

● जयंत नारळीकर

बालदपि सुभाषितं ग्राह्यम्

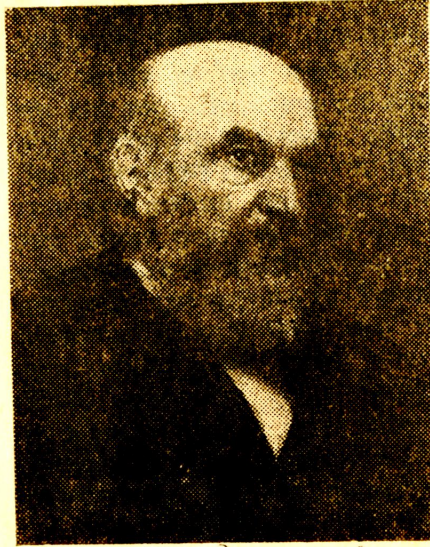
अनेक प्रतिष्ठित व अनुभवी वैज्ञानिकांची, विशेषकरून जे प्रसिद्धीच्या झोतात वावरत असतात, एक तक्रार असते. त्यांच्याकडे पत्रातून नव्या वैज्ञानिक कल्पना पाठवणारे अनेक पत्रवीर असतात, आणि बहुतेक सर्व कल्पना चूक किंवा अपूर्ण माहितीवर आधारलेल्या असतात, त्यांतील मांडणी वैज्ञानिक शिस्तीत बसणारी नसते. अशा पत्रांना केराची टोपली दाखवण्यापलीकडे दुसरा पर्याय नसतो. कारण प्रत्येक कल्पना तपासून त्यातील चुका प्रेषकाला समजावू म्हटले तर वैज्ञानिकाला स्वतःचे संशोधन चालू ठेवायला वेळच उरणार नाही. परंतु अशा पत्रांच्या ढिगात क्वचित एखादे पत्र मौल्यवान स्वरूपाचे असू शकते. पाठवणारा नवखा, अननुभवी आणि विज्ञानात जम न बसलेला असला तरी त्याचा प्रबंध अचूक असतो आणि नवी दिशा दाखवणारा ठरतो. कोळशांच्या ढिगातून माणिक बाहेर काढणे एकवेळ सोपे ठरेल, पण अशा वैज्ञानिक कल्पना इतर पत्रांच्या कचऱ्यातून उकरून काढणे सोपे नाही. गणितज्ञ हार्डी यांनी श्रीनिवास रामानुजमच्या पत्राला केराच्या टोपलीत टाकले असते तर गणिताचे केवढे नुकसान झाले असते! हार्डी-रामानुजम यांच्याबद्दल ह्या लेखमालिकेत पुढे सविस्तर यईल. ह्या लेखात उलटे उदाहरण पाहू. एका तरुण खगोलशास्त्रज्ञाच्या गणिताकडे दुर्लक्ष केल्यामुळे दोघा प्रस्थापित खगोलशास्त्रज्ञांनी एक नवा ग्रह शोधून काढण्याची संधी गमावली, त्याची ही हकीगत आहे.

यूरेनसचा शोध आणि त्याची अनियमित वाटचाल

आकाशात तारे आणि ग्रह, दोन्ही असतात. पण जर वर्षानुवर्षे त्यांचे निरीक्षण केले तर एक फरक जाणवतो. ग्रह सूर्याभोवती फिरत असल्याने त्यांची पृथ्वीवरून पाहण्याची दिशा बदलत असते. त्यामुळे ताऱ्यांच्या पार्श्वभूमीवर एखादा ग्रह आपली जागा बदलताना दिसतो. परंतु नवा ग्रह शोधून काढताना ह्या गोष्टीचा फारसा उपयोग होत नाही. यूरेनसचे उदाहरण पहा.

हा ग्रह सूर्यमालेत शनीच्या पलीकडे आहे. सूर्यापासून इतक्या लांब असल्याने आणि

स्वयंप्रकाशित नसल्याने यूरेनस फारसा स्पष्ट दिसत नाही. १६९० साली फ्लॅमस्टीड ह्या इंग्लंडच्या शाही खगोलशास्त्रज्ञाने (अॅस्ट्रॉनॉमर रॉयल) यूरेनस हा ग्रह पाहिला. त्यानंतर आणखी चार वेळा त्यान तो ग्रह पाहिल्याचे त्याच्या नोंदीतून दिसते. परंतु आपण एक ग्रह पाहतोय याची जाणीव



अॅडम्स

फ्लॅमस्टीडला झाली नाही. इतकेच नव्हे, पॅरिसच्या ले मोनिये यान महिल्याभरात ह्या ग्रहाच्या आठ वेळा नोंदी केल्या—पण दरवेळी एक वेगळा तारा म्हणून! 'आपण पाहतोय या एकाच वस्तूच्या बदलत्या जागा आहेत,' याची जाणीव ले मोनियेला झाली नाही. जर त्याने आपल्या निरीक्षणांचे गणिती विश्लेषण केले असते तर त्याला यूरेनस शोधण्याचे श्रेय मिळाले असते.

अखेर विलियम हर्शेल ह्या खगोलशास्त्रज्ञाने यूरेनस हा ग्रह म्हणून ओळखला तेव्हा १७८१ साल उजाडले होते. पण हा लेख यूरेनसबद्दल नसून यूरेनसच्या निरीक्षणांमुळे लागलेल्या नेपच्यून ग्रहाबद्दल आहे.

यूरेनस हा एक ग्रह आहे, ही खात्री पटल्यावर त्याची कक्षा ठरवायला फ्लॅमस्टीड आणि ले मोनियेच्या नोंदी उपयोगी पडल्या

शिवाय १७८१ नंतर देखील त्याच्या नोंदी घण्यात आल्या, आणि त्यावरून त्याची कक्षा निश्चित करण्यात आली. परंतु हळूहळू असे आढळून आले, की यूरेनस आपल्या ठरवलेल्या कक्षेतून फिरत नाही व १८२० पर्यंत वास्तविक आणि ठरवलेल्या कक्षेतला फरक नगण्य नाही, अशी खात्री पटली. प्रथम लोकांनी असा तर्क केला, की हा फरक पडतो याचे कारण— ज्या पूर्वीच्या नोंदीवरून यूरेनसची कक्षा ठरवण्यात आली त्या फ्लॅमस्टीड व ले मोनियेच्या नोंदी चुकीच्या असतील. परंतु १८३० पर्यंत हे कारण नाही असे दिसून आले. कारण १७८१ नंतरच्या नव्या नोंदी वापरून ठरवलेली कक्षा देखील चुकत होती. १८३० मध्ये ही चूक २० सेकंद तर १८४० मध्ये ९० मिनिटे इतकी होती. यथे मिनिट व सेकंद कालमापनाचे एकक नसून कोनमापनाचे आहेत. कोन मोजायचा १ अंश (डिग्री) ६० भागांत विभागला की प्रत्येक भाग १ मिनिट तर १ मिनिटाचा ६० वा हिस्सा म्हणजे सेकंद.

गणिताने भाकीत केलेल्या दिशेत आणि प्रत्यक्ष दिसत असलेल्या दिशेतला हा सूक्ष्म वाटणारा फरकदेखील एकोणिसाव्या शतकातल्या खगोलशास्त्रात खपणारा नव्हता. याचा अर्थ असा तर नव्हे, की ज्या गणिताद्वारे ही कक्षा ठरवली गेली ते गणितच चुकीचे होते?

हे गणित होते, न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाचे आणि गतीच्या नियमांचे. न्यूटननंतर फ्रान्समधील लॅप्लास याने ह्या गणिताचा वापर करून सूर्यमालेच्या ग्रहांच्या आणि उपग्रहांच्या कक्षा अचूकपणे ठरवल्या होत्या. लॅप्लासचा पाच खंडी ग्रथ मेकॅनिक सेलेस्ट (आकाशस्थ वस्तूचे गतिशास्त्र) नेपोलियनच्या काळात प्रसिद्ध झाल्यापासून न्यूटनच्या सिद्धान्ताची अचूकता प्रस्थापित झाली होती. अशा गणिताला आता तडा जात होता.

का वेगळा कुठला पर्याय यूरेनसच्या अनियमित गतीवर प्रकाश टाकू शकत होता?

जॉन कूच अॅडम्सचा शोध

न्यूटनचे गणित बरोबर मानले तर यूरेनसच्या गतीमधले सूक्ष्म बदल त्याच्या जवळच्याच एखाद्या वस्तूच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे होत असणार, ही जाणीव १८४० मधल्या

खगोलशास्त्रज्ञांना होती. परंतु प्रत्यक्ष गणित मांडून ती वस्तू कुठे असेल हे शोधून काढण्याची हिंमत कोणाला होत नव्हती. तसे म्हटले तर गुरू व शनीसारखे यूरॅनसजवळचे ग्रहसुद्धा त्याची कक्षा बदलू शकतात व तो बदल लप्लासने मांडलेल्या गणिती तंत्राद्वारे ठरवणे किचकट असले तरी सोपे होते. कारण शनी आणि गुरू हे ज्ञान ग्रह होते. त्यांनी घडवून आणलेले बदल यूरॅनसच्या अनियमितपणाची कारणमीमांसा पूर्णपणे करू शकत नव्हते. एखाद्या अज्ञात ग्रहाची माहिती त्याने घडवून आणलेल्या बदलांवरून ठरवणे हे जास्त अवघड होते.



एअरी

१८४१ मध्ये केंब्रिज विद्यापीठात सेंट जॉन्स कॉलेजमध्ये शिक्षणाच्या गणिताच्या एका विद्यार्थ्याला हे गणिती आव्हान झेलावेसे वाटले. आपली गणित ट्रायपॉसची परीक्षा संपल्यावर हे गणित सोडवण्याचा त्याने निर्धार केला. १८४३ साली परीक्षेत सर्वप्रथम येऊन सीनियर रॅंग्लरचा मान पटकावून त्याने ह्या प्रश्नाकडे आपला मोर्चा वळवला आणि दोन वर्षांत उत्तरही शोधून काढले.

जॉन कूच अँडम्स हे त्याचे नाव आणि त्याने काढलेले उत्तर म्हणजे अमूक एक दिशेला, सूर्यापासून यूरॅनसपेक्षाही पलीकडे, एक नवीन ग्रह असून तोच यूरॅनसची कक्षा बदलतोय.

१८४५ च्या ऑक्टोबरमध्ये अँडम्सने आपल्या शोधाची माहिती पत्राने इंग्लंडचे शाही खगोलशास्त्रज्ञ प्राध्यापक एअरी यांच्याकडे पाठवली. जर एअरी यांनी आपली प्रचंड दुर्बीण अँडम्सने सांगितलेल्या दिशेकडे वळवली असती तर त्यांना तेथे नवा ग्रह सापडला असता.

एअरी आणि चालिस यांची

दिरंगाई

लेखाच्या प्रारंभी सांगितल्याप्रमाणे

एअरी यांच्याकडे तथाकथित शास्त्रज्ञांची पुष्कळ पत्रे येत व त्यातील कल्पना 'पृथ्वी सपाट आहे', 'वर्तळाचे वर्गात रूपांतर', 'ईश्वरचा शोध', 'कधी न थांबणारे यंत्र', 'चंद्राचे अंतरंग' इत्यादींवर भाष्य करणाऱ्या असून त्यांचा वैज्ञानिक पाया नगण्य असे. त्यामुळे 'मी यूरॅनसची समस्या सोडवली' असे विधान करणारे पत्र पाहून एअरींना अविश्वास वाटल्यास नवल नाही. कारण काही झाले तरी अँडम्स (सीनियर रॅंग्लर असूनही) संशोधनक्षेत्रात नवखाच होता.

तरी एअरीने यूरॅनसच्या अनियमितते-बद्दल काही स्वतःची निरीक्षणे (ज्यांचा मेळ बसत नव्हता अशी) अँडम्सकडे पाठवून 'तुझ्या गणिताने यांची कारणमीमांसा होऊ शकते का?' अशी विचारणा केली. जर अँडम्सकडे ह्या प्रश्नाचे उत्तर असेल तर आपण त्याच्या गणिताची दखल घेऊ, नाहीतर व्याद आयती गेली, असा एअरीने विचार केला.

अँडम्सला एअरीच्या प्रश्नांची उत्तरे सहज देता आली असती— पण त्याने मौन पाळले. अँडम्सची ही चूक म्हटली पाहिजे. त्याचे उत्तर आले नाही तेव्हा एअरी पण सर्व-काही विसरून गेला. एअरीच्या बाजूने असेही म्हणता येईल, की त्याची वेधशाळा इतर निरीक्षणांत गुंतली असल्याने कुठल्याही नवख्या माणसाने 'अमूक निरीक्षण करा' असे म्हटल्यावर लगेच त्याची इच्छा पुरी करण्याच्या स्थितीत नव्हती. पण जर अँडम्सने त्याच प्रश्नांची उत्तरे समाधानकारक स्वरूपात पाठवली असती तर एअरीने निरीक्षणाची इतर कामे बाजूला टाकून हा नवा ग्रह शोधायला सुरुवात केली असती का? पुढील घटनांवरून ह्या प्रश्नाचे उत्तर मिळते.

जो विचार अँडम्सला सुचला तोच फ्रान्समधील एका हुशार खगोलशास्त्रज्ञाला पण सुचला. लेव्हेरियेचा जन्म १८११ मध्ये झाला व तो नपोलियनने स्थापित केलेल्या एकोल पॉलिटेक्निकमध्ये खगोलशास्त्राचा प्राध्यापक होता. फ्रान्सच्या सर्वोच्च समजल्या जाणाऱ्या खगोलशास्त्रज्ञाने, अँरागो याने, लेव्हेरियेची बुद्धिमत्ता पाहून त्याला यूरॅनसचे कोडे सोडवायचे आवाहन केले.

लेव्हेरियेने तत्परतेने हा प्रश्न हाती घेतला व टप्प्याटप्प्याने वेगवेगळी मुद्दे निकालात काढत जून १८४६ मध्ये तो अँडम्सने काढलेल्या निष्कर्षावर येऊन ठेपला. त्यान आपला प्रबंध प्रसिद्ध केला. महिन्याभरातच तो एअरीला पाहायला मिळाला, आणि मग त्याला आठवले— आठ महिन्यांपूर्वी एका नवख्या तरुणाने अशा तऱ्हेचाच निष्कर्ष आपल्याकडे पाठवला होता.

ज्या अर्थी दोन वेगवेगळे शास्त्रज्ञ एकाच निष्कर्षाप्रत येऊन पोचले त्याअर्थी त्याला महत्त्व दिले पाहिजे. ग्रीनिच वेधशाळेची दुर्बीण आठवदा दिवसांकरता वापरून नवा ग्रह शोधता आला असता, पण अजून एअरीने निरीक्षणाचे काम हाती घेतले नाही. प्रथम त्याने लेव्हेरियेला पत्र लिहून तेच प्रश्न विचारले— जे त्यान अँडम्सला विचारले होते.

लेव्हेरियेने त्या प्रश्नांची तत्परतेने आणि समाधानकारक उत्तरे दिली. ती पाहून एअरीला अखेर खात्री पटली, की अँडम्स आणि लेव्हेरिये म्हणतात त्याप्रमाणे खरोखरच एक नवा ग्रह अस्तित्वात असावा. परंतु तरीसुद्धा आपल्या दुर्बीणांना त्या ग्रहाकडे फिरवायला त्याची तयारी नव्हती. कारण त्या इतर कामांत व्यस्त होत्या! त्याने केंब्रिज विद्यापीठातले खगोलशास्त्राचे प्राध्यापक चालिस यांना हा ग्रह शोधायची विनंती केली. कारण ड्यूक ऑफ नॉर्थबरलंडने नुकतीच एक मोठी दुर्बीण केंब्रिज वेधशाळेला भेट दिली होती.

चालिसने हे काम स्वतः हाती घेतले आणि अँडम्स व लेव्हेरिये यांनी सांगितलेल्या जागेच्या आसपासच्या आकाशभागाचे सविस्तर वेध घेतले— पण सावकाशीनं. दुर्बिणीतून दिसणाऱ्या तारकांच्या जागा त्याने नोंदी करून ठेवल्या. नंतर त्या सर्व नोंदींचा अभ्यास करून एखादी तारका आपल्या जागेवरून सरकली का, हे पाहण्याचा त्याचा



लेव्हेरिये

विचार होता. ही सरकलेली तारका (जर तशी सापडली तर) म्हणजेच नवा ग्रह असणार. येथवर सर्व काही यथायोग्यच होते.

चालिसच्या नोंदीवरून त्याला ४ ऑगस्ट आणि १२ ऑगस्ट १८४६ रोजी हा ग्रह दिसला होता असे आढळते. परंतु त्या वेळी त्याला याची कल्पना नव्हती. कारण

तारकांचे, नक्षत्रांचे नकाशे नुकतेच जर्मनीत तयार झालेले अद्याप इंग्लंडात उपलब्ध नव्हते. ते जर त्याच्याकडे असते तर त्याला ह्या ग्रहाची लगेच ओळख पटली असती. ह्या नकाशाअभावी नोंदींची सविस्तर चाचणी करणे आवश्यक होते; पण हा परिश्रम लगेच करायची चालिसला आवश्यकता वाटली नाही. दरम्यान अँडम्सने एअरीच्या प्रश्नांची उत्तरे अखेर पाठवली आणि नवा ग्रह कुठे शोधायचा याची आणखी सविस्तर माहिती दिली. लेव्हेरियेने मात्र इंग्लंडच्या नादी न लागता जर्मनीकडे धाव घेतली. कारण त्याने केलेल्या (बरोबर) तर्कानुसार : नक्षत्राचे नकाशे जर्मनीत उपलब्ध असल्याने तेथील वेधशाळा हा शोध लवकर लावू शकतील.

लेव्हेरियेने बर्लिन वेधशाळेचे प्रमुख डॉ. गाल यांना पत्र लिहून हा ग्रह शोधण्याची विनंती केली. गालला लिहिलेल्या पत्रात लेव्हेरियेने हा ग्रह ताऱ्यासारखा विदुवत नसून लहान चकतीप्रमाणे दिसेल असेही कळवले. गालला हे पत्र २३ सप्टबर १८४६ ला मिळाले. त्याच दिवशी त्यान ग्रहाच्या दिशेने वेध घेतले आणि एका रात्रीत शोधही लावला. त्याच्या अनुभवी डोळ्यांनी ग्रहाचा चकतीसारखा आकार ओळखला. नक्षत्रांचा नकाशा पडताळून ही एक नवी वस्तू आकाशातल्या त्या भागात आली, याची त्याने खात्री करून घेतली आणि आपला शोध जाहीर केला. ह्याच ग्रहाला आज नेपच्यून म्हणतात.

आजकालची दळणवळणाची साधने तेव्हा उपलब्ध नव्हती. त्यावेळच्या मानान लवकरच म्हणजे एक ऑक्टोबरला ही बातमी एअरी आणि चालिस यांना कळली. आपण अँडम्सच्या शोधाला महत्त्व दिले नाही आणि क्वचित मिळणारी नवा ग्रह शोधायची संधी गमावली, याची त्यांना जाणीव झाली.

नेपच्यूनच्या शोधानंतर

नेपच्यूनच्या शोधाचे श्रेय गाल आणि लेव्हेरिये यांनाच द्यायचे की अँडम्सचाही त्यात समावेश करायचा? वास्तविक अँडम्सने हे गणित प्रथम सोडवले व त्याच्याकडे दुर्लक्ष झाले. त्यात त्याचा दोष नव्हता म्हणून श्रेय त्यालाही मिळाले, असा इंग्लंडच्या खगोलशास्त्रज्ञांचा दावा होता त्या उलट अँडम्सने पूर्वी ह्या विषयावर कुठलेच संशोधन प्रसिद्ध केले नसल्याने त्याला श्रेय द्यायला युरोपचे शास्त्रज्ञ तयार नव्हते. परंतु हळूहळू ह्या वादावर पडदा पडला आणि अँडम्सला लेव्हेरियेच्याबरोबर श्रेय देण्यात आले. तो स्वतः कधी ह्या वादात पडला नाही आणि त्याचा संकोची स्वभावच त्याला नडला.

नेपच्यून हा ग्रह पूर्वी कोणी पाहिला होता का? याचे उत्तर आहे "होय !

जून १९८५ ।

गॅलिलेओन." गॅलिलेओच्या दुविणीतून घेतलेल्या नोंदीवरून असे दिसते, की त्याने नेपच्यून पाहिला होता.

स्टिलमन ड्रेक आणि चार्ल्स कोवाल यांनी डिसेंबर १९८० च्या सायंटिफिक अमेरिकनमध्ये एका लेखात हे निदर्शनास आणले. १६१२ साली डिसेंबरमध्ये (म्हणजे गालच्या २३४ वर्षे आधी) घेतलेल्या वेधांच्या नोंदीत नेपच्यून हा तारा म्हणून नोंदवलेला दिसतो. गॅलिलेओ गुरु ग्रहाचे उपग्रह पाहत असताना त्याला नेपच्यून दिसला, कारण त्या वेळी नेपच्यूनची दिशा गुरुच्या जवळपास होती. ह्या नोंदीचा उपयोग नेपच्यूनची कक्षा आणखी अचूक ठरवण्यास होईल. कारण गॅलिलेओच्या नोंदी त्या काळच्या मानान पुष्कळ स्पष्ट व अचूक होत्या.

जाता जाता आणखी एका गोष्टीचा उल्लेख करणे योग्य होईल. १८६५ च्या गुमारास बुध ग्रहाच्या गतीतदेखील अनियमितता दिसून येऊ लागली. त्याचे कारण काय असावे? लेव्हेरियेने पुन्हा गणित मांडून असा निष्कर्ष काढला, की बुध आणि सूर्य यांच्यामध्ये आणखी एक ग्रह आहे व तो बुधाची कक्षा हळूहळू बदलतो. त्या ग्रहाला व्हल्कन असे नाव दिले. पण तसा ग्रह सापडला नाही. मग बुधाची कक्षा का बदलत होती? व आजही बदलत आहे? निसर्ग सव प्रश्न एका झटक्यात सोडव देत नाही! युरेनसला लागू पडलेली लेव्हेरियेची मात्रा बुधाला लागू पडली नाही. त्या प्रश्नाचे उत्तर लेव्हेरियेनंतर पुष्कळ वर्षांनी— ह्या शतकात मिळाले. त्याची चर्चा पुढच्या लेखात येईल. □ □

वधू पाहिजे

वर पाहिजे

वधू— ब्राम्हण, वय २७, उंची ५'-३१", चुणचुणीत, सडपातळ, सावळ्या वर्णाची, शिक्षण B. E. Electronics, नोकरी मुंबईतील एका सुविख्यात कंपनीत, कंपनीतर्फे विशिष्ट तांत्रिक अनुभवासाठी अमेरिकेस जाऊन आलेली. अपेक्षित वर— ब्राम्हण (महाराष्ट्रीय अधिक पसंत) कुटुंबातील, सुविद्य, सुसंस्कृत, भारतातील कोणत्याही प्रांतात अथवा परदेशात स्थायिक झालेला, नोकरी किंवा स्वतंत्र व्यवसाय करणारा. पत्रिकेची अट नाही, वय व उंची अनुरूप. Shri. D.D. Bindoo, 16-11-784/A, Musarambag, Amberpeth Road, Hyderabad-500036. A. P.)

वर— को. ब्रा., ३१, ५'-१०", कपिगोत्र, B.Sc. Master Mariner (Foreign Going) शिपिंग कॉर्पोरेशन ऑफ इंडिया-मध्ये जहाजाचा प्रमुख, क्रिकेटमध्ये विशेष प्राविण्य, आंतर विद्यापीठ क्रिकेट सामन्यातून विद्यापीठातर्फे सहभाग, रणजी ट्रॉफी-करता निवड, उंच, गोरा, प्रसन्न आकर्षक व्यक्तिमत्व, सुशिक्षित व सुसंस्कृत घराण्यातील. अपेक्षित वधू—उंच, देखणी, आकर्षक, बांधेसूद, सुशिक्षित, सुशील, मनमिळाऊ, गृहकृत्यदक्ष व सुसंस्कृत घराण्यातील, इंग्रजी-हिंदी अस्खलित बोलता येत असल्यास प्राधान्य, गरीब घराण्यातीलही चालेल, शाखा, जात, प्रांत या बाबतीत विशेष आग्रह नाही, सुयोग्य निवडीसाठी जाहिरात, फोटो, पत्रिका व संपूर्ण माहितीसह पत्रव्यवहार करावा (फोटो आवश्यक) प्रा. अरविंद चक्रदेव, नं. ८, M.S. E. B. कॉलनी, जेल रोड, शिवाजीनगर, नाशिक रोड - ४२२१०१.

किर्लोस्कर प्रेसचे नवे बालवाडी प्रकाशन

नर्सरी, के. जी. किंवा बालवाडीमध्ये

प्रवेश मिळवितांना करून घेण्याच्या

अभ्यासाची तयारी

Introduction to Nursery & K. G.

अर्थात्

बालवाडीची ओळख (अंग्रजी व मराठी)

किंमत १० रुपये

प्रसिद्धीच्या मार्गावर