्रिंटर्स, १०१९, सदाशिव पेठ,
नागनाथ पाराजवळ, पुणे ४११०३०.

मुखपृष्ठ / जयंत ताडफळे

प्रकाशन तिथी / १ जानेवारी १९८६

मूल्य / सहा रुपये

आधी इकडे लक्ष द्या

मुलांनो ! प्रौढांनोसुद्धा ! कारण शिकणं कधी संपत नाही. ज्ञानाचा खजिना कधीही रिता होत नाही. शिवाय अनेक बाजूंनी एकाच तऱ्हेचं ज्ञान बघता येतं, निरीक्षण करता येतं, आणि मग वेगळंच काही कळलं, याचा आनंद होतो.

वेगवेगळे वैज्ञानिक शोध आणि त्यांचे शोधक, तसं म्हटलं तर अनेक आहेत, तेच तेच अनेक वेळा डोळ्यांसमोर येणारे आहेत. पण कुठलंही ज्ञान हे खोटं ठरत नाही. फक्त त्याचं रूप बदलतं. अधिक सूक्ष्म अथवा विशाल होतं.

तसंच कुठलाही शोध लहान नाही, आणि शोधक नगण्य नाही. कारण जन्माच्या वेळी तो साधा वाटतो, लहान वाटतो, नगण्य वाटतो. पण त्याचं स्वरूप गंगोत्रीची गंगा होते तसं, भविष्यात विशाल होतं.

फॅराडेनं एकदा आपला एक नवा प्रयोग एका सभेत दाखवला. कुतुहल-जनक नवज्ञान म्हणून अनेकांनी गौरवला. पण एकानं प्रश्न विचारला, "याचा उपयोग काय?"

फॅराडे म्हणाला, "एखाद्या नवजात अर्भकाचा उपयोग काय, हे तुम्ही मला सांगाल का?"

तसंच आहे नव्यानं कळलेल्या वा शोधलेल्या ज्ञानाचं. म्हणून शोध आणि शोधक यांच्याकडे पाहण्याचं कुतुहल कायम ठेवा.

समर्थानी म्हटलं आहे, 'पाहिले तेचि पाहावे', 'केले तेचि करावे.' याचा अर्थ प्रत्येक पाहणं, करणं नेहमी नव्या दृष्टीतून पाहिलं व केलं जातं आणि नवी सृष्टी दृष्टीसमोर येते. म्हणून हे पुस्तक सादर करण्याचा प्रयत्न. शिवाय ख्रिस्तपूर्व काळापासून ते अद्ययावत् विज्ञान-विकास कसा होत गेला, भारताचं श्रेय त्यात केवढं थोर आहे. पाश्चात्य व भारतीय वैज्ञानिक तत्त्वज्ञानीही होते, तसंच माणूसच होते. त्यांनाही भावभावना होत्या, हेही दाखवण्याचा उद्देश या लेखनात आहे. विज्ञानविचार हा सनातन धर्म-विचारच आहे. वस्तुज्ञान माणुसकीनं सजवलं की, विज्ञान होतं, आणि विज्ञान उदात्त केलं की अध्यात्म निर्माण होतं, हे शोधकच सिद्ध करताना, हे वाचकाच्या मनावर ठसावं, म्हणूनही हा नम्र प्रयत्न. हेच सांगायचं होत, वाचायला सुरुवात करण्याआधी. चला, करा वाचायला सुरुवात.

भालबा केळकर

अनुक्रमणिका

१ टायको ब्राहे	५
२ इव्हॅनगेलिस्टा टॉरिचेली	९
३ ब्लेसी पास्कल	१३
४ रॉबर्ट बाँइल	१७
५ अँटोन व्हॉन ल्युवेनहॉक	१९
६ रॉबर्ट हूक	२२
७ ऐझाक न्यूटन	२४
८ थॉमस न्यूकॉमेन	२७
९ बेंजामिन फ्रॅन्कलीन	२९
१० जोसिआ वेजवुड	३२
११ हेन्री कॅव्हेंडिश	३५
११ जोसेफ प्रीस्टले	३८
१३ जेम्स वॉट	४१
१४ लुइगी गॅल्व्हनी	४५

त्याचा जन्म डेन्मार्कमधल्या एल्सिनॉर या गावी (हॅम्लेटच्या जन्मगावी) झाला. तो एखाद्या शूर योद्ध्याचं जिणं, जन्मभर जगला. चैनीत जगणं हे त्याला फार आवडे. पण ज्ञानप्राप्तीसाठी त्याची दृष्टी अनंत आकाश धुंडाळत राहिली. डेन्मार्कमधल्या उमरावाचा हा मुलगा. निपुत्रिक चुलत्यानं त्याला पळवलं, उत्तम शिक्षण दिलं. सातव्या वर्षी तो उत्तम लॅटीन बोलत असे. उत्तम कविता करीत असे. खड्गयुद्धात प्रवीण होता. संगीतकार झाला. तर्कशास्त्रात चुलत्याशी वादत्रिवाद करून प्रसंगी पराभव करू लागला. बाराव्या वर्षी कोपनहेगन विद्यापीठात तो तत्त्वज्ञान शिकायला गेला. देशातला एक कर्तबगार कार्यकर्ता म्हणून मान्यता पावण्याच्या पातळीला तो लवकरच येऊन ठेपला.

इ. स. १५६० मध्ये, डेन्मार्कमधल्या फलज्योतिषानी भविष्य वर्तवल्याप्रमाणे ग्रहण प्रत्यक्ष दिसले, तेव्हा टायको ब्राहे प्रभावित झाला. टॉलेमीच्या संशोधनाचे लॅटिन भाषांतर आणून त्यानं आधाशासारखं वाचलं. आणि त्याचं उर्वरित आयुष्य त्यानं ग्रह-ज्योतिष व फलज्योतिष यांना वाहिलं.

टायकोनं आपल्या चुलत्याला, 'लिप्झीग विद्यापीठात मला दाखल करा. मला प्रख्यात ग्रहज्योतिषांच्या हाताखाली अभ्यास करायचा आहे.' असं सांगितलं.

त्याप्रमाणे त्यानं अभ्यास सुरू केला आणि लवकरच तो स्वतःच्या बुद्धीनं नवाच वैज्ञानिक विचार मांडू लागला. केवळ सतराव्या वर्षी त्यानं पद्धतशीरपणानं आपली आकाशनिरीक्षणे तक्त्याच्या स्वरूपात मांडण्यास सुरुवात केली. त्यानं त्याच्या नव्या तर्कशुद्ध विचारांनी जादूटोणा, लोकभ्रम आणि पुराणमतं यांचा पराभव केला. नवज्ञानाच्या उदयाची मुहूर्तमेढ त्यानं रोवली. टायकोनं

कोपर्निकसच्या संशोधनाला उचलून धरलं. आणि विश्वाचं स्वरूप स्वतःलाच नीट कळावं या रीतीनं, स्वतःची अशी एक अभ्यासाची दिशा ठरवली. टायको ब्राहे याची कर्मकांडाला मानणारी, रूढीला जपणारी धर्मवृत्ती आड आली. सूर्यकेंद्र सिद्धांत त्यानं अमान्य केला. सर्व तारे, सूर्य, हे पृथ्वीभोवती फिरतात, असंच ठामपणे मानलं. इतर ग्रह सूर्याभोवती व सूर्य पृथ्वीभोवती अशी भ्रमण-कल्पना त्यानं मानली, व मांडली. त्यानं वेध घेऊन आपलं मत प्रयोगसिद्ध म्हणून ठामपणे मांडलं.

डेन्मार्कचा राजा दुसरा फ्रेडरिक यानं टायकोच्या कामावर प्रसन्न होऊन, कोपनहेगनजवळील 'हवीन' बेटावर वेधशाळा उभी करण्यास साहाय्य केलं. वीस हजार पौंड देणगी देऊन त्या बेटावर टायकोच्या सूचनांप्रमाणे सर्व सोयी केल्या. टायकोनं स्वतःचे वीसहजार पौंड घालून आणखी सोयी केल्या.

प्रमुख इमारत म्हणजे किल्लाच. नाव ठेवलं होतं. 'युरेनाइन-बोर्ग' 'स्वर्गतुल्य किल्ला.' एखाद्या बागेसारखा होता तो. भिंती नाना पेंटिंग्ज, शिल्पकृती यांनी सजवल्या होत्या. ब्राहेकरता उत्तम शयनागार, पाहुण्याकरिता निवास होते. दुसऱ्या भागात राजवाडा होता. मुद्रणालय, ग्रंथागार, आणि वेधशाळा हे विभाग त्यात होते.

दुसरी एक वेधशाळा भूमिगत होती. तिचं छप्पर फक्त वर दिसत होतं. ऊन, वारा, पाऊस यांच्या माऱ्यापासून ही सुरक्षित केली होती.

टायकोचं संशोधनकार्य झपाट्यानं सुरू झालं. फायली वाढू लागल्या. काही भाग— इमारतीचा भाग— या कागदपत्रांसाठी गुदाम म्हणून वापरावा लागला.

एका खगोलदर्शक गोलावर— पाच फूट व्यासाच्या गोलावर, टायकोनं स्वतः शोधलेल्या ताच्यांची खूणरूपात नोंद केली. प्रत्येक निरीक्षण अत्यंत अचूक व्हावं व नोंदलं जावं याची त्यानं पूर्ण खबरदारी घेतली.

फ्रेडरिक मरण पावल्यावर टायकोला नव्यानं सर्व व्यवस्था करणं भाग पडलं. फलज्योतिषाबद्दल कुतुहल असलेल्या, प्रागच्या राजानं, दुसऱ्या रुडॉल्फनं, त्याच्या अर्जाला प्रतिसाद दिला. १५९९ मध्ये रुडॉल्फनं, प्रागला बोलावून, टायकोच्या स्वाधीन एक किल्ला व वेधशाळा केली. आणि टायकोनं एक महत्त्वाकांक्षी कार्यक्रम आखला. टायकोनं रुडॉल्फ आणि त्याचे उमराव यांची भविष्यं वर्तवताना आपला आकाश-निरीक्षणाचा उद्योगही चालू ठेवला. आपल्या हाताखालच्या सहकाऱ्यांना त्यानं पुनः पुन्हा वेध-गुणित प्रमाणात वेध घेणं, याचं महत्त्व तर पटवलंच, आणि त्याच-बरोबर जास्त काळ वेध घेणं, याचंही महत्त्व पटवलं. 'मंगळाचे वेध सतत चार वर्षे, शनीचे वेध सतत तीस वर्षे घेणं आवश्यक आहे. असं केलं तर त्या त्या ग्रहांबद्दल पूर्ण माहिती आपल्याला मिळू शकेल.' असंही मत मांडलं.

टायकोला मंगळाबद्दल फार कुतुहल होतं. त्यानं वेध घेऊन मंगळाबद्दलची माहिती मिळवली. ती इतकी अचूक आहे की, रॉबर्ट रिचर्डसन या आधुनिक ग्रहज्योतिषानं असं म्हटलं आहे, 'यदाकदाचित माणसाची मंगळावर स्वारी यशस्वी झाली, तर तिथं टायकोचा पुतळा उभारणं, हाच टायकोचा खरा गौरव होईल. कारण टायकोच्या अभ्यासामुळेच मंगळावतरण शक्य होणार आहे, त्याचाच पहिला मान आहे.'

जोहान्स केपलर हा टायको ब्राहेचा सहकारी व शिष्य होता.

तोही फार मोठा ग्रहज्योतिषतज्ज्ञ झाला. टायकोच्या एकूण पद्धती-
वर तो फार खूष होता, चाहता होता. 'टायको ब्राहे'चं, ग्रह-
ज्योतिषी म्हणून मिळवलेलं नाव, केपलरनं जास्तच उजळ केलं.
'दुर्बिणीशिवाय ग्रहज्योतिषाचा अचूक अभ्यास करणारा पहिला
वैज्ञानिक' म्हणून, टायको ब्राहे अजरामर झाला.

(EVANGELISTA TORRICELLI)

२. इव्हॅनगेलिस्टा टॉरिचेली

जन्म.

१५ ऑक्टो. १६०८

मृत्यू

२५ ऑक्टो. १६४७

पाण्याचा वायुभारमापक, पाणी उपसण्याच्या पंपाची
क्षमता, प्रकाशाच्या, लहरी सिद्धांताच्या कल्पनेचा जनक.

अॅरिस्टॉटलचं विधान होतं की, निसर्गाला पूर्ण पोकळी (निर्वात)
सहन होत नाही. व्यवहारात हे विधान सत्यच ठरलं आहे. 'आदर्श
पोकळी' ही केवळ कल्पना आहे, हेही विधान जवळजवळ पूर्ण सत्य
आहे, असं म्हणायला हरकत नाही.

टॉरिचेली हा गॅलिलिओचा शिष्य. पाणी उपसण्याचा अथवा
हवा उपसण्याचा पंप, विशेषतः हवा उपसण्याचा पंप, हा गॅलि-
लिओचा अभ्यास-विषय होता. साधारणपणे निर्वात पोकळी ही
कल्पनाही प्रत्यक्षात उतरत नव्हती. गॅलिलिओनं या समस्येवर
टॉरिचेलीशी चर्चा केली. इतका गॅलिलिओचा टॉरिचेलीच्या प्रज्ञे-
वर विश्वास होता.

उत्तर इटलीत फेन्झा येथे टॉरिचेलीचा जन्म झाला. जेसुइट महाविद्यालयात त्यानं हुशार विद्यार्थी म्हणून नाव मिळवलं. सोळाव्या वर्षी त्याच्या धर्मगुरू असलेल्या चुलत्यानं त्याला रोमला विज्ञान-अभ्यासासाठी पाठवलं. बेनेडेटी कॅस्टेल्लीच्या हाताखाली टॉरिचेली शिकू लागला. कॅस्टेल्ली हा गॅलिलिओचा विद्यार्थी होता. कॅस्टेल्ली हा गणिताचा प्राध्यापक म्हणून ख्यातनाम होता. 'ऑन प्रोजेक्टाइल्स' म्हणजे 'शिस्तवार फेकलेल्या वस्तूची वागणूक' या विषयावरचा पहिला निबंध टॉरिचेलीनं लिहिला. कॅस्टेल्लीनं तो गॅलिलिओकडे पाठवला. गॅलिलिओला टॉरिचेली गणिती ज्ञानाची आणि पृथःकरण पद्धतीनं विज्ञान-प्रश्नाकडे पाहण्याचा दृष्टिकोन असल्याची जाण प्रकर्षानं आली. दुर्दैवाने गॅलिलिओला टॉरिचेली भेटला, तो गॅलिलिओच्या मरणाआधी केवळ तीन महिनेच. गॅलिलिओ आता अंध झाला होता. टॉरिचेलीनं त्याचा दुय्यम व मदतनीस म्हणून कामं केली.

गॅलिलिओनं टॉरिचेलीला, 'निर्वात पोकळी निर्माण करणे,' याच विषयात जास्त लक्ष घालायला प्रवृत्त केलं.

'ग्रॅन्ड ड्यूक ऑफ टस्कनी' यानं पंपानं (सक्शन पंपानं) पाणी ४० फूट उंचीवर चढवण्याचा प्रयत्न केला. पण ३२ फुटांच्या वर पाणी चढतच नाही, असं त्याच्या लक्षात आलं. गॅलिलिओनं टॉरिचेलीला या विषयात लक्ष घालायला प्रवृत्त केलं. टॉरिचेली, ड्यूकच्या पदरी गणितज्ञ म्हणून राहिला. फ्लॉरेन्टाइन अकॅडेमीत गणिताचा प्राध्यापक म्हणूनही त्याला नेमणूक मिळाली. टॉरिचेलीनं इथं आपला प्रयोग स्पष्टीकरणासकट दाखवला.

इटलीत काचेचा धंदा तेजीत होता. टॉरिचेलीला चार फूट लांबीच्या काचेच्या नळ्या सहज मिळू शकल्या. एका टोकाला

बंद असलेल्या नळ्या. टॉरिचेलीनं अशी एक नळी पाण्यानं अगदी काठापर्यंत भरली. बोटानं ते टोक बंद केलं आणि पाण्यांनं अर्ध्याच भरलेल्या एका खोलगट बशीत ती नळी उलटी केली. बोटानं बंद केलेल्या टोकाला बशीतल्या पाण्याच्या पातळीखाली बुडवलं व बोट काढून घेतलं. नळीतला थोडा पारा बशीत उतरला आणि नळीत पाण्याचा स्तंभ सुमारे तीस इंच उंचीवर स्थिर झाला. पाण्याच्या नळीतल्या पातळीवर पोकळी होती. पूर्ण निवर्तित पोकळी, जवळजवळ आदर्श पोकळी. कारण त्या पोकळीत अगदी थोडे पाण्याचे रेणू बाष्परूपात असतीलच. आता प्रश्न आला की, पाण्याचा स्तंभ तीस इंचावर का स्थिर झाला ? या प्रश्नाला टॉरिचेलीनं उत्तर दिलं ते असं—

‘ आपण हवेच्या समुद्राच्या तळाशी राहतो. हवेला वजन आहे, हे प्रयोगसिद्ध आहे. बशीतल्या पाण्याच्या पृष्ठभागावर, पन्नास मैल उंच असा हवेचा स्तंभ, त्याचा दाब ठेवून आहे. त्यामुळे नळीत जायला व राहायला वाव असल्यामुळे, पारा नळीतून बाहेर न पडता, तसाच हवेच्या दाबाला तोंड देऊन तीस इंच स्तंभ स्थिर राहिला. पाण्याचा तीस इंच उंचीचा स्तंभ हवेचा भार तोलू शकला, समतोल परिस्थिती प्रस्थापित करू शकला; असाच याचा अर्थ होतो.’

टॉरिचेलीनं या प्रयोगानुसार, पाणी ३२ फुटांच्या वर चढविण्यात पंपाला अपयश का येतं, याचं उत्तर दिलं. ‘ बत्तीस फूट उंचीचा पाण्याचा स्तंभ हवेचा दाब तोलून धरू शकतो; किंवा हवेचा दाब, बत्तीस फूट पाण्याच्या स्तंभालाच तोलू शकतो, त्यापेक्षा जास्त उंचीच्या स्तंभाला तोलू शकत नाही. बत्तीस फुटी पाण्याचा स्तंभ व तीस इंची पाण्याचा स्तंभ हे समान सामर्थ्याचे आहेत.

म्हणजेच हे दोन्ही स्तंभ हवेच्या दाबाच्या मोजमापाला उपयोगी पडतील. पारा हा पाण्याच्या सुमारे साडेतेरा पट जड आहे. पाण्याच्या स्तंभापेक्षा, पारा असलेल्या बशीत उभी असलेली पाण्याची नळी— स्तंभ, वायुभारमापक म्हणून उपकरण होऊ शकते, हे टॉरिचेलीच्या लक्षात आलं. या उपकरणाला पास्कलनं 'वायुभारमापक' असं नाव दिलं.

पर्वताच्या शिखरावर हवेच्या समुद्राची खोली कमी होते. अर्थात हवेचा दाब निर्माण करणारा स्तंभ कमी उंचीचा होतो आणि त्यामुळे दाब कमी असतो. पाण्याचा स्तंभही कमी उंचीचा लागतो. माऊंट एव्हरेस्टवर पाण्याचा स्तंभ अकरा इंचावर स्थिर होतो. हवेचा दाब अकरा इंच आहे, असा त्याचा अर्थ होतो.

या उपकरणाचा उपयोग हवामानाचा अंदाज घेण्यासाठी होऊ शकतो. दमट हवेचा दाब कोरड्या हवेपेक्षा कमी असतो. अर्थात पाण्याच्या स्तंभाची उंची कमी भरते. दमट हवा म्हणजे पावसाचं चिन्ह. याचाच अर्थ कमी उंचीचा पाण्याचा स्तंभ म्हणजेच पावसाचं चिन्ह. अर्थात वादळाचंही चिन्ह. कारण आजूबाजूनं हवा त्या जागी घुसणार, असा त्याचा अर्थ.

टॉरिचेलीचं नाव, पाण्याच्या स्तंभावरील (वायुभारमापकातील) पोकळीला दिलं गेलं आणि त्यामुळे अजरामर झालं.

याशिवाय प्रकाशविषयक-लहरीसिद्धांताचा पाया त्यानं घातला. ध्वनी आणि लोहचुंबकत्व यावरही काम केलं. गणित आणि जल-दाबशास्त्र या क्षेत्रात स्पृहणीय कार्य त्याच्याकडून झालं आहे.

अवघ्या एकोणचाळीस वर्षांच्या त्याच्या अल्पायुष्यात टॉरिचेलीनं वैज्ञानिक कार्यानिं मानवजातीला उपकृत करून ठेवलं आहे, हेच खरं.

बाल संशोधन केंद्र

दा. क्र. १९३८ शोधक आणि शोधक । १३
 विषय बी.बी. ११.३.८६
 (BLASIE PASCAL) च.

३. ब्लेसी पास्कल

जन्म—

१९ जून १९२३

मृत्यू

१९ ऑगस्ट १९६२

जलगतिशास्त्रातील संशोधन, 'द्रवांचे संतुलन' सिद्धांत प्रस्थापना संभाव्यता सिद्धांता (प्राॅबेबिलिटी) चा जनक.

एक बारा वर्षांचा मुलगा स्वतःच भूमिती शास्त्रातील विषयावर संशोधन करत होता. त्याचा प्रयत्न होता, 'त्रिकोणाच्या तीन कोनांची बेरीज दोन काटकोन होते.' याचं नाव होतं ब्लेसी पास्कल.

ब्लेसीची आई त्याच्या वयाच्या तिसऱ्या वर्षीच वारली. त्याच्या पित्यानं, पिता, माता, शिक्षक अशा तिन्ही जबाबदाऱ्या स्वीकारल्या. पित्याची स्वतःची अशी एक शिक्षणपद्धती होती. ती म्हणजे, 'परस्पर संवादातून शिक्षण प्रदान.' विद्यार्थ्याला, शिक्षणा-मुळे दमणूक होणार नाही, अशी काळजी घेऊन शिकवणं, हा त्या पद्धतीचा विशेष होता.

एटिनी हे ब्लेसीच्या वडिलांचं नाव. त्यांना गणित विषय फार आवडत असे. त्यामुळे त्यांनी आपल्या शिक्षणप्रदानात गणिताला प्राधान्य दिलं.

ब्लेसीला प्रथम लॅटीन, ग्रीक, भूगोल, इतिहास या विषयांचं शिक्षण, एटिनींनी दिलं आणि मग सोळाव्या वर्षी भूमितीचा, खरा, अभ्यास असा सुरू करायला त्याला प्रवृत्त केलं. ब्लेसीनं बाराव्या वर्षीच युक्लिडची जॉमेट्री, स्वतंत्ररीत्या शोधरूपात सिद्ध केली होती. त्यानं सरळ रेषेला बार्स (गज), आणि वर्तुळाला राजंड्स

(गोल) अशी स्वतःची स्वतंत्र नावं दिली.

ब्लेसीची प्रगती आता कुणीच रोखू शकणार नव्हतं. त्यानं सोळाव्या वर्षी 'एसे ऑन कॉनिक्स' हा निबंध लिहिला. त्यात देसार्गस या गणितज्ञानं सुचविलेले पुरावे प्रत्यक्ष गणितानं सिद्ध केले होते.

अनेक वैज्ञानिकांनी ब्लेसीचं या कार्याबद्दल अभिनंदन केलं. पण 'रेने देकार्त' यानं 'देसार्गसचंच तर काम पुन्हा ब्लेसीनं केलं.' असं म्हणून त्या कामाला महत्त्व दिलं नाही. पण खरं म्हणजे देसार्गसचं काम जिथं थांबलं तिथं ब्लेसीचं सुरू झालं.

ब्लेसीचं महत्त्वाचं कार्य म्हणजे, 'कॅलक्युलेटिंग मशिन'— गणिता-तली आकडेमोड करणारं यंत्र'— तयार केलं, हे होय. त्याचे वडील करवसुली अधिकारी होते. त्यांना आकडेमोडीचा फार त्रास होत असे. म्हणून ब्लेसीनं हे यंत्र तयार केलं. १६५२ मध्ये असं एक, परिपूर्ण असं, गणितातलं आकडेमोड करणारं यंत्र त्यानं स्वीडनच्या राणीला ख्रिस्तिनाला भेट म्हणून पाठवलं.

वैज्ञानिक उत्थानाच्या, जागृतीच्या काळात ब्लेसीची सारी कारकीर्द होती. पॅरिस येथे एक अकॅडेमी स्थापन झाली. तीतूनच अकॅडेमी ऑफ सायन्सेस निर्माण झाली. पास्कल स्वतः कधीच गॅलिलिओ किंवा टॉरिचेलीला भेटला नाही. पण त्यांच्या कार्यानिं प्रभावित झाल्यामुळे, ब्लेसी पास्कलनं त्यांचंच कार्य पुढं चालू ठेवलं.

टॉरिचेलीच्या पान्याच्या वायुभारमापकात पान्याचा स्तंभ तोलून धरणारा दाब, हवेचा दाब आहे, असा निष्कर्ष काढला गेला. त्याचं स्पष्टीकरण पास्कलनं दिलं.

'हवेचा दाब वशीतल्या पान्याच्या पृष्ठभागावर पडतो. तो

दाब बशीतल्या पाऱ्यात सर्व दिशांना सारखाच पसरतो. अर्थातच तो पाऱ्याचा स्तंभ असलेल्या नळीला, उघड्या तोंडाशीही उध्व बाजूला म्हणजे जमिनीच्या उलट बाजूलाही तसाच परिणामकारक ठरतो आणि पाऱ्याच्या स्तंभाला तोलून धरतो. म्हणून पाऱ्याच्या स्तंभाची उंची हे हवेच्या दाबाचं मोजमाप ठरतं. त्यानं निरनिराळी द्रवं वापरून त्यांचे स्तंभ किती उंचीचे लागतील हे ठरवलं. पाण्याचा स्तंभ ३४ फुटी (पाण्याचं विशिष्टगुरुत्व एक), मद्यार्काचा स्तंभ (त्यासाठी त्यानं रेड वाईन वापरली) ३४.६ फूट; तेलाचा स्तंभ चाळीस फुटांपेक्षा जास्त; असं त्याला दिसलं. स्तंभातल्या द्रवावर पाण्याचा स्तंभाप्रमाणे एक पोकळी राहतेच. कितीही मोठी वा लहान. ते नळीच्या लांबीवर अवलंबून. ती पोकळी 'टॉरिचेलीची निर्वति पोकळीच' असं त्याचं ठाम मत झालं. तसा त्यानं एक निबंध लिहिला. या प्रयोगांसाठी ब्लेसीनं निरनिराळ्या लांबीच्या, निरनिराळ्या व्यासांचं छिद्र असलेल्या, निरनिराळ्या आकाराच्या काचनळ्या वापरल्या. त्यांतल्या दोन तर ४६ फूट लांबीच्या होत्या.

१६४७ मध्ये पास्कल आजारी पडून पॅरिसला आला. देकार्त त्याला भेटायला आला. त्यांची चर्चा झाली. 'टॉरिचेलीची निर्वति पोकळी' याविषयी देकार्तची खात्री पटेना. देकार्त पूर्वग्रहदूषित होता. पण पास्कलनं प्रकृतीची पर्वा न करता नवे प्रयोग आरंभले.

त्याला आढळलं की, 'निरनिराळ्या उंचीला पाण्याचा स्तंभ वेगवेगळ्या उंचीला स्थिर होतो. पर्वतावर तर तो सत्तावीस इंच उंचीचा भरतो.' त्यानं क्लेरमॉन्टजवळच्या पर्वतावर हा प्रयोग केला.

सध्याच्या विमानातला 'अल्टिमीटर,'— विमान किती उंचीवरून

उडतं आहे, हे सांगणारं यंत्र— पास्कलच्या याच प्रयोगांवर आधारित आहे. पहिल्या दोन मैल उंचीपर्यंत दर हजार फुटाला पाण्याचा स्तंभ एक इंच उंचीनं कमी होतो. त्यानंतर ही उंची कमी होण्याचा दर, हवेच्या विरळपणाच्या वाढीप्रमाणे घटत जातो.

पास्कलचं द्रव पदार्थाविद्दलचं संशोधन, 'पास्कलचं तत्त्व,' या नावानं माहित आहे. ते असं—

'द्रव पदार्थ बंद भांड्यात ठेवून त्यावर कुठेही दाब दिला, तर तो दाब न घटता सगळ्या द्रवात सारखा पसरतो आणि भांड्यातील सर्व द्रव—पृष्ठावर, काटकोनात, आपला परिणाम दाखवतो.'

हायड्रॉलिक प्रेस व हायड्रॉलिक जॅक याच तत्त्वावर आधारलेला आहे. केवळ जुजबी तीस पौंडाचा जोर लावून, आपल्याला, हायड्रॉलिक जॅकनं तीन हजार पौंड वजनाची गाडी उचलता येईल. पास्कलच्या तत्त्वाचा वापर करून कापसाचे गठ्ठे बांधायला—एका ठिकाणी दाबून घट्ट बांधायला—हायड्रॉलिक प्रेस तयार करण्यात आला.

ब्लेसी हा मूळ धार्मिक प्रवृत्तीचा. पण विज्ञानाच्या अभ्यासाच्या नादात त्याचं वाचन थांबलं, धार्मिक चिंतन खंडित झालं. एटिनी-ब्लेसीचे वडील— एकदा वफाच्या पृष्ठभागावर फार जोरानं पडले. आदळले. त्यांना दुखापत झाली. त्यांची शुश्रूषा करून त्यांना बरं केलं, ते डेहचांप बंधूनी. हे धार्मिक वृत्तीचे होते. ह्यांच्या या निरपेक्ष भूतदयाशील अशा कृतीमुळे, पास्कल कुटुंब भारावून गेलं. ब्लेसीनं बायबलचा अभ्यास सुरू केला. आता त्यांच्या मनात विज्ञान आणि धर्मशीलता, म्हणजे वस्तुज्ञान व धर्म यांतलं काय स्वीकारावं, याचा संघर्ष सुरू झाला. खरं म्हणजे १६४८ ते १६५४

हा काळ ब्लेसीचा भौतिकज्ञानाच्या प्रगतीचा प्रकर्ष— काळ होता. पण त्याचवेळी मनात 'आधिभौतिक का आध्यात्मिक' हा संघर्षही चालू होता.

धार्मिकाकडे वळलेल्या ब्लेसीने, 'प्राबेबिलिटीचा सिद्धांत' शोधून प्रस्थापित केला. हे त्याचे कार्य फार मोठे आहे. या सिद्धांतावर विसाव्या शतकातली वैज्ञानिक विचारवृत्ती आधारित आहे.

पास्कल हा वैज्ञानिक होता आणि तत्त्वज्ञानीही होता. आधुनिक जगातील विज्ञान प्रगतीचा अप्रत्यक्ष प्रणेता होता. तत्त्वज्ञान व विज्ञान या दोन्हीचे अभ्यासक, पास्कलच्या कार्याचा अभ्यास फार उत्साहाने करतात. एवढी कर्तबगारी गाजवणारा तत्त्वज्ञानी वैज्ञानिक अकाली मृत्युवश झाला. केवळ एकोणचाळीसाव्या वर्षी.

(ROBERT BOYLE)

४. रॉबर्ट बॉइल

जन्म

३० डिसें. १६२७

मृत्यू

२५ जाने. १६९१

वायूंची परिमा व दाब यांच्यातील नातं निश्चित केलं.
प्रयोगसिद्ध विज्ञानाचा पाया घातला.

आयर्लंडमधील लिसमोर इथे बॉइलचा जन्म झाला. तो लहान-
शो...२

पणी अशक्त होता. बोलण्यातही दोष होता आणि एकूण वागणंही फारसं आकर्षक नव्हतं. पण वाढत्या वयावरोबर मात्र त्याचे हे दोष झाकले जाऊन, त्याच्या काळातला तो अधिकारी वैज्ञानिक झाला आणि त्याच्या व्यक्तिमत्त्वाचा प्रभाव पडला.

‘ वायूंचा आकार आणि दाब यांच्यातलं नातं, गणिती पद्धतीनं प्रस्थापित करणं ’, हे त्याचं फार महत्त्वाचं संशोधनकार्य आहे. आणि ते अजूनही अबाधित आहे. ‘ बाँइलचा नियम ’ म्हणून ते सुप्रसिद्ध आहे.

१६५९ मध्ये त्यानं एक यंत्र सिद्ध केलं. अंशतः निर्वात पोकळी निर्माण करायला, त्याचा उपयोग होत असे. त्याचं कार्य तपशिलात पाहात असताना त्याला लक्षात आलं की, एका सिलिंडर-मध्ये, दट्ट्या वापरून, वायू कोडला, तर हवेचा नेहमीचा दाब (दर स्क्वेअर इंचावर १४.७ पौंड दाब) लक्षात घेणं आवश्यक आहे; आणि मगच वायूचा आकार-परिमा बदलण्यासाठी दट्ट्यावर किती दाब देणं किंवा दट्ट्यावरचा दाब किती कमी करणं जरूर आहे, ते ठरवणं सोपं होईल. बाँइलच्या नियमाचं विधान करायचं झाल तर असं करता येईल—

‘ हवेचा आकार तिच्यावरील दाबाच्या व्यस्त प्रमाणात असतो. ’

गणिताच्या भाषेत म्हणायचं झालं तर,

नेहमीच्या दाबाला (दर स्क्वेअर इंचावर १४.७ पौंड या दाबाला) जर हवेचा आकार शंभर क्युबिक सेंटिमीटर असला, तर तो पन्नास क्युबिक सेंटिमीटर व्हायला, हवेवरचा दाब दुप्पट केला पाहिजे. (म्हणजे दर स्क्वेअर इंचाला २९.४ पौंड केला पाहिजे.)

म्हणजेच आकार आणि दाब यांचा गुणाकार सतत स्थिरमूल्यच

राहिला पाहिजे. P म्हणजे जर दाब आणि V म्हणजे आकार धरला तर $P \times V =$ एक विशिष्ट मूल्य येतं. P व V हे व्यस्त प्रमाणात बदलतात. यासाठी तापमान स्थिर राहिलं पाहिजे.

वैज्ञानिक संशोधन करायचं म्हणजे, 'अचूक निरीक्षण व अचूक सत्य घटनांची नोंदणी आणि नंतर निष्कर्ष काढताना, त्या सत्य घटनांना पाठिंबा मिळेल असा विचार,' यातून शोध लागतात, असं बॉइलचं मत होतं. त्याचं एक चर्चामंडळ होतं. त्याचं नाव होतं, 'अदृश्य वैज्ञानिक.' या मंडळातून राजमान्य 'रॉयल' सोसायटीची निर्मिती झाली. 'अचूक पृथःकरणातूनच नव्या मूलद्रव्यांचा शोध लागेल', असं तो म्हणत असे.

(ANTON VON LEEUWENHOEK)

५. अँटोन व्हॉन ल्युवेनहॉक

जन्म

२४ ऑक्टो. १६३२

मृत्यू

२६ ऑगस्ट १७२३

सूक्ष्म जीवांचं दर्शन व निरीक्षण सूक्ष्मदर्शकातून करून नव्या सूक्ष्म सृष्टीच्या संशोधनास सुरुवात. सूक्ष्मदर्शकाचा जन्म.

अँटोन ल्युवेनहॉक, याच्या खोलीत अत्यंत उष्णता होत होता. अनेक थरातले लोक दाटीवाटीने उभे होते. एक एक जण पुढे जाऊन ल्युवेनहॉकजवळून सूक्ष्मदर्शक भिंगाखालील, भिंगातून दिसणारी जीवाणूंची सृष्टी पाहात होता. आणि आश्चर्यचकित

होऊन उष्मा विसरत होता.

धर्मगुरू, व्यापारी, सर्वसामान्य प्रजाजन, ल्युवेनहॉकच्या मालाची गिऱ्हाइकं— एक ना अनेक तऱ्हेचा तो प्रेक्षक होता. प्रत्येक-जण त्या सूक्ष्म जंतूंच्या जगाच्या अस्तित्वाबद्दल खात्री करून घेऊन, केवळ ल्युवेनहॉकनं आधुनिक जगात प्रथम पाहिलेल्या आगळ्या सूक्ष्म सृष्टीच्या अहवालावर, 'चक्षुर्वसत्यम्' हीच खात्रीची साक्ष म्हणून सही करीत होता. ल्युवेनहॉकनं हा अहवाल १६७४ मध्ये लंडनमधल्या राँयल सोसायटीकडे पाठवला. या अहवालाचं शीर्षक होतं—

'मिस्टर ल्युवेनहॉक याने कातडी, मांस इत्यादींवर येणाऱ्या बुरशीत दिसणाऱ्या जीवाणूंबद्दल, सूक्ष्मदर्शकानं पाहून केलेल्या काही निरीक्षणांचा, एक नमुना म्हणून पाठवलेला अहवाल.'

ल्युवेनहॉक हा शिकलेला नव्हता, तरी त्यानं वैज्ञानिक पद्धती वापरूनच ही निरीक्षणं केली होती, हे राँयल सोसायटीच्या सदस्यांना जाणवलं. आणि या निरीक्षणाने उघडलेलं नवज्ञानाचं दालन हे अक्षरशः विज्ञान-जगताला हादरा देणारं आहे, हेही त्यांच्या लक्षात आलं.

ल्युवेनहॉक अँमस्टरडॅमला एका स्टोअरमध्ये अप्रेंटिस म्हणून नोकरीला होता. नंतर स्वतःचं दुकान सुरू करायला तो डेल्फ्टला परत आला. त्याचं एक महत्त्वाचं काम म्हणजे भिंगानं कापडाचा पोत वघणं. या कामामुळे त्याचा भिंगाशी सतत सहवास व हाताळणी असणं साहजिकच होतं. तो स्वावलंबी वृत्तीचा माणूस होता. कारण तो थोडा कंजूष होता आणि कलाकुसरी होता. एखादं भिंग तडा जाऊन निकामी झालं तर, तो नवं भिंग भरमसाठ किंमत देऊन घेण्याऐवजी, स्वतः दुरुस्ती करत असे. त्याला भिंग

तयार करण्याच्या पद्धतीचा परिचय झाला. धातूच्या चौकटीत भिंग बसवणं हेही त्याला येऊ लागलं. बाजारी भिंगापेक्षा त्यानं स्वतः तयार केलेलं भिंग जास्त सरस होतं. जास्त कार्यक्षम होतं. कापडाचा पोत जास्तच तपशीलात दिसण्याएवढा मोठा दिसे.

सर्वसाधारण मनुष्य एखादी वस्तू जास्त चांगली व कार्यक्षम करण्याचा विचार करतो. पण त्याला कार्यवाही जमत नाही. काहींना कार्यवाही जमते, पण तेवढंच करून ते थांबतात. पण ल्युवेनहॉकच्या प्रवृत्तीचे लोक कल्पक असतात. ते कल्पना प्रत्यक्षात आणतात. ती सफाईदार व परिपूर्ण करतात.

डेल्फ्ट इथल्या चर्चमध्ये एक स्मृतिफलक ठेवला आहे. त्यावर खालील मजकूर आहे—

‘ इंग्लिश रॉयल सोसायटीच्या फेलो म्हणून सन्मान मिळालेल्या ‘ अँटोनी व्हॉन ल्युवेनहॉक ’ याच्या स्मृतीनिमित्त हा फलक उभा केला आहे. कारण त्यानं श्रमपूर्वक निरीक्षणं करून, अभ्यास करून, निसर्गाची गूढं, निसर्ग तत्त्वज्ञानातील अज्ञात क्षेत्रं, सूक्ष्मदर्शकाना, त्यानं शोधलेल्या व तयार केलेल्या सूक्ष्मदर्शकानं संशोधून, जगात फार मानाचं स्थान मिळवलं आहे.’

श. प्र. सं. क्र.	१९३८
दि. क्र.	१९:३:५६
विषय	व्या. वा. ...

(ROBERT HOOKE)

६. रॉबर्ट हूक

जन्म—

१८ जुलै १६३५

मृत्यू—

३ मार्च १७०३

स्प्रिंगसंबंधीचा नियम. सूक्ष्मजीवांचे निरीक्षण. चंद्र व पृथ्वी यांचे गुरुत्वमध्य शोधले.

असं म्हणतात की, न्यूटनच्या आधी रॉबर्ट हूकनं गुरुत्वाकर्षणाचा शोध लावला. प्राणवायू म्हणजे ऑक्सिजन, याचाही शोध लावण्याच्या बेतात हा आला होता, कारण ज्वलनक्रिया होते म्हणजे काय होतं, याचा अभ्यास त्यानं केला होता. बुचाच्या छेदाचा सूक्ष्म अभ्यास करून, त्यानं असं सिद्ध केलं होतं की, त्यात पेटीसारखे बंदिस्त असे भाग असतात. त्यानं त्या भागांना 'सेल' असं नाव दिलं. आता आपण ते नाव सजीवांचं असलेलं असं बांधणीचं 'एकक', 'सेल', म्हणून वापरतोच. आजही विद्यार्थ्यांना बुचाच्या पातळ छेदाचा अभ्यास, सूक्ष्मदर्शक वापरून, 'सेल' म्हणजे काय हे अभ्यासण्यासाठी करावा लागतो.

'यांत्रिक ताण' हा वापरलेल्या ताणाच्या प्रमाणात निर्माण होतो,' हा हूकनं प्रस्थापित केलेला नियम, अजून महत्त्वाचा म्हणून मानला जातो. सतराव्या शतकाच्या शेवटी हूकनं मोठ-मोठ्या शास्त्रज्ञांशी स्पर्धा होईल असं काम केलं. त्यामुळे विज्ञान-क्षेत्रात फार झपाट्यानं प्रगती झाली.

'वाइट' बेटावर, दक्षिणकिनाऱ्यावरच्या गावात, इंग्लंडमध्ये रॉबर्ट जन्माला आला. लहानपणी तो नाजूक, एकलकोंडा होता. खेळणं, धावणं त्याला रुचतच नव्हतं. घरकोंवडेपण हे त्याचं

वैशिष्ट्य होतं. पण त्याचं शोधक आणि प्रज्ञावंत मन स्वस्थ बसलं नाही. त्यानं अनेक यांत्रिक खेळणी तयार केली. घड्याळं, सन-डायल, पाणचक्क्या, जहाजं इत्यादी खेळणी तयार करण्यात त्याची हुशारी दिसून आली.

राँबर्ट तेरा वर्षांचा असतानाच त्याचे वडील वारले. आता त्याला एकट्याला जीवनाचा मार्ग कापायचा होता. लंडनला जाऊन तो, एका कलाकाराकडे 'अॅपरेंटिस' म्हणून राहिला. थोडे पैसे साचवून तो वेस्टमिनिस्टर शाळेच्या महाविद्यालयात दाखल झाला. हुशार विद्यार्थी म्हणून नावलौकिक मिळवला. एका आठवड्यात भूमितीची सहाही पुस्तकं आत्मसात केली. त्याला लगेच 'ऑक्सफर्ड' विद्यापीठात त्यामुळेच प्रवेश मिळाला.

बाँईलनं त्याची हुषारी पाहून त्याला, मदतनीस म्हणून घेतलं. बाँईलच्याच शिफारशीनं त्याला, 'क्युरेटर ऑफ एक्सपेरिमेंटस्' ही जागा, राँयल सोसायटीनं, मेंबर करून दिली.

राँबर्टनं केशाकर्षणावर विशेष संशोधन केलं. राँबर्टच्या कल्पकतेमुळं आणि कष्टाळूपणामुळं प्रत्येक आठवड्याची सभा नव-विज्ञानात रंगत असे. राँयल सोसायटीची फार झपाट्यानं प्रगती झाली ती यामुळेच. १६६५ मध्ये हूकला भूमितीच्या प्राध्यापकाची जागा मिळाली. ग्रेसॅम महाविद्यालयात. त्यानं आपल्या बिन्हाडी एका मिनाराने दूरेक्ष्याची व्यवस्था केली व ग्रहताऱ्यांच्या गती निरीक्षायला सुरुवात केली. इथंच तो शेवटपर्यंत शांतपणे अध्ययन व अध्यापन करीत राहिला. १६६७ मध्ये तो लंडनचा सिटी सर्व्हेयर झाला. राँयल सोसायटीचं काम त्यानं चालू ठेवलं. त्यानं अनेक उपकरणं शोधून काढली. व्हील बॅरॉमीटर, बंद अल्कोहोल थर्मामीटर, पहिला हेग्रॉमीटर इत्यादि. इंग्लंडचे समुद्रावरचं वर्चस्व

हे बरंचसं राँबर्टच्या संशोधनाचं फल होतं.

(ISSAC NEWTON)

७. ऐझाक न्यूटन

जन्म

डिसेंबर १६४२

मृत्यू

२० मार्च १७२७

गुरुत्वाकर्षणाचा शोध, गती नियमांचा शोध, प्रकाशातले
सप्तरंग इत्यादी

१६६५ मध्ये इंग्लंडात प्लेगने थैमान मांडले. त्यावेळी न्यूटन तरणा जवान होता. न्यूटनच्या जन्माआधीच त्याचे वडील वारले. ते एक शेतकरी होते. वयाच्या पंधराव्या वर्षापर्यन्त न्यूटन हा 'ग्रामर स्कूल' मध्ये जात होता. तिथून त्याला शेतावर काम करायला म्हणून नेलं गेलं. पण त्याची एकूण हुशारी पाहून, त्याला शेतीच्या कामात फुकट घालवून घेणे, असं त्याच्या पालकांना जाणवलं आणि त्याला परत शाळेत घातलं गेलं. नंतर केंब्रिज इथल्या ट्रिनिटी महाविद्यालयात तो गेला. १६६१ ते १६६७ त्याचे सांगोपांग शिक्षण होऊन, पुढे त्याने केलेल्या संशोधनाचा पाया रचला गेला. पुढले सर्व आयुष्य त्याने संशोधनकार्ये खर्च केले.

केपलरचे विधान त्याने अभ्यासले होते. 'सूर्य आणि त्याच्या भोवती फिरणारे ग्रह यांच्यामध्ये काहीतरी नैसर्गिक आकर्षण असले पाहिजे.'

न्यूटनचे मत होते की, पृथ्वी व केंद्र यांच्यातही असेच आकर्षण-

णाचे नाते असले पाहिजे. गुरुला अनेक चंद्र आहेत, हे न्यूटनला माहीत होते.

प्लेगच्या काळात केंब्रिजमधले सर्व विद्यार्थी बाहेर गेले. न्यूटनही वुलथॉर्प या गावी गेला. ' झाडावरून पडणाऱ्या 'अॅपल' मुळे गुरुत्वाकर्षणाच्या अस्तित्वाची त्याला स्पष्ट कल्पना आली.' ही घटना किंवा अशासारखी काही घटना तिथं घडली असावी असा संभव आहे. आणि नंतर गणिती पद्धतीने ती त्याने मांडली.

न्यूटननं स्वतः १६७२ मध्ये अचूक माहिती मिळवल्यावर मग गुरुत्वाकर्षणाचा नियम गणिती पद्धतीने सिद्ध करता आला. त्यासाठी पिकार्ड या वैज्ञानिकाने पृथ्वीच्या आकारमानाबाबत जी अचूक माहिती मिळवली, त्याचा फार उपयोग झाला.

न्यूटनने गुरुत्वाकर्षणाचा नियम हा वैश्विक नियम आहे, अवकाशातल्या सर्वच वस्तूंना तो लागू आहे, हे प्रस्थापित केले. गणिती-पद्धतीने त्याने केलेले संशोधन, ग्रहांच्या गती अचूक मोजल्यावर, अवकाशस्थ गती अचूकपणे ठरवल्यावर, अत्यंत उपयुक्त आणि अचूकच आहे, असे दिसून आले.

न्यूटनचा गुरुत्वाकर्षणविषयक नियम असा मांडलेला आहे : ' वस्तूचा प्रत्येक भाग, त्याच वस्तूच्या प्रत्येक दुसऱ्या भागाला आकर्षित करतो. आणि आकर्षणाची ही शक्ती त्यांच्या वस्तुमानाच्या गुणाकाराच्या समप्रमाणात आणि त्यांच्यातील अंतराच्या वर्गाच्या व्यस्त प्रमाणात बदलते. चंद्राचं पृथ्वीभोवतालचं भ्रमण नियमित ठेवायला, हा नियम कारण आहे, हे न्यूटननं गणितानं सप्रमाण दाखवून दिलं. हॅले न्यूटनकडे आला. त्यानं त्याला ग्रहांच्या कक्षेशी निगडित असा प्रश्न घातला. न्यूटनने तो गणिताने सोडवला. हॅलेवर त्याचा इतका अनुकूल परिणाम झाला

की, १६८७ मध्ये रॉयल सोसायटीला भांडवल देऊन त्याने न्यूटनचा 'प्रिन्सिपिआ' हा ग्रंथ स्वतः प्रकाशित केला. १६६५ ते १६८२ या काळात न्यूटनचे लक्ष प्रकाशाच्या अभ्यासात गुंतले. पांढरा प्रकाश म्हणजे सप्तरंग लहरींचा समुच्चय आहे, हे ज्ञान आपल्याला आधुनिक जगात झाले, ते केवळ न्यूटनच्या संशोधनामुळे.

कमी प्रतीच्या दूरेक्ष्याचा (टेलिस्कोपचा) वापर करताना, भिगातल्या नैसर्गिक परिणामामुळे वस्तूंची कड त्याला अस्पष्ट रंगानी रंगलेली दिसत असे. इतर ज्योतिष अभ्यासकांनाही हा त्रास होत असे. पण न्यूटनने या अडचणीवर मात केली.

अंधाऱ्या खोलीत त्याने सूर्यप्रकाशाची शलाका एका अरुंद फटीतून आत घेतली. तिच्या मार्गात त्याने एक लोलक धरला. त्याला सप्तरंगी वर्णपट मिळाला.

इंद्रधनुष्यही याच प्रकाश-तत्त्वावर आधारित आहे. ढगातल्या जलबिंदूवर पांढरा प्रकाश पडला की, तो सप्तरंग लहरींत विभागला जातो. आणि वर्णपट म्हणून इंद्रधनुष्य दिसते.

यावरूनच वर्णपट संशोधन पद्धती तयार केली आहे. या पद्धतीत दूरेक्ष्यापेक्षाही जास्त सामर्थ्य आहे. निरनिराळ्या ग्रह-ताऱ्यांचा प्रकाश, त्याचा वर्णपट मिळवून तौलनिक दृष्ट्या तपासता येतो. मिळालेल्या वर्णपटावरून त्या अवकाशस्थ ग्रह-ताऱ्यांची कायिक स्थिती व घडामोडी ठरवता येतात. दूरदूरच्या ताऱ्यांबद्दल हा शोध घेता येतो.

१६७२ मध्ये न्यूटनची एफ्. आर्. एस्. म्हणून निवड झाली. १६८९ मध्ये हाऊस ऑफ कॉमन्समध्ये गेला. १६९९ मध्ये लंडनमध्ये टांकसाळीत प्रमुख म्हणून त्याची नेमणूक झाली.

१७०५ मध्ये राणी अँनच्या हस्ते 'सर' ही पदवी मिळाली. १७२७ मध्ये न्यूटन मृत्युवश झाला..त्याचे दफन मानाने 'वेस्ट मिनिस्टर अँबे' मध्ये झाले.

(THOMAS NEWCOMEN)

८. थॉमस न्यूकॉमेन

जन्म	मृत्यू
२८ फेब्रुवारी १६६३	५ ऑगस्ट १७२९

पहिलं वाफेचं इंजिन सिद्ध केलं.

याच्या- न्यूकॉमेनच्या- जन्माच्या वर्षीच जळण वापरून यंत्र चालवायची कल्पना अस्तित्वात आली.

लॉर्ड वूसेस्टर हा असं काम करणाऱ्या अनेक संशोधकांपैकी एक होता. लंडनमध्ये व्हॉक्सहॉल इथं त्यानं एक वाफेचं इंजिन तयार केलं. त्यात हवेच्या दाबाचा अर्धनिर्वात पोकळीवर दाब देण्यासाठी वापर केला होता.

कॅप्टन थॉमस सँव्हेरी यानंही नेमकं याच समस्येवर लक्ष केंद्रित करून काम केलं. थॉमसनं स्वतःच एक घटना सांगितली आहे, असं म्हणतात.

'मी एका खोलीत मद्य पीत बसलो होतो. रिकामं भांडं मी तिथं असलेल्या शेगडीत फेकलं. अवशिष्ट मद्य वाष्परूप झालं. मी लगेच ते भांडं त्याच्या तोंडाकडून पाण्यात बुडवलं. मद्याची वाफ एकदम गोठून द्रवरूप झाली, भांड्यात निर्वात पोकळी तयार

झाली. आणि हवेच्या पाण्यावरच्या दाबाचा परिणाम म्हणून, पाणी झपाट्याने भांड्यात शिरलं.’.

थॉमसनं त्यावेळच्या खाणमालकांना एक ‘पंपिंग इंजिन’ दिलं. त्यानं कोळशाच्या खाणीत साचणारं पाणी काढून टाकून जास्त खालच्या थरातील कोळसा काढणं शक्य होईल, अशी व्यवस्था झाली.

न्यूकॉमेनच्या कामाला या ज्ञानाची पार्श्वभूमी होती. प्रत्यक्ष त्याला या बाबतीतलं शिक्षण काय होतं याची कल्पना नाही. जॉन कॅले यानं न्यूकॉमेनला, सॅव्हरीचं ओबडधोबड इंजिन सुधारायला साहाय्य केलं, हे जरी खरं असलं तरी, कॅलेचा वाटा किती होता, याची कल्पना नाही.

मॉडबरीजवळ डार्टमाऊथ इथं, सॅव्हरीचं इंजिन बसवण्यासाठी, बहुधा थॉमस न्यूकॉमेनची मदत मागितली गेली असेल, असं वाटतं.

साधारणपणे १७०५ मध्ये पहिलं वाफेचं इंजिन तयार केलं गेलं असावं. १७१२ मध्ये त्याचा वापर परिणामकारक रीतीनं होऊ लागला म्हणून त्याला, ‘खाणकामगारांचा मित्र’ म्हणू लागले असावेत. त्या इंजिनाची रचना अशी—

‘दट्ट्या, वाफ भरलेल्या सिलिंडरमध्ये पुढेमागे हलणारा दट्ट्या, त्याला एका दांड्याचं एक टोक जोडलेलं. तो लंबकासारखा हालणारा. त्याचं दुसरं टोक पंपाच्या दांड्याला साखळ्यांनी घट्ट बांधलेलं. दट्ट्या वर उचलला जाऊन दांड्याचं त्याला जोडलेलं टोक वर उचललं जाणार. दट्ट्याचं वरचं टोक हवेला संपर्कासाठी मोकळं. बाँइलरमधून पाण्याची वाफ सिलिंडरमध्ये झडपेतून (व्हाल्व्हमधून) शिरणार. दट्ट्या वर उचलल्यावर, सिलिंडर वाफेनं पूर्ण भरतो. वरच्या कोठीतून ही वाफ सिलिंडरमध्ये शिरते.

वाफ गोठून पाणी होतं. अर्धवट निवर्तित पोकळी तयार होते. हवेचा दाब वरच्या टोकाला दाबून, दट्ट्याला-सिलिंडरमध्ये खाली ढकलणार. दांड्याचं दुसरं टोक उचललं जाऊन पंपाचं काम चालू होतं. पहिल्यांदा ज्या झडपेतून वाफ सिलिंडरमध्ये प्रथम शिरते ती हातानं चालवावी लागत असे. असं म्हणतात की, हे काम करणारा जो मुलगा होता, त्यानं एक दोर त्या दांड्याला असा बांधला की, दांड्याच्या हालचालीनं झडपेची उघडझाप व्हायला लागली. त्याची ही युक्ती अधिकृतरीत्या अमलात आणूनच, झडपेच्या उघडझांपेची व्यवस्था केली गेली. न्यूकॉमेनच्या पहिल्या इंजिनात गार पाणी सिलिंडरवर ओतून वाफ गोठवली जात असे. दट्ट्याच्या डोक्यावरचं गार पाणी आत गळलं, तेव्हा वाफ गोठवणं आपोआप घडलं. इंजिन छान चालू लागलं. या अपघाती घटनेचा फायदा घेऊन त्यानं गार पाण्याचा फवारा सोडण्याची व्यवस्था केली. इंजिन उत्तम चाललं. न्यूकॉमेन हाच या इंजिनाचा खरा संशोधक.

(BENJAMIN FRANKLIN)

१. बेंजामिन फ्रँक्लीन

जन्म

१७ जानेवारी १७०६

१७ एप्रिल १७९०

वातावरणातील घर्षणजन्य वीज

बेंजामिन फ्रँक्लीन हा अमेरिकन नागरिक. अगदी प्राथमिक काळातला, अमेरिकन वसाहतदारांतला एक वैज्ञानिक. यानं अमे-

रिकेच्या भौतिक प्रगतीला महत्त्वाचा हातभार लावला. याचे वडील तसे आर्थिकदृष्ट्या सामान्यच होते. सावण आणि मेणबत्या तयार करणे हा त्यांचा धंदा होता. त्यात प्राप्ती अशी किती होणार ?

बेंजामिन हा स्वतः एकूण सोळा भावांपैकी दहावा. बेंजामिनच्या वाटचाला बेकारी आली ती, वयाच्या केवळ सतराव्या वर्षी. पण सतरा वर्षांचा बेंजामिन जिद्दी वृत्तीचा होता. हुशार, कल्पक होता. उपासमार, अवहेलना यावर मात करून तो यशस्वी झाला. एका वातापित्राचा तो व्यवस्थापक झाला. वयाच्या तिसाव्या वर्षी तो सरकारी खात्यात कारकून झाला. लवकरच संपूर्ण वसाहतीचा डेप्युटी पोस्टमास्टर झाला.

वयाच्या चाळीसाव्या वर्षी त्यानं वैज्ञानिक विषयांकडे मन वळवलं.

पावसाळी ढगात चमकणाऱ्या, गडगडाटाला कारण होणाऱ्या विजेचं स्वरूप आणि उगम याबद्दल सर्वांनाच कुतुहल होतं. काही वैज्ञानिकांच्या मनात हा 'चमचमाट म्हणजे विजेचाच असावा,' अशी शंका होती; तर काहीजणांना वाटत असे, 'गंधकाच्या वाफांचा हा ढगात होणारा स्फोट असावा.' पण 'या वाफा ढगात आल्या कुठून ? त्यांच्या अकस्मात स्फोटाचं कारण काय ?' हे मात्र कुणी सांगत नसे.

बेंजामिनला मात्र हा, 'चमचमाट म्हणजे, विजेचा मोठा स्पार्कच असावा, उद्रेक असावा,' असंच वाटे. कारण 'लेडन जार' नावाच्या घर्षणजन्य विजेच्या एका उपकरणाबाबतीत प्रयोग करतांना, त्याला असा उद्रेक (एवढा मोठा, तीव्र नाही, पण असा) दिसतो हे लक्षात आलं होतं.

एके दिवशी दुपारी, पावसाळी ढगांनी आकाश व्यापलं असताना, बेंजामिन आपला मुलगा विल्यम याला घेऊन, प्रयोग करायला बाहेर पडला.

पावसाळी ढगातून विजेचा लोळ खाली येऊन, त्याच्या तडाक्यानं घडलेले अपघाती मृत्यू त्याने पाहिले होते. या प्रयोगात जीवाला धोका आहे, याची जाणीव दोघांनाही होती, पण प्रयोग करून या नैसर्गिक घटनेचा शोध घ्यायचा त्यांनी ठरवलं होतं.

‘गडगडाटी ढगात एक पतंग सोडायचा. म्हणजे चमचमणारी जी शक्ती आहे, ती शक्ती पतंगाच्या दोरीतून—दोरीवरून जमिनीकडे वाहून आणली जाईल.’ ही या प्रयोगामागची कल्पना होती.

‘पण ही शक्ती पतंगाच्या दोरीनं जमिनीकडे वाहून आली की नाही, हे ओळखायचं कसं? आपल्या जीवाला काही धोका आहे का?’ या बाबतीत बेंजामिनला काहीही कल्पना नव्हती. या प्रयोगासाठी त्यानं दाखवलेलं धाडस, किंबहुना साहस किती मोठं होतं, याची कल्पना, जाणीव आज येणं अवघड आहे.

फिलाडेल्फिया शहराच्या आजच्या गजबजलेल्या चौकाच्या जागी सव्वादोनशे वर्षांपूर्वी शेत होती. बेंजामिननं तिथं प्रयोग केला.

एका पतंगाच्या वरच्या टोकाला, बीज संकलित करायला एक टोकदार असा तारेचा तुकडा लावला होता. पतंगाला साधाच दोरा लावलेला होता. पण हातात धरायच्या जमिनीकडच्या टोकाजवळचा काही भाग, प्रवाहप्रतिबंधक म्हणून रेशमी रिबनचा केलेला होता. दोरी आणि रेशमी रिबिन जिथे जोडली होती, तिथेच एक पितळी किल्ली बांधली होती. रेशमी रिबिन पावसानं भिजू नये म्हणून, बेंजामिन गोठ्यात एका शेडखाली उभा राहिला.

(पावसामुळे दोरा भिजला आणि रिबिन कोरडी राहिली.)

वादळी पाऊस सुरू झाला. विजाही चमकू लागल्या. पतंगाच्या दोऱ्यावरची किंचित् सुटी असलेली, दोरव्याची लव ताठ उभी राहिली, दोरवे स्वच्छ वेगळे दिसू लागले, भीतीनं केस ताठ उभे राहातात तसे. बेंजामिनच्या लक्षात आलं की, दोऱ्यावर वीज संकलित झाली. त्यानं फार सावधपणानं किल्लीच्या सुट्या टोका-जवळ हात नेला, आणि किल्लीच्या टोकाकडून एकदम एक स्पार्क बेंजामिनच्या हाताकडे झेपावला. बरोबर 'लेडन जार' उप-करणाच्या दोन छोट्या गोळ्यांच्या मध्ये दिसतो तसा.

बेंजामिनची खात्री झाली की, ढगांत चमचमणारी, गडगडाट करणारी, शक्ती म्हणजे, प्रयोगशाळेत तयार करता येणारी, घर्षणजन्य वीजच आहे. फक्त ती वातावरणात निर्माण होते. आणि चमचमाटानं सारा देखावा उजळून टाकते.

बेंजामिनच्या या धाडसी प्रयोगानं विज्ञानाचा परिसर असाच उजळून टाकला.

(JOSIAH WEDGWOOD)

१०. जोसिआ वेजवुड

जन्म-

१७३०

मृत्यू-

३ जाने. १७९५

कुंभारकामाचा वैज्ञानिक अभ्यास. मातीच्या भांड्यांना
झिलई देण्याची पद्धती

दहाव्या वर्षी कुंभारकामाला जोसिआनं प्रारंभ केला. 'यानं

कुंभारकामाचा वैज्ञानिक पद्धतीनं अभ्यास करून, एका ओबड-धोबड वाटणाऱ्या उद्योगधंद्याला कलात्मक निर्मितीची प्रतिष्ठा प्राप्त करून दिली. राष्ट्रीय उद्योगधंद्याच्या दृष्टीनं अर्थव्यवस्थेच्या दृष्टीनं महत्त्वाचा घटक म्हणून प्रस्थापित केलं. '

जोसिआ वयाच्या नवव्या वर्षी शाळेत गेला. हा भांडी बनवणाऱ्या कुंभाराचा मुलगा. स्वतःच्या थोरल्या भावाच्या हाताखाली-थाँमसच्या हाताखाली तो शिकाऊ म्हणून काम करू लागला. त्या लहान वयातसुद्धा त्याची प्रयोगशीलता आणि नव्या नव्या पद्धतीचं स्वतंत्र असं वैशिष्ट्य जाणवून येत असे. पण थाँमसला हे काही पसंत नव्हतं. 'बाबांना जे उद्योगधंद्याच्या दृष्टीनं लाभदायक वाटलं आणि ठरलं; तेवढं आपल्यालाही पुरेसं आहे. नवे नवे उद्योग नकोतच', असं थाँमस म्हणत असे. जोसिआला हे पटत नसे.

जोसिआला कुंभारकामातल्या रसायनविधात फार रस वाटत असे. जोसिआच्या उजव्या पायाला दुखापत झाली होती. म्हणजे देवीच्या आजारात त्याचा पाय अधू झाला होता. त्यामुळे त्याची कार्यक्षमता कमी झाली होती. शेवटी वयाच्या सत्ताविसाव्या वर्षी पायावर शस्त्रक्रिया करून तो त्यानं कापून टाकला. जणू काही याचा परिणाम म्हणजे तो अंतर्मुख झाला. कुंभारकलेतली अदृष्य वैशिष्ट्यं शोधून काढण्यासाठी, त्यानं चिंतन करायला सुरुवात केली. यामुळं त्याचं कर्तृत्व कमी झालं नाही. त्यानं लगेच आपला स्वतःचा असा छोटा उद्योगधंदा सुरू केला.

या त्याच्या निर्णयानं तो स्वतःचे प्रयोग करायला मोकळा झाला. निरनिराळे चिकणमातीचे प्रकार अभ्यासले. त्यांचे गुण-

धर्म पडताळले. भांड्यावर झिलई आणण्यासाठी निरनिराळे पदार्थ वापरले. कुंभारकामात, मातीत घालण्यात येणाऱ्या अनेक पदार्थांचा (फ्लॅक्स) त्यानं अभ्यास केला.

जोसिआच्या काळात कुंभारकामातलं रसायनज्ञान फार कमी परिचयाचं होतं. त्याचे स्वतःचेही रसायनज्ञान बेताचेच होते. कुठलेही नवे प्रयोग सुरू करण्याआधी शिस्त व स्वच्छता या धंद्यात आणली पाहिजे. कार्यपद्धतीत कामगारांना शिक्षण दिले पाहिजे. ओवडधोबड भांडी तयार करणाऱ्या कामगाराकडून कलात्मक वस्तू तयार करून घेतली पाहिजे.

मातीची भांडी तयार करण्याच्या पद्धतीच्या इतिहासात अनेक सुदैवी अपघाती घटना आहेत. जोसिआला अपयशापाठोपाठ अपयश पत्करावं लागलं. पण तो प्रयत्नात कसूर न करता काम करत राहिला. अपयश पचवत झगडत राहिला.

त्यानं भट्ट्यांना नव्याने रचना करून वापरून पाहिल्यावर, काही मोडल्या व पुन्हा बांधल्या. काहींना नवे आकार दिले. तापमानात पुनः पुन्हा फरक करून, प्रयोग करून, नव्याने येणारे परिणाम, अंतिम तयार होणारा माल, याबाबतीत जसा हवा तसा माल तयार व्हायला लागणारी अचूकता साधायचा प्रयत्न चालू ठेवला. नव्या पद्धती, नवी उपकरणं याबाबतीत तो प्रगतिशील वृत्तीने प्रयत्न करीत राहिला. वाकबगार यंत्रज्ञ त्याच्या हाताखाली काम करीत राहिले. त्याच्या प्रयत्नांना शेवटी यशाने, 'देता, किती घेशिल दो कराने' असा भरघोस प्रतिसाद दिला. आणि पूर्वी इंग्लंडमध्ये कधीही तयार झाले नाही, असे सुंदर पिवळसर रंग असलेले मातीचे भांडे तयार करण्यात जोसिआनं यश मिळवले. जोसिआनं तयार केलेल्या मालाचा इंग्लंड, युरोप व

अमेरिका या देशांत अमाप उठाव झाला.

कॅरोलीन राणीनं त्याला 'राजमान्य कलाकार' कुंभार म्हणून नेमणूक दिली आणि 'वेजवुड' भांडी, ही 'राणीची भांडी' म्हणून ओळखली जाऊ लागली.

कुंभारकामाला कलेचा दर्जा प्राप्त करून देण्याचे कार्य करून, त्या उद्योगाला त्यानं राजमान्यता प्राप्त करून दिली. त्याच्या सतत परिश्रमांचे फलित म्हणजे कुंभारकामाला, विज्ञान आणि सौंदर्यांच्या समन्वयाने, 'वैज्ञानिक परिपूर्णता म्हणजे कलात्मकता, हे विरुद्ध प्राप्त करून दिले.

(HENRY CAVENDISH)

११. हेन्री कॅव्हेंडिश

जन्म—

१० ऑक्टो १७३१

मृत्यू—

१० मार्च १८१०

प्राणवायू व नायट्रोजन हे हवेचे प्राथमिक घटकअसे सिद्ध केले. प्रयोगसिद्धरीत्या पृथ्वीचे वजन केले, इत्यादी.

डेव्हनशायरच्या दुसऱ्या ड्यूकचा नातू म्हणजे, लॉर्ड हेन्री कॅव्हेंडिश. याचं शिक्षण केंब्रिज विद्यापीठात झालं. पण हा पदवी न घेताच घरी परत आला. त्याला त्याच्या चुलत्याने अमाप संपत्ती ठेवली होती. तो केवळ श्रीमंत विद्वान झाला नाही, तर विद्वत्तेची उत्तम जाण असणारा पैसेवाला झाला. सरस्वती लक्ष्मीच्या घरी पाणी भरायला आली, असं नव्हे, तर लक्ष्मीने सरस्वतीशी

स्वयंस्फूर्तीने मैत्री केली.

हा श्रीमंत पक्का स्त्रीद्वेष्टा झाला. मित्रांनाही पारखा झाला. लंडनला क्लॅपहॅम कॉमन इथे असलेले घर, हीच त्याने आपली प्रयोगशाळा आणि वर्कशॉप केले. त्याच्या बैठकीच्या खोलीत त्याची प्रयोगशाळा होती. दुसऱ्या शेजारच्या खोलीत वर्कशॉपचा भाग होता. वेधशाळा वरच्या मजल्यावर होती.

हेन्‍री कॅव्हेंडिश हा फार भिडस्त व लाजाळू होता. म्हणून तसा थोडा चक्रम झाला असावा. त्याच्या या स्वभावाचा परिणाम म्हणजे त्याला मित्र नव्हते. होते, त्यांनी त्याला केव्हाच सोडलं होतं. तो एकलकोंडा झाला होता.

आप्टेष्ट, मित्रमंडळ, सौहार्द या सान्याच गोष्टी त्याला पारख्या झाल्या होत्या.

तथापि हे निश्चित की—

तो बुद्धिमान होता. निर्विकल्प विचार करण्याची त्याला सवय होती. तो प्रयोगशील होता. त्याने हवेतील नायट्रोजन, ऑक्सिजन यांचे प्रमाण प्रयोगाने निश्चित केले. हायड्रोजन व ऑक्सिजन यांच्या प्रक्रियेने पाणी तयार केले.

उष्णतेबद्दलच्या नियमात त्याने नवज्ञानाची भर घातली. हेन्‍री कॅव्हेंडिश हा पृथ्वीचं वजन करणारा पहिला मनुष्य.

हेन्‍रीने हे कसे केले ते पहा.

पृथ्वी व चंद्र यांना एकमेकांचे आकर्षण आहे. या आकर्षणाचे मोजमाप आपण करू शकतो. त्यासाठी त्याने वापरलेली पद्धती अशी—

एक लांब दांडी आडवी टांगायची. त्या दांडीच्या दोन्ही टोकांना, एक एक शिशाचा गोळा टांगायचा. आडव्या दांडीच्या, बरोबर

मध्यबिंदूला एक बारीक तार बांधायची. दांडीला बांधलेल्या प्रत्येक शिशाच्या गोळ्याजवळ एकमेकांच्या विरुद्ध दिशेनं, एक एक जड असा दुसरा शिशाचा गोळा आणायचा. दांडीला बांधलेला प्रत्येक गोळा या नव्या शिशाच्या गोळ्याकडे आकर्षिला जाईल. त्यामुळे, दांडी जमिनीला समांतर अशी, आडवी चक्राकार फिरेल. ज्या बारीक तारेनं ती दांडी टांगली असेल, त्या तारेला पीळ बसेल. हा पीळ अत्यंत सूक्ष्म असणार. पण तो मोजता यावा म्हणून त्या दांडीच्या मध्यबिंदूला एक छोटा आरसा चिकटवावा. त्याच्यावर एक प्रकाश-शलाका टाकायची. या छोट्या आरशावरून ती परावर्तित होऊन कवडसा एका आडव्या मोजपट्टीवर पडेल अशी योजना करायची. तारेला पडलेला पीळ मोजायला या कवडशाच्या हालचालीच्या मोजणीचा उपयोग होतो. ही हालचाल दूरेक्ष्यानं मोजायची. त्यावरून तारेला पीळ किती पडला, किती आकर्षक शक्तीनं दांडीला टांगलेले गोळे, जवळ आणलेल्या गोळ्यांकडून आकर्षित झाले, हे ठरवता येतं.

जवळ आणलेल्या गोळ्यांकडचं टांगलेल्या गोळ्याचं अज्ञात वजन आणि आकर्षण यांची तुलना करायची.

मग गणिती सूत्रात पृथ्वी व चंद्र यांच्यातलं अंतर, दोन लक्ष चाळीस हजार मैल आणि पृथ्वीची त्रिज्या चार हजार मैल, तसंच गुरुत्वाकर्षणानं परिणाम करणारा प्रवेग, इत्यादी ज्ञात मूल्यं घालून, पृथ्वीचं सर्वसाधारण वजन काढता येतं.

पृथ्वीएवढ्याच पाण्याच्या गोळ्याचं जे वजन येईल, त्याच्या साडेपाच पट पृथ्वीचं वजन येतं असं कॅव्हेंडिशला आढळलं.

केंब्रिज विद्यापीठानं हेन्री कॅव्हेंडिशचा, स्वतंत्र प्रज्ञावंत वैज्ञानिक म्हणून मुद्दाम बोलावून गौरव केला. त्याच्या नावानं प्रयोग-

३८ । शोध आणि शोधक

शाळा उभारली आणि त्याचं चिरंतन स्मारक करून ठेवलं.

(JGSEPH PRIESTLEY)

१२. जोसेफ प्रीस्टले

जन्म

१३ मार्च १७३३

मृत्यू

६ फेब्रुवारी १८०४

ऑक्सिजनचा शोध. नायट्रोजन ऑक्साइड तयार करणे.
वायू गोळा करण्यासाठी पद्धती, (न्यूमॅटिक ट्रफचा
वापर), इत्यादी.

कापड तयार करणाऱ्याचा मुलगा, जोसेफ प्रीस्टले, हा बेंजामिन फ्रँक्लीनच्या शोधकार्यामुळे प्रभावित झाला, आणि वैज्ञानिक संशोधन हे त्यानं आपलं ध्येय ठरवलं. लीडसजवळच्या फील्डहेड या ठिकाणी, इंग्लंडमध्ये याचा जन्म झाला. तो डिसेंटिंग मिनिस्टर झाला होता, पण १७६९ मध्ये फ्रँक्लीनची गाठ पडल्यावर, तो संशोधनकार्याकडे वळला.

ज्वलनाला साहाय्य करणाऱ्या हवेतल्या घटकाला जोसेफ, 'फायरी प्रिन्सिपल' म्हणत असे; 'ज्वलनसाहाय्यक तत्त्व.'

वायू संकलित करण्याचं त्यानं एक उपकरण तयार केलं. त्याचं नाव होतं, 'न्यूमॅटिक ट्रफ.' न्यूमा हा ग्रीक शब्द आहे. त्याचा अर्थ, 'हवा' असा आहे.

उभट भांडी पाण्यानं भरून, त्यांची तोंडं, एका उथळ पसरट भांड्यात पाणी घेऊन त्यात उलटी करून बुडवून ठेवायची. मग

वायू ज्यातून येतो आहे अशी, प्रक्रियेला अगर केवळ साठा म्हणून वापरलेल्या भांड्याला जोडलेली नळी, पाण्यात बुडवून त्या उपड्या भांड्याखाली नेली की, पाणी खाली ढकलून वायू त्या भांड्यांत जमा होतो. प्रीस्टले पाण्याऐवजी पारा वापरत असे, बरेचवेळा.

जोसेफ ब्लॅकनं चुनखडी तापवून बाहेर काढलेला जड वायू गोळा केला, जमा केला. याला ब्लॅकनं 'जखडलेली हवा' असं नाव दिलं होतं. पदार्थ आंबत असतानाही हा वायू बाहेर पडत असे. हा वायू पाण्यात दाबाखाली विरवून प्रीस्टलेनं 'सोडा वॉटर' तयार केलं होतं. आता आपल्याला हा वायू 'कार्बन डाय-ऑक्साइड' आहे, हे माहीत आहे.

बाँइलनं लोखंडावर आम्लाची प्रक्रिया करून मिळणारा वायू जमा केला. तो पेटू शकत असे. त्याला 'इन्फ्लेमबल एअर', जळणारी हवा असं नाव दिलं होतं. आता आपल्याला हा वायू 'हैड्रोजन' म्हणून माहीत आहे.

प्रीस्टलेनं निरनिराळ्या पदार्थांवर उष्णतेचा परिणाम काय होतो, याचाही अभ्यास केला. त्यानं नायट्रोजनची ऑक्साइड्स, 'वायुरूप' मिळवण्यात यश मिळवलं. तसंच 'मरीन गॅस' हाय-ड्रोजन क्लोराइड आणि 'आल्कलाइन गॅस,' अमोनिया हे वायूही मिळवण्यात यश संपादन केलं.

त्याचा सर्वांत महत्त्वाचा शोध म्हणजे, 'डी फ्लॉगिस्टिगेटेड एअर' या वायूचा. म्हणजेच खरं म्हणायचं तर 'ऑक्सिजन' चा.

प्रीस्टलेनं 'बर्निंग ग्लास' म्हणजे भिंग-मोठ्या व्यासाचं भिंग मिळवलं. त्यानं सूर्यकिरण निरनिराळ्या पदार्थांवर संकेंद्रित केले. हा पदार्थ पारा असणाऱ्या, उभ्या उपड्या भांड्यात, पाण्याच्या,

पातळीवरच्या मोकळ्या भागात, एखाद्या छोट्या बशीत ठेवलेला असे. तो पदार्थ तापून, प्रक्रिया घडून, वायू बाहेर पडला की, पान्यावर मोकळ्या जागेत जमा होत असे.

एका प्रयोगात त्यानं याच पद्धतीनं, एक तांबडी भुकटी तापवली. (ही तांबडी भुकटी, पारा हवेत बराच वेळ तापवल्यानं मिळत असे. हेच खरं म्हणजे 'रेड ऑक्साइड ऑफ मर्क्युरी'.) बाहेर पडलेला वायू, पान्यावरच्या मोकळ्या जागेत जमा झाला. तांबड्या भुकटीचं पान्यात रूपांतर झालं.

त्याला असं आढळलं की, या नव्यानं मिळवलेल्या वायूत जळती मेणवत्ती फारच प्रखरपणानं जळते. या वायूत उंदीर ठेवला तर तो फारच उत्साहीपणानं वावरतो. आपण हा वायू हुंगला तर आपल्यालाही तरतरी येते. खरं म्हणजे त्याला ऑक्सिजनचा शोध लागला होता. पण—त्याच्या निष्काळजीपणानं आणि पद्धतशीरपणाच्या अभावानं त्याचं श्रेय गेलं. कारण हा वेगळाच पदार्थ आहे, असं न जाणता, त्यानं तो हवेचाच एक प्रकार आहे असा आग्रह धरला.

फ्रान्समध्ये लॅव्हॉइज्ज्ये यानं, त्याच तऱ्हेच्या प्रयोगानं हा वायू तयार केला, व त्याला वेगळा पदार्थ आहे, असं जाणून वेगळं नाव दिलं— 'ऑक्सिजन', आणि संशोधनाचं श्रेय त्याला मिळालं.

त्यानं बर्मिगहॅममध्ये, एक छोट्या धर्ममंदिराचं प्रमुखत्व पत्करलं. तिथेच तो १७९१ पर्यंत राहिला. त्याचे लेख जनतेला नवेपणानं रुचत नव्हते.

फ्रेंच राज्यक्रांतीच्या वेळी प्रक्षुब्ध जनतेनं बॅस्टिलचा तुरुंग फोडला. आणि याच्या मित्रांनी त्याच्याबद्दल आनंदोत्सव करायचा म्हणून जो संतप्त जमाव जमवला त्यानं, धर्ममंदिर व याचं बिऱ्हाड

जाळून भस्मसात केलं.

हा आपल्या मुलाकडे अमेरिकेत गेला. पेनिसिल्व्हानियातल्या नॉर्दम्बरलंड इथं त्यानं उर्वरित आयुष्य घालवलं.

(JAMES WATT)

१३. जेम्स वॉट

जन्म—

१९ जाने. १७३६

मृत्यू—

१९ ऑग. १८१९

वाफेच्या इंजिनाचा शोध

जेम्स वॉट हा लहानपणी आजारीच असायचा. म्हणून त्याला शाळेत न धाडता, त्याच्या आईनं त्याला घरीच शिकविलं. त्याला डोकेदुखीनं सतावलं होतं आणि सर्वांनाच जवळजवळ खात्री वाटत होती की, हा मुलगा अधू बुद्धीचा निघणार. त्याचे वडील श्रीमंत व्यापारी होते. पण दैवाची रेघ उलटी फिरली आणि दारिद्र्य घरा आलं.

जेम्स लंडनला आला. तिथे त्याने एक वर्षभर कष्टप्रद अशी उमेदवारी केली. उपकरणं तयार करण्यात तो कुशल कारागीर झाला. वयाच्या विसाव्या वर्षापर्यंत तो लंडनमध्येच होता. मग पुन्हा तो स्कॉटलंडला गेला. आपल्या मातृभूमीकडे गेला. तिथे त्याने उपकरणे तयार करणारा कारागीर म्हणून राहायचे ठरवले. पण आवश्यक तेवढा उमेदवारीचा काळ, त्याच्या गाठी, 'नियमानुसार आवश्यक होता, तो नाही,' म्हणून स्थानिक म्युनिसिपल

अधिकार्यांनी त्यांना धंद्याला परवानगी दिली नाही. तेव्हा ग्लासगो विद्यापीठात त्याने एक अधिकाराची जागा मिळवली. कारण ते विद्यापीठ म्युनिसिपल मर्यादेच्या बाहेर होते. तिथे जोसेफ ब्लॅक या वैज्ञानिकाची व त्याची भेट झाली. ब्लॅकने त्याला 'लेटंट हीट' गुप्त उष्णता, याबद्दल माहिती दिली आणि जेम्सच्या विचार-चक्राला गती मिळाली.

त्यावेळी सेव्हरी आणि न्यूकॉमेन या वैज्ञानिकांनी पाण्याचे पंप चालवण्यासाठी तयार केलेली वाफेची इंजिने कार्यक्षम होती. अर्थात त्यांची कार्यक्षमता फारच मर्यादित होती.

न्यूकॉमेनच्या इंजिनात सुधारणा हवी होती. पण लंडनचा एक उपकरण-तज्ज्ञ प्रयत्न करूनही यश मिळवू शकला नाही तेव्हा ते काम ग्लासगो विद्यापीठानं जेम्स वॅटकडे दिलं. न्यूकॉमेनचे इंजिन त्याने दुरुस्त केले, पण त्यात त्याचे समाधान नव्हते. ते सुधारून जास्त कार्यक्षम कसे करता येईल याचा विचार त्याला सतावीत राहिला.

न्यूकॉमेनच्या इंजिनमध्ये वाफेची कोठी थंड करून वाफ गोठवली जात असे. आणि आवश्यक ती पोकळी निर्माण होई. पंपाचे कार्य चालू ठेवायला, ती पोकळी पुन्हा वाफेनं भरणं आवश्यक होतं. पण कोठी थंडच झाल्यानं ती तापवण्यासाठी पुष्कळ प्रमाणात वाफ आवश्यक होती. ती वाफ हे काम झाल्यावर फुकट जात असे. म्हणजे थंड पाण्याने केलेले, कोठी थंड करण्याचे काम निपटून, कोठी तापवायला लागणारी वाफ तयार करायला, बरेच जळण लागे. आणि तो एक जळणाचा अपव्यय होत असे.

जेम्स वॅटने यावर विचार करायला सुरुवात केली. दर रविवारी तो फिरायला जात असे. त्यावेळी त्याचे चिंतन सुरू झाले. त्यावेळी त्याला न्यूकॉमेनच्या इंजिनमधला दोष लक्षात आला.

तो दोष काढून ते इंजिन जास्त कार्यक्षम करण्याचा उपायही, विचार करून त्याने शोधून काढला तो असा—

वाफ थंड होऊन गोठताना मुख्य नळी थंड होणार नाही, असा उपाय काढण्याचा प्रयत्न करण्याचे त्याने ठरवले. त्याने विचार करून मूळ बाष्पयंत्राच्या जाळ्यात न गुंतता एक नव्याच सुधारित यंत्राची आकृती तयार केली.

‘मुख्य नळीला एका छोट्या नळीने, आणखी एक मोठी नळी जोडली. या योगाने मुख्य नळीतली कामासाठी वापरलेली वाफ, या जोडलेल्या नळीत आणून थंड करता येऊ लागली. अर्थात मुख्य नळी तापलेलीच राहू लागली. दट्ट्या पुन्हा उचलायलाच फक्त वाफ वापरली जाऊ लागली. वाफेचा अपव्यय वाचला. अर्थात त्यामुळे जळण कमी लागू लागले. वाफेचे यंत्र स्वस्तात काम करू लागले.’

जेम्सनं यंत्रातली सुधारणा चालूच ठेवली, ‘या वाफेच्या यंत्राच्या मुख्य नळीभोवती एक पोकळ धातूकोठी त्याने उभी केली. या बाहेरच्या कोठीत वाफ आणून त्याने मुख्य नळी सतत गरम राहिल अशी व्यवस्था केली.’

‘या सुधारणेने यंत्र स्वस्तात काम करते,’ म्हणून खाणमालकाने धन्यवाद दिले.

जेम्सचा नवनिर्मितीचा विचार त्याला स्वस्थ बसू देईना. त्याने ‘हे वाफेचे यंत्र हवेच्या दाबाच्या उपयुक्ततेतून मुक्त कसे होईल? केवळ वाफेच्या दाबावर हे यंत्र चालवता येईल का?’ असा प्रयत्न सुरू केला आणि त्यात यश मिळवले.

‘मुख्य नळीला एक नळी जोडून तिचेही तोंड बंद केले. बाँइलर-मधली वाफ एकदा दट्ट्याखाली जाऊन त्याला वर ढकलू लागली.

दट्ट्याखाली जाणारी वाफ जाऊ देणारे छिद्र, या हालचालीत बंद पडले आणि दट्ट्याच्यावर वाफ जाऊ देणारे छिद्र उघडले. वाफ तिथे शिरून दट्ट्या खाली ढकलू लागली.' म्हणजे—

‘हवेचा दाब नको, पाण्याचा फारा नको. नळ्या कायम गरम राहतील. त्या तापवायला वाफेचा अपव्यय नको. या दट्ट्याला चाकांची जोड दिली की झाले. दट्ट्यातली सरळ रेषेतली हालचाल चाकाच्या वर्तुळाकार हालचालीत रूपांतरित होईल. चाक धावू लागेल. आणि घोड्याने न ओढलेली गाडी तयार होईल.’

जेम्स वॅटने घोड्याशिवाय पळणारी गाडी तयार करण्याची सिद्धता करून वैज्ञानिक जगाला एक धक्काच दिला. सर्वसामान्य जनतेला आश्चर्य, स्वातंत्र्य आणि दिलासा एकदमच दिला. आणि—

जगात वैज्ञानिक प्रगतीचा वेग एकदम वाढला. कारखाने एकदम झपाट्याने अमाप माल काढू लागले. धावत्या लोखंडी गाड्या वेगाने माल दूरदूर पोहोचवू लागल्या. आणि नव्या नव्या मालाने जग समृद्ध होऊ लागले.

जेम्स वॅटच्या करामतीने ‘वेट’ (थांब) म्हटले नाही तर ‘रन’ (धाव) अँड ‘रन फास्ट’ (वेगाने धाव), असेच जगाला ओरडून सांगितले.

(LUIGI GALVANI)

१४. लुइगी गॅल्व्हनी

जन्म
९ सप्टें. १७३७

मृत्यू
४ डिसें. १७९८

प्रवाही विजेचा शोध

इटलीत बोलोग्ना (बुलोन) इथं जन्मलेला हा मुलगा, महंत होण्याची इच्छा मनात धरून थिऑलॉजीचा अभ्यास करू लागला. पण—

दैवानं योजलं होतं दुसरं. वडिलांच्या आग्रहाला मान तुकवून त्यानं वैद्यकीचा अभ्यास सुरू केला. आणि तो निष्णात शस्त्रवैद्य झाला. १७६२ मध्ये तो 'अनाॅटमी'चा, अस्थिपंजराचा (हाडाच्या सापळ्याचा) तज्ज्ञ म्हणून बुलोन विद्यापीठात प्राध्यापक नेमला गेला.

त्याच्या प्रयोगशाळेत घडलेला एक प्रसंग—

गॅल्व्हनीनं एका बेडकाचं शवविच्छेदन केलं होतं. एका टेवलावर टाचणीनं, ते विच्छेदन केलेले शरीर, टोचून ठेवलं होतं.

प्रयोगाच्या एका टेवलावर इलेक्ट्रिक स्पार्क्स निर्माण करण्यासाठी, घर्षणजन्य वीज तयार करणारं एक उपकरण काम करीत होतं.

जर या यंत्रातून निघणारा विजेचा संभार मृत बेडकाच्या पायामधून गेला, तर स्नायूंच्या अकस्मात होणाऱ्या आकुंचनानं तो पाय एकदम झटकल्याची हालचाल करेल, हे त्यावेळी माहीत होतं.

एका विद्यार्थ्यानं विच्छेदनासाठी वापरली जाणारी धातूची

सुरी घेऊन, तिनं बेडकाच्या पायाच्या आतल्या नव्हंजना स्पर्श केला.

आणि पाय झटकला गेला. तेव्हा विद्यार्थ्यांनं गॅल्व्हनीला ती घटना सांगितली. गॅल्व्हनीनं प्रयोग पुन्हा केला. काही झालं नाही. तेव्हा त्याला वाटलं की विजेच्या यंत्रातल्या उरलेल्या विजेमुळे त्या सुरीवर परिणाम होऊन, सुरीनं बेडकाच्या पायाला स्पर्श करताच तंगडी झटकली गेली. पण गॅल्व्हनीनं ही घटना तपशीलात अभ्यासायची असं ठरवलं.

पावसाळी वादळाच्या वेळी आकाशास चमचमणारी वीज म्हणजे घर्षणजन्य विजेचा अविष्कार आहे, हे गॅल्व्हनीला माहित होतं. त्यानं आपल्या लोखंडी कठडा असलेल्या व्हरांड्यात, त्या कठडाच्या गजाला, तांब्याच्या हुकांनी पुष्कळसे मेलेले बेडूक टांगून ठेवले. आणि पावसाळी वादळ सुरू झाल्यावर काय होतं, ते तो पाहू लागला. पण वादळ येण्यापूर्वीच घटना घडू लागल्या. त्या अशा—

जेव्हा जेव्हा तांब्याच्या हुकानं टांगलेल्या मृत बेडकाची तंगडी, वान्यानं हालून लोखंडी कठडाच्या गजाला स्पर्श करित होती, तेव्हा तेव्हा ती झटकल्यासारखं करित होती. वादळी पावसाळी ढगातल्या चमचमणाच्या विजेचा परिणाम टाळावा म्हणून, सारा प्रयोग त्यानं खोलीत केला. तरीही तसेच घडले, याचा अर्थ—

‘दोन वेगवेगळ्या धातूंच्या पट्ट्या बेडकाच्या तंगडीतल्या स्नायूनी जोडल्या गेल्या. त्यामुळे हा परिणाम, ‘वीजनिर्मितीचा परिणाम व त्यामुळे तंगडी झटकणे,’ हा प्रकार म्हणून घडतो.’ असे सिद्ध झाले.

गॅल्व्हनीला वाटले की प्राण्यांच्या शरीरात असलेल्या विजेचा

