

वाटचाल

विज्ञानाशी दोस्ती करूया !



सहामाही पत्रिका । एप्रिल ते सप्टेंबर 2020 । अंक पहिला - वर्ष पहिले

उंच भरारी

ममता येडमेवार

उडत्या पाखरांकडे जेव्हा पाहीले मी 'तसे'
मनात आले आपणही उंच उडावे का असे
मग प्रश्न पडला पंखांशिवाय मी उडू तरी कसे?
शांत सायंकाळी उडत्यांकडे पाहत बसले मनभर,
जाणवलं मला कि ते वळले नाही क्षणभर.
पाखरांची हीच अदा मला मोहून गेली,
'न वळता भरारी घे' हे सांगून गेली.
पाहतांना पाखरांना मला असे दिसले,
त्यांच्यात नव्हते हेवे दावे कसले.
प्रत्येक पाखरू मौजेने पुढे जात होता,
कुणालाही मागे टाकण्याचा विचार त्यांत नव्हता.
मौज करत पुढे जात शिस्तही नाही तोडली,
प्रगत पाखराने मागच्याची साथही नाही सोडली.
पाखरांप्रमाणे माणसांनीही वागण्याची गरज आहे खास,
प्रत्येकाने उंच भरारीचा ध्यायला हवा ध्यास.
उडण्यासाठी पंखच असावे यात काय शेष,
भरारीसाठी आत्मविश्वासच हवा हेच ते विशेष.
पाखरा तुला देते मी आज वचन,
विसरणार नाही तुझे केलेले जतन.



ममता येडमेवार, प्राथमिक विज्ञान शिक्षिका, शासकीय माध्यमिक व उच्च माध्यमिक
आश्रम शाळा, (मुलींची) जांब, प्रकल्प - पांढरकवडा (अमरावती विभाग).



या अंकामध्ये काय वाचाल...

नेपच्यूनचा शोध 1

नेपच्यून या ग्रहाच्या शोधाची गाथा जेष्ठ वैज्ञानिक श्री. जयंत नारळीकर यांच्या शब्दात!

उत्साहाचा निर्झर... अमोल सर 5

शासकीय माध्यमिक आश्रमशाळा सिरोंचा, अहेरी प्रकल्प, (नागपूर विभाग) येथे कंत्राटी तत्वावर कार्यरत, कार्यकृतीच्या माध्यमातून विज्ञान शिकवणारे आणि विद्यार्थ्यांशी जवळीक साधलेले अमोल कंकलवार सर यांच्या प्रेरक कार्याचा आढावा.

ओपन चॅलेंज क्वेश्चन 7

शासकीय माध्यमिक आश्रमशाळा, मवेशी, राजूर प्रकल्प (नाशिक विभाग) येथे श्री. जे. ई. जाधव सर या विज्ञान शिक्षकाने राबवलेला एका नावित्यपूर्ण उपक्रमाची गाथा.

ज्ञान वृद्धिंगत करणारा विज्ञान कोपरा... 8

संकलन आणि लेखन: पुष्पक रामराव राठोड, अॅकॅडमिक फिल्ड सपोर्ट पर्सन, पांढरकवडा प्रकल्प, नागपूर विभाग

एक नवी सुरुवात 9

धुळे प्रकल्पातील मासिक कार्यशाळेत उपस्थित शिक्षक सहकाऱ्यांना प्रकाशाचे अपवर्तन या विषयावर मार्गदर्शन करून केलेली एक नवी सुरुवात.

कपाळावरील टिकली बनली इलेक्ट्रॉन 11

चंद्रपूर विभागातील शासकीय माध्यमिक आश्रमशाळा मरेगाव येथील विद्यार्थ्यांना अपूचे इलेक्ट्रॉन संरूपण कार्यकृतीच्या अभिनव पद्धतीने शिकवणाऱ्या एकलव्य प्रतिनिधीचे अनुभव.

ईश्वरचे बोल 14

नाशिक विभागातील शासकीय माध्यमिक शाळा, अलीविहीर, तळोदा प्रकल्प येथील ईश्वर राऊत या आठवीतील मुलाचा वैज्ञानिक प्रवास त्याच्याच शब्दात.

शिक्षकांचे अनुभव त्यांच्या शब्दात 16

- नामांकित शाळेचे विज्ञान शिक्षक देखील माझे मत घेतात.
- आता खऱ्या अर्थाने विद्यार्थी विज्ञान शिकत आहेत.

विज्ञान प्रकल्प कार्याचा आढावा 20

पहिल्या अंकाच्या निमित्ताने...



'Science: A way of Life' हा प्रकल्प महाराष्ट्र राज्य आदिवासी विकास विभाग आणि एकलव्य फाउंडेशन, भोपाळ यांच्यात झालेल्या करारान्वये महाराष्ट्रातील अमरावती, नाशिक, नागपूर विभागात कार्यान्वित असलेल्या ४०० शासकीय आश्रमशाळांमध्ये चालू आहे. मागील दोन वर्षांपासून विविध प्रशिक्षण आणि कार्यशाळांच्या माध्यमातून होत असलेल्या आपल्या परीचयाला एक साहित्यिक वळण देण्याचा छोटासा प्रयत्न 'वाटचाल' या वार्तापत्राच्या माध्यमातून करीत आहोत.

आपल्या प्रकल्पांतर्गत राबवलेले अभिनव उपक्रम, शाळेत भेटणारे उपक्रमशील शिक्षक आणि विद्यार्थी तसेच आपल्या आश्रमशाळेतील शिक्षकांतील साहित्यिक गुणांना एक व्यासपीठ देण्याचा प्रयत्न वाटचाल या वार्तापत्राच्या माध्यमातून आपण करणार आहोत. वाटचालचे स्वरूप अधिकाधिक शिक्षककेंद्रित राहिल याची काळजी घेत असतानाच आश्रम शाळेतील वर्गातून उमलणाऱ्या प्रतिभांना देखील यात समाविष्ट केले जाईल.

हे वार्तापत्र वाचल्यानंतर मुद्दाम वेळ काढून आपल्या प्रतिक्रिया आमच्यापर्यंत पोहचवा. सोबत आपले स्वलिखित साहित्य आणि आपला आश्रमशाळेतील अनुभव लिहून पाठविल्यास आपला पुढील अंक नक्कीच अधिक आकर्षक होईल. तुमच्या साहित्यासोबतच विद्यार्थ्यांनी लिहिलेल्या कथा, कविता आणि त्यांनी काढलेली चित्रे देखील आमच्यासाठी महत्वाची आहेत. तेव्हा ते साहित्य देखील आमच्यापर्यंत पोहोचू द्या.

आश्रमशाळांसोबतचा हा प्रवास आव्हानात्मक खरा पण सर्व शिक्षकांचे लाभलेले पाठबळ मोलाचे ठरले. विविध प्रकल्प कार्यालयातील संबंधित कर्मचाऱ्यांचे देखील उत्तम सहकार्य आजवर लाभले. आदिवासी विकास विभाग, महाराष्ट्र शासन नेहमीच आपल्या कार्यास उत्तेजन देत आले आहे. तेव्हा पुन्हा एकदा तुम्हा सर्वांच्या आशीर्वादाने वाटचाल या आपल्या या वार्तापत्राची वाटचाल सुरळीत होईल अशी अपेक्षा व्यक्त करतो.

तसेच या वार्तापत्रावर कार्य करणाऱ्या टीमने अथक मेहनत केल्याने वाटचाल प्रसिद्ध होऊ शकले. त्यामुळे सर्व टीमचे मनःपूर्वक आभार आणि अभिनंदन!

धन्यवाद.

मुख्य संपादक

शलाका गायकवाड
संकेत राऊत

सल्लागार / समुपदेशक

नितिका मीना
राजेश खिंद्री
माधव केळकर
शहाब हसन

डिझाइन

अभिव्यक्ती पाटील

विशेष आभार

संपादक, किशोर मासिक

सह संपादक

भाग्यश्री मेशकर
निशा डिका

पल्लवी मोरे
प्रकाश कराडभजने
पुष्पक राठोड
सचिन सक्सेना
गणेश मालघन
रघुनाथ वानखेडे
लिंबाजी लक्ष्मिदत्त
प्रशांत वाहुळे

प्रकाशक आणि मुद्रक

एकलव्य फाउंडेशन,
भोपाळ, मध्य प्रदेश.

पत्ता

जमनालाल बजाज परिसर, जाटखेडी रोड
भोपाळ, मध्य प्रदेश - ४६२ ०२६.
संपर्क - +९१ ७५५२९७७७७०, ७१, ७२, ७३.

वेब साइट - www.eklavya.in

संपर्क

ई-मेल - vatchal@eklavya.in
व्हॉट्सएप - ९२८४७४८९६७



नेपच्यूनचा शोध

जयंत नारळीकर



गॅलिलिओ गॅलिली

(इ. स. १५६४ - १६४२)

इटालियन गणिती, खगोलशास्त्रज्ञ आणि भौतिकविद. शास्त्रीय अध्ययनाची निरीक्षण, प्रयोग, गणित व सिद्धांत अशी तर्कशुद्ध पद्धती त्याने रूढ केल्यामुळे त्याला आधुनिक प्रायोगिक विज्ञानाचे जनकही मानले जाते. दूरदर्शकाचा खगोलशास्त्रीय वेधांसाठी त्याने प्रथम उपयोग केला.



योहानेस केप्लर

(इ. स. १५७१ - १६२९)

जर्मन खगोल शास्त्रज्ञ व गणिती, ग्रहांच्या गतीसंबंधीचे त्याचे तीन नियम प्रसिद्ध असून त्याच्यामुळे न्यूटनच्या सिद्धांताची पार्श्वभूमी तयार झाली. सूर्याचे ग्रहांवर असलेले आकर्षण अंतरानुसार बदलते, असे त्याने सांगितले. तसेच चंद्राच्या आकर्षणाने भरती-ओहोटी होते असे त्याने दाखविले होते.



निकोलस कोपर्निकस

(इ. स. १४७३-१५४३)

पोलिश ज्योतिष शास्त्रज्ञ गणिती, धर्मोपदेशक आणि वैद्य. पृथ्वी गोल असून स्वतःभोवती फिरत असते व सर्व ग्रह पृथ्वी भोवती न फिरता स्थिर अशा सूर्याभोवती फिरत असतात ही कल्पना त्याने रूढ केली.



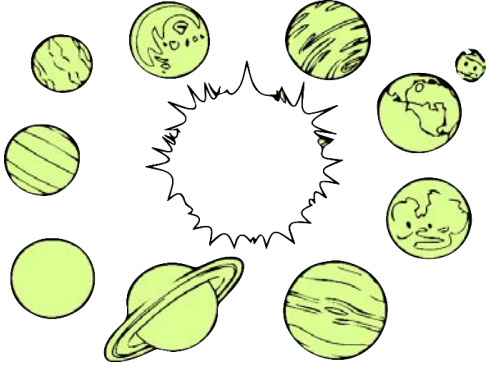
आयझॅक न्यूटन

(इ. स. १६४२-१७२७)

सुप्रसिद्ध इंग्रज शास्त्रज्ञ, गणिती, गतिकी (गतीचा अभ्यास करणार शास्त्र), बहुविध विज्ञान शाखांमध्ये भर टाकली. न्यूटन याचे सर्वात महत्त्वाचे कार्य म्हणजे त्याने मांडलेला गुरुत्वाकर्षणाचा नियम हे होय.



टॉलेमी ते लप्लास



आपल्या सूर्यमालेत नऊ ग्रह आहेत. त्यांपैकी बुध, शुक्र, पृथ्वी, मंगळ, गुरू आणि शनी हे ग्रह पुरातन काळापासून माहीत आहेत. त्यांतील पृथ्वीवर आपण राहतो. एक काळ असा होता जेव्हा मानवाचा दृढ विश्वास होता की पृथ्वीभोवतीच हे बाकीचे ग्रह फिरत असतात. दोन हजार वर्षांपूर्वी

ग्रीसमध्ये नांदत असलेल्या संस्कृतीत टॉलेमीच्या 'अल् मॅजेस्ट' ह्या पुस्तकात ग्रहांच्या कक्षा दाखवणाऱ्या भूमितीच्या रचना पहायला मिळतात. पुढे चौदा-पंधरा शतके तरी ह्या पुस्तकाचे आणि त्यातील सिद्धांताचे वर्चस्व आशिया आणि युरोप खंडांत होते, परंतु इसवी सनानंतर पंधराव्या शतकात निकोलस कोपर्निकस याने ह्या सिद्धांताला पहिला धक्का दिला. बुधापासून शनिपर्यंत, पृथ्वीसकट सर्व ग्रह सूर्याभोवती फिरतात असा दावा त्याने केला. हळूहळू त्याच्या ह्या नवीन सिद्धांताचा पाठपुरावा होऊ लागला. इटलीत गॅलिलिओ आणि जर्मनीत केप्लर ह्या दोघांनी ग्रहांबद्दलच्या माहितीत पुष्कळ भर टाकली. दुर्बिणीचा वापर करून खगोलशास्त्रज्ञांना विश्वाचे वेध घेणे सोपे होते हे गॅलिलिओने प्रथम निदर्शनास आणले तर केप्लरने ग्रहांच्या कक्षा बिनचूक ठरवून दिल्या. पुढे आयझॅक न्यूटनने ग्रहांच्या कक्षा गणिताने गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धांताद्वारे ठरवल्या जातात हे सिद्ध केले.

टॉलेमी

(इ. स. पू. ९० - १६९)

ग्रीक खगोल शास्त्रज्ञ, गणिती, भूगोलशास्त्रवेत्ता आणि तत्त्वज्ञानी, गोल परंतु स्थिर अशी पृथ्वी विश्वाच्या मध्याशी असून चंद्र, ग्रह, सूर्य, तारे तिच्याभोवती वर्तुळाकार कक्षांत फिरत असतात, हा टॉलेमी याचा 'भूमध्य सिद्धांत' होय. कोपर्निकस याचा सूर्यमध्य सिद्धांत मांडला जाईपर्यंत टॉलेमीचा सिद्धांतच सर्वमान्य होता.



अठराव्या शतकाच्या प्रारंभापर्यंत न्यूटनच्या सिद्धांताची बिनचूकता शास्त्रज्ञांना पटू लागली. पुढे पुढे लप्लास नावाच्या शास्त्रज्ञाने ग्रहांच्या गतीचे अतिशय अवघड गणित न्यूटनच्या सिद्धांताच्या आधारे सोडवले. ग्रह केवळ सूर्याच्या गुरुत्वाकर्षणामुळेच फिरत नाहीत तर त्यांच्या परस्परांच्या आकर्षणामुळे देखील त्यांच्या कक्षांमध्ये बारीकसारीक बदल होतात हे लप्लासने दाखवून दिले शिवाय त्या वेळेपर्यंत माहीत असलेले चंद्रासारखे उपग्रह देखील लप्लासने आपल्या गणितात विचारात घेतले होते. असे

गणिताने भरलेले पाच खंडांचे होते लप्लासचे पुस्तक 'मेकॅनिक सेलेस्त'! हा ग्रंथराज त्या वेळच्या फ्रान्सचा सम्राट नेपोलियन बोनापार्टच्या दरबारी लप्लासने हजर केला तेव्हा नेपोलियनने विचारले, "ग्रहांबद्दलच्या ह्या उच्च संशोधनात आपण देवाचा उल्लेख केला आहे का?" तेव्हा लप्लास उत्तरला, "महाराज, त्या गृहीतकाची मला जरूरीच भासली नाही." याचा अर्थ ग्रहांच्या गतीमध्ये रहस्य कसलेही उरले नव्हते. सर्व प्रश्न न्यूटनचे सिद्धांत आणि त्यावरील गणिताने सोडवता येण्यासारखे होते. परंतु विज्ञानात सतत नवीन माहितीची भर पडत असते. नवे नवे प्रश्न निर्माण होतात आणि कधीकधी प्रस्थापित सिद्धांतात बदलही करावा लागतो. न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धांतापुढे असेच एक आव्हान उभे राहिले... गेल्या शतकात.

त्या आव्हानाची ही हकिकत.



युरेनसचे कोडे

बुधापासून शनिपर्यंतच्या ग्रहांच्या मालिकेत एका नवीन ग्रहाची भर पडली १७८१ मध्ये. ह्या ग्रहाचा शोध लावला ब्रिटनच्या प्रख्यात खगोलशास्त्रज्ञ विलियम हर्शल याने.

ग्रहांचा शोध... विशेषतः

सूर्यापासून लांब असलेल्या

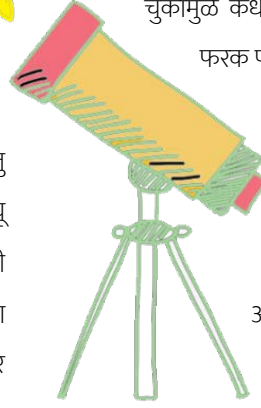
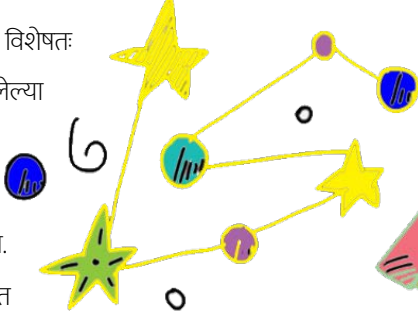
ग्रहाचा शोध लावणे

तितके सोपे नाही. ग्रह

स्वयंप्रकाशित नसतात.

सूर्याचा प्रकाश परावर्तित

होऊन ग्रहापासून आपल्याकडे आला तर ग्रह आपल्याला दिसतो. परंतु लांबच्या ग्रहापासून असा प्रकाश फारच कमी प्रमाणात आपल्यापर्यंत पोचू शकतो. वास्तविक युरेनस चे दर्शन १६९० साली इंग्लंडच्या शाही खगोलशास्त्रज्ञ (अॅस्ट्रॉनॉमर रॉयल) फ्लॅमस्टीड याने घेतले होते पण आपण एक नवीन ग्रह पाहतोय याची जाणीव त्याला झाली नाही. इतकेच नव्हे तर पॅरिसच्या ले मोनिये याने हा ग्रह आठ वेळा पाहिला. ग्रह असल्याने त्याची दिशा बदलत होती पण ले मोनियेचा असा समज झाला की आपण प्रत्येक वेळी एक वेगळाच तारा पाहात आहोत.



पण ह्या पूर्वीच्या नोंदींचा उपयोग युरेनसची कक्षा ठरवायला झाला. केप्लरने आखून दिलेल्या कक्षेबरोबरहुकूम युरेनस ही फिरतो आहे असे प्रथम वाटले पण पुढे अपेक्षित कक्षेत आणि ग्रहाच्या वास्तविक दिशेत फरक आढळून येऊ लागला, आणि ही तफावत कालानुसार वाढत जाते आहे असे दिसले.

सन १८४० पर्यंत ही तफावत दीड अंश कोनापर्यंत वाढली. निरीक्षकांच्या चुकांमुळे कधीकधी अपेक्षित आणि प्रत्यक्ष मिळालेल्या माहितीत फरक पडू शकतो. जर युरेनस ची निरीक्षणे थोडीच असती तर त्यांच्या अचूकतेबद्दल शंका घ्यायला हरकत नव्हती. परंतु ५-६ दशकांच्या निरीक्षणांतून दिसून येत असलेली तफावत नक्कीच दुर्लक्ष करण्यासारखी नव्हती. मग युरेनस च्या ह्या अनियमित गतीमागे काय रहस्य होते? ज्या न्यूटनच्या सिद्धांताने युरेनस ची कक्षा ठरवली जाते त्या सिद्धांतात काही उणीव असेल का?

अॅडम्सचा शोध

केंब्रिज विद्यापीठात ट्रिनिटी कॉलेजमध्ये आयझक न्यूटनने आपले महत्वाचे शोध लावले होते. त्या कॉलेजच्या शेजारीच सेंट जॉन्स कॉलेज आहे. तेथे जॉन कूच अॅडम्स नावाचा एक तरुण गणिताचा विद्यार्थी होता. युरेनस च्या कोड्यांवर त्याला नवीनच उत्तर सुचले.

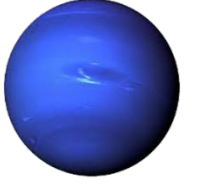
अॅडम्सने युरेनसची निरीक्षणे अचूक आहेत हे मान्य केले. त्याचप्रमाणे न्यूटनचा सिद्धांत हा बिनचूक असल्याचेही त्याने गृहीत धरले. मग आता कुठला पर्याय उरला? एखाद्या रहस्यकथेत मृत व्यक्तीचा खून झाला की आत्महत्या ह्या प्रश्नाचा 'खून' असा निष्कर्ष काढल्यावर आणि सर्व संशयित व्यक्ती निर्दोषी म्हणून निकालात काढल्यावर गुन्हा शोधणाऱ्यापुढे असाच प्रश्न उभा राहतो... खून कोणी केला?

ज्याप्रमाणे रहस्यकथेत अज्ञात खुनी शोधायचा असतो त्याप्रमाणे ह्या वैज्ञानिक रहस्याचे आकलन करायला अॅडम्सने कंबर कसली. युरेनसच्या अपेक्षित कक्षेत जे थोडेफार बदल घडत होते त्यामागे

युरेनसच्या जवळपास एक अज्ञात ग्रह असावा हा अॅडम्सचा तर्क होता. त्या ग्रहाच्या युरेनसवरील गुरुत्वाकर्षणामुळेच युरेनस च्या कक्षेत हे बदल घडून येत असणार. तर हा ग्रह कुठे सापडेल? अमुक ठिकाणी अमुक वस्तुमानाचा ग्रह असेल तर त्याचे युरेनसवरील आकर्षणाचे बळ इतके असेल आणि त्यामुळे युरेनसची कक्षा इतपत बदलेल हे गणित मांडून सांगता येते. इथे प्रश्न उलटा होता. युरेनसची कक्षा किती बदलते हे माहीत होते आणि त्या माहितीच्या आधारे हा नवा ग्रह कुठे आहे आणि त्याचे वस्तुमान काय आहे हे शोधून काढायचे होते. गणित कठीण असले तरी अॅडम्ससारख्या प्रतिभाशाली गणितज्ञाच्या आवाक्याबाहेर नव्हते. १८४५ साली हे गणित सोडवून त्याने ग्रह कोणत्या दिशेला सापडेल हे शोधून काढले.

युरेनस नंतर आपल्या ग्रहमालेत आणखी एका ग्रहाची भर पडणार होती... जर अॅडम्सचा युक्तिवाद बरोबर असेल तर!





अॅडम्सचे भाकीत पडताळून पहायला उत्तम दुर्बिणीची आवश्यकता होती, कारण नवा ग्रह सूर्यापासून लांबचा व निरीक्षणाने शोधून काढायचा होता.

स्वाभाविकच, अॅडम्सने इंग्लंडमधल्या दोन प्रमुख वेधशाळांकडे धाव घेतली. त्यावेळी इंग्लंडमध्ये दोन प्रसिद्ध वेधशाळा होत्या. एक खुद्द केंब्रिजमध्ये प्राध्यापक चॅलिस यांच्या हाताखाली होती. दुसरी होती ग्रीनिचमध्ये आणि तिचे संचालक होते शाही खगोलशास्त्रज्ञ एअरी. चॅलिस आणि एअरी दोघेही अनुभवी आणि नाणावलेले खगोलशास्त्रज्ञ होते. अॅडम्सने आपल्या गणितातून शोधून काढलेल्या दिशेने त्यांनी आकाशाची छाननी केली असती तर त्यांना नवीन ग्रह शोधल्याचे श्रेय मिळाले असते,

परंतु त्या दोघांनी अॅडम्सच्या आवाहनाकडे दुर्लक्ष केले! अॅडम्ससारख्या तरुण, अननुभवी शास्त्रज्ञाने काढलेल्या

निष्कर्षाला फारसे महत्त्व द्यावेसे त्यांना वाटले नाही. एअरीने किरकोळ बाबतीत अॅडम्सकडून खुलासा मागितला आणि तो मिळाला नाही म्हणून इतर साध्या निरीक्षणातच आपली दुर्बिणी गुंतवली. चॅलिस याने धीमेधीमेच चाल केली. अॅडम्सने सांगितल्याप्रमाणे त्याने वेध घेऊन नोंदी केल्या खऱ्या, परंतु त्यांचा अभ्यास करून त्यातून नवा ग्रह शोधून काढण्यात आळस केला. त्यामुळे नवा ग्रह सापडल्याची जाणीव त्याला झाली नाही.

लेव्हेरिये आणि नेपच्यून

१८४५-४६ च्या दरम्यान अॅडम्सने एअरी व चॅलिस यांना नवा ग्रह पाहण्याची विनंती केली. त्याच सुमाराला फ्रान्समधीत यू. जे. जे. लेव्हेरिये याने पण अॅडम्ससारखे गणित मांडून तसाच निष्कर्ष काढला. आपला निष्कर्ष लेव्हेरियेने बर्लिन वेधशाळेत गाल नावाच्या खगोल शास्त्रज्ञाला कळवला.

डॉ. गाल याने लेव्हेरियेच्या शोधाचे महत्त्व ओळखून लगेच नवीन ग्रहाच्या दिशेने आपली दुर्बिणी वळवली. लेव्हेरियेने सांगितलेल्या दिशेला तो नवीन ग्रह थोड्याशाच निरीक्षणानंतर गाल ह्याला सापडलाही. त्या ग्रहाला नेपच्यून हे नाव देण्यात आले.

नेपच्यून शोध जगजाहीर झाल्यावर त्याचे श्रेय अर्थातच लेव्हेरियेला मिळाले. फ्रान्स देशात त्याचा गौरव झाला. तेव्हा एअरी आणि चॅलिस खडबडून जागे झाले. आपल्याच एका तरुण देशबांधवाने हा शोध काही दिवस आधीच लावला होता व तो पडताळून पहायची



संधी आपण हलगर्जीपणाने घालवली याची त्यांना जाणीव झाली. अॅडम्सलाही अर्थातच चीड आली. नव्या ग्रहाच्या शोधात त्यालाही वाटा मिळायला पाहिजे होता. परंतु ती संधी आता गेली होती.

काही वर्षांनी मात्र अॅडम्सलाही नेपच्यूनच्या शोधाचं श्रेय देण्यात आलं. कारण त्याच्या देशबांधवांनी कागदपत्री असलेला पुरावा प्रसिद्ध करून अॅडम्सने नव्या ग्रहाचे भाकीत आधीच केल्याचे सिद्ध केले. नाही तरी एअरी आणि चॅलिस यांच्या हलगर्जीपणामुळे अॅडम्सचे नुकसान होणे योग्य नव्हतेच. थोडी कुरबूर करून फ्रेंच लोकांनीही हे मान्य केले. आज अॅडम्स आणि लेव्हेरिये दोघांना नेपच्यून शोधक मानले जाते. आणि तरुण शास्त्रज्ञांकडे अनुभवी शास्त्रज्ञांनी दुर्लक्ष करू नये हे तथ्य ह्या गोष्टीतून पुढे येते.

(किशोर, एप्रिल १९८७ मधून साभार)





उत्साहाचा निईर... अमोल सर...

प्रकाश करडभाजने

अमरावती इथे नागपूर विभागाच्या विज्ञान कार्यशाळेत माझी ओळख सिरोंचा आश्रम शाळेवर नुकत्याच रुजू झालेल्या अमोल कंकलवार सर यांच्याशी झाली. हे सर मला पाहताचक्षणी जरा थडपडे वाटले. सरांच्या ह्या थडपड्या वृत्तीचा परिचय त्यांच्या शाळेत गेल्यावर लगेचच आला. सिरोंचा आश्रमशाळेतील प्रत्येक कामात अमोल सरांचा वावर दिसून येतो. या व्यक्तीने आपला उत्साह संपूर्ण शाळेत भरला आहे. प्राथमिक शिक्षक म्हणून रुजू झालेले अमोल सर पाचवी, सहावी आणि सातवीसह आठव्या वर्गालाही शिकवतात.

या शाळेतील बहुतांश विद्यार्थी हे महाराष्ट्र - आंध्र प्रदेश सीमाभागातील आहेत तसेच तेलगु, गोंडी, माडिया अशी विविधता देखील असल्याने या शाळेत शिकवणे हे आव्हानात्मक काम ठरते. भाषेच्या समस्येमुळे सरांचे शिकवण्याचे प्रयत्न



तितकेसे फळास येत नव्हते. त्यामुळे सुरुवातीला अमोल सर विद्यार्थ्यांकडे आणि विद्यार्थी सरांकडे बघत बसायचे. सरांनी भरपूर प्रयत्न करून पाहिले आणि शेवटी भाषेची अडचण हेरून त्यावर काम करण्याचे ठरवले.



विद्यार्थी त्यांच्या भाषेत अवती भोवतीच्या वस्तुंना काय म्हणतात याची माहिती सरांनी करून घेतली. जसे, हवेला गोंडी भाषेत वळी तर तेलगू भाषेत गाली, पाण्याला-येरु, निलू, झाडे -मार्ग, चचेट्टू, नदी-कुरडे, गादारी, नाव-पोरल, पेरू इत्यादी... बरीच मुलं मराठी बोलताना अडखळतात तेव्हा सर त्यांच्याशी त्यांच्या भाषेत बोलण्याच्या थोडा प्रयत्न करतात. सरांच्या अश्या

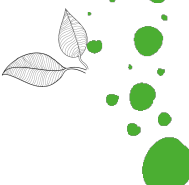


मनमिळाऊ वागण्याने विद्यार्थी देखील बोलते झाले आणि आपल्या मनातील भावना सरांकडे व्यक्त करू लागले. आमचे विद्यार्थी खूप मनमिळावू स्वभावाचे आहेत असे ते नेहमी म्हणत असतात. काही विद्यार्थ्यांना मराठी वाचता तर येतं पण आकलन होत नाही तर काहींना वाचता देखील येत नाही. पण अश्या जुजबी अक्षरओळख असलेल्या विद्यार्थ्यांना चांगले वाचता येणाऱ्या विद्यार्थ्यांसोबत बसवून त्यांच्यात वाचन कौशल्य विकसित करण्याचा सरांचा प्रयत्न सतत सुरू असतो. त्यांचा लेखनाचा सरावही सर करून घेतात.

सरांची पार्श्वभूमी विज्ञानाची नाही, तरीही ते विज्ञान शिकविण्यासाठी प्रयत्नशील असतात. अमरावती येथील विज्ञान कार्यशाळेवरून आल्या बरोबरच सरांनी शाळेतील विज्ञान पेटी बाहेर काढून त्या साहित्यांची सर्व

विद्यार्थ्यांना ओळख करून दिली. विज्ञान शिकविताना देखील विद्यार्थ्यांच्या भाषेचा वापर सर करतात. धारा विद्युत आणि चुंबकत्व, नैसर्गिक संसाधनांचे गुणधर्म अश्या अनेक पाठातील प्रत्येक प्रयोग ते मोठ्या संयमाने विद्यार्थ्यांकडून करून घेतात.

विद्यार्थ्यांना त्यांच्या सभोवताली काय दिसते? नदी, पर्वत, जंगल, जमीन, वृक्ष, पाणी. वर्गातील पंखा कसा फिरतो ? अनेक उदाहरणांच्या मदतीने शिकविण्याचा प्रयत्न सर करीत असतात. हवा कशी असते? ती दिसते का? जाणवते का? झाड सजीव कि निर्जीव? आपण सजीव कि निर्जीव? पान, फुले, खोड आणि मुळे अशा विविध वस्तू दाखवून सर शिकविण्याचा प्रयत्न करतात.



आदिवासी विद्यार्थ्यांचा निसर्गाशी खूप जवळचा संबंध आहे. आपल्यापेक्षा या विद्यार्थ्यांना याविषयी खूप जास्त माहिती आहे, असे त्यांचे प्रामाणिक मत आहे. पण पुस्तकी भाषेमध्ये ते आपल्यासमोर त्यांचे पूर्वज्ञान ठेवू शकत नाहीत, अशी खंत अमोल सर व्यक्त करतात. अडचण विषयाची नाही तर ती भाषेची आहे, असे म्हणणारे अमोल सर या समस्येस आनंदाने तोंड देऊ पाहतात. अमोल सरांनी एकलव्य फाउंडेशनकडून मिळालेल्या पुस्तकांची मांडणी एका छोट्याश्या खोलीत छान ग्रंथालय उभारून केली व फावल्या वेळेत ते मुलांकडून या पुस्तकांचे वाचन करून घेतात. ते विद्यार्थ्यांना

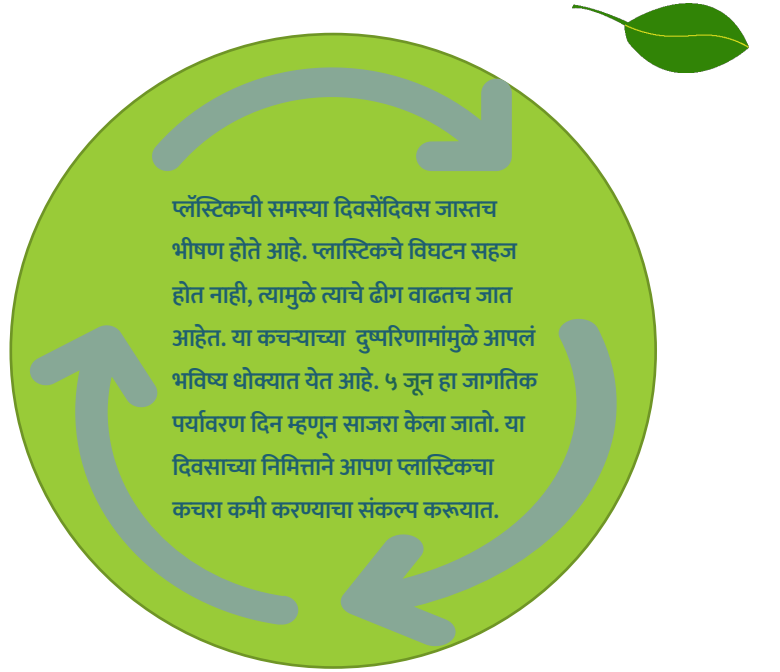
वाचण्यासाठी सतत प्रोत्साहित करित असतात. एखादा विद्यार्थी व्यसनांच्या आहारी तर गेला नाही ना याबाबत अमोल सर नेहमी दक्ष असतात व अश्या विद्यार्थ्याला योग्य ती समज देतात. इतर कामांच्या व्यापामुळे विद्यार्थ्यांचे नुकसान होऊ नये यासाठी सर रात्रीचे अतिरिक्त वर्गही घेतात. असा शिक्षक मला भेटला याचा फार - फार आनंद आहे.

प्रकाश करडभाजने, अकॅडमिक फिल्ड सपोर्ट पर्सन, अहेरी प्रकल्प (नागपूर विभाग)



तिरपा कटाक्ष

रीमा जयस्वाल



गणितातील सूत्रे लक्षात राहावीत म्हणून आश्रम शाळेतील विद्यार्थ्यांनी तयार केलेले उखाणे

- महादेवाच्या पिंडीसमोर उभा आहे नंदी आयताचे क्षेत्रफळ लांबी गुणिले रुंदी
- हिमालयातील काश्मीर म्हणजे भूगोलातील स्वर्ग चौरसाचे क्षेत्रफळ म्हणजे बाजूचा वर्ग



ओपन चॅलेंज क्वेश्चन

गणेश मालघन

भारतीय संस्कृतीचा आत्मा 'खेडे', आणि याच संस्कृतीचा, त्याच खेड्यातील, मी एक घटक, अर्थातच 'खेडूत'. सुशिक्षित मान्यवरांच्या भाषेतील हा परवलीचा शब्द. पण आता ह्या शब्दामागचे मागासलेपण पुसट झाले आहे. ह्या शब्दावर काही दिवसांपूर्वीच माझा विश्वास बसला आणि माझ्या नवनिर्मितीच्या कल्पनेला सुद्धा धक्का बसला. पण हा धक्का, हा अनुभव मला सुखावणारा होता. आनंद ह्या गोष्टीचा होता की, मी आणि माझे सहकारी 'एकलव्य फाउंडेशन' च्या माध्यमातून ज्या कार्यासाठी धडपडतो आहोत त्या कार्यास खेड्यातून सुरुवात झालेली आहे.

महाराष्ट्र राज्य आदिवासी विकास विभाग, महाराष्ट्र शासन आणि एकलव्य फाउंडेशन, भोपाळ यांच्या संयुक्त विद्यमाने सुरु करण्यात आलेल्या 'विज्ञान : जीवनाचा एक मार्ग' या प्रकल्पांतर्गत मी नाशिक विभागातील राजूर प्रकल्पांमधील मवेशी संकुलातील 'शासकीय माध्यमिक आश्रमशाळा, मवेशी' या ठिकाणी गेलो असता ह्या अनुभवाची प्रचीती मला आली. सदर आश्रम शाळेतील तत्कालिक माध्यमिक विज्ञान शिक्षक श्री. जे. ई. जाधव सर यांनी 'ओपन चॅलेंज क्वेश्चन' हा एक अभिनव उपक्रम राबवला होता ज्याची माहिती मी आज तुम्हाला देणार आहे.

'विज्ञान: जीवनाचा एक मार्ग' या प्रकल्पांतर्गत 'सवालीराम' हा एक उपक्रम राबविला जातो ज्यामध्ये विद्यार्थी आपल्या मनातील प्रश्न सवालीराम याच नावाने बनवलेल्या शाळेतील एका पेटीत टाकतात. ते प्रश्न वाचून त्यांची उत्तरे शिक्षक अथवा एकलव्य संस्थेतील तज्ञ व्यक्तींनी देणे अपेक्षित असते. कधी कधी आपल्या मनातील प्रश्न सर्वासमोर विचारायला घाबरणाऱ्या

विद्यार्थ्यांना आपले कुतूहल शमवण्यासाठी एक व्यासपीठ त्या अनुषंगाने मिळावे हा या उपक्रमाचा उद्देश असून एकलव्य संस्थेमार्फत हा उपक्रम विविध व्यासपीठांवर यशस्वी पणे राबविला गेला आहे. पण मवेशी आश्रमशाळेमध्ये

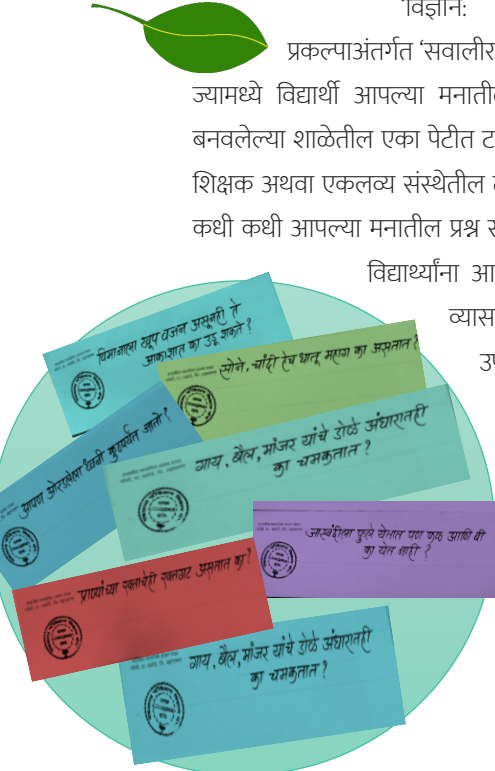
सुरुवातीला या उपक्रमास अत्यल्प प्रतिसाद मिळाल्याने जाधव सरांनी सवालीरामच्याच धर्तीवर 'ओपन चॅलेंज क्वेश्चन' हा उपक्रम सुरु केला.

'सवालीराम'च्या प्रश्नांची उत्तरे एकलव्यमार्फत विद्यार्थ्यांना लेखी स्वरूपात पाठवली जातात पण ह्याच उपक्रमाला सरांनी 'ओपन चॅलेंज क्वेश्चन' द्वारे एक जिवंत स्वरूप प्राप्त करून दिले आहे. सदर उपक्रमातून सरांनी मुलांना पडणाऱ्या असंख्य प्रश्नांचा संच तयार करून आणि मुलांच्या बुद्धिमतेला पचेल अशा भाषेत त्या प्रश्नांना उत्तरे देण्यास सुरुवात केली. या प्रश्नमंजुषेमध्ये विद्यार्थ्यांना वर्गात प्रश्न विचारायचा पर्याय उपलब्ध करून दिला. विद्यार्थ्यांनी विचारलेले प्रश्न सर लिहून घेतिल आणि संबंधित विद्यार्थी त्यावर सरांनी तयार केलेला 'ओपन चॅलेंज क्वेश्चन' चा शिक्का मारेल. त्यानंतर जमलेल्या अशा प्रश्नांना सर दोन दिवसात त्या विद्यार्थ्यांसमक्ष उत्तरे देतील. या पूर्ण प्रश्नमंजुषेअंतर्गत जो विद्यार्थी सर्वात जास्त प्रश्न उपस्थित करेल त्यास सरांकडून प्रोत्साहनात्मक पारितोषिक आणि एकलव्य फाउंडेशन समन्वयक म्हणून माझ्याकडून त्या विद्यार्थ्यांस तीन पुस्तकांचा संच प्रदान करण्यात येईल अशी हि कल्पना!

ह्या उपक्रमांतर्गत विद्यार्थ्यांच्या असामान्य प्रश्नांना उत्तरे देताना एकलव्य फाउंडेशनकडून आवश्यक ती मदत केली जाते. ह्या उपक्रमामुळे विद्यार्थी-शिक्षक संवाद, विद्यार्थ्यांची चिकित्सक वृत्ती, विचारक्षमता, जिज्ञासू बुद्धिमतेत प्रगती झाली आहे असे मला वाटते.

आज जरी जे. ई. जाधव सरांची बदली झाली असली तरी त्यांनी घेतलेली मेहनत इथे फळास आली आहे. सरांमुळे सर्व शिक्षकांनाही यातून प्रेरणा मिळाली असून विज्ञानाविषयी अतिशय पोषक वातावरण तयार झाले आहे. सदर शाळेतील आता कार्यरत असणारे शिक्षकही ह्या उपक्रमास विनाअडथळा राबवत आहेत. विद्यार्थ्यांमधील हा बदल अनुभवण्यासाठी प्रत्यक्ष शाळेला भेट दिलीच पाहिजे. एकलव्य फाउंडेशनचा एक सदस्य म्हणून मी श्री. जे. ई. जाधव सर आणि इतर सर्व शिक्षकांच्या अतुलनीय योगदानाबद्दल आणि त्यांच्यामुळे आम्हाला मिळालेल्या प्रेरणेबद्दल आभारी आहे.

गणेश मालघन, अकॅडमिक फिल्ड सपोर्टर्स, राजूर प्रकल्प (नाशिक विभाग)



ज्ञान वृद्धिंगत करणारा विज्ञान कोपरा...!

पुष्क रामराव राठोड

विद्यार्थी हे जन्मजात वैज्ञानिकच आहेत. कारण लहानपणापासूनच ते आपल्या आजूबाजूला घडत असलेल्या गोष्टी शिकण्यासाठी, जाणून घेण्यासाठी उत्सुक असतात. विविध गोष्टी शोधण्यासाठी व त्यामागील कारण जाणून घेण्यासाठी त्यांना सतत काहीना काही खटाटोप करतांना आपण सर्वांनी पाहिले असेलच. विद्यार्थ्यांना त्यांच्या शैक्षणिक अभ्यासक्रमांमध्ये त्यांच्या वर्गामध्ये अशी जागा मिळायला हवी, जिथे ते स्वतःहून काही प्रयोग करून पाहू शकतील. टाकाऊ वस्तु पासून काही मॉडेलस बनवू शकतील. निरीक्षण करू शकतील आणि प्रश्न तयार करू शकतील. याच विचारातून विज्ञान कोपऱ्याची संकल्पना समोर आली आणि याची सुरुवात शासकीय माध्यमिक आश्रम शाळा, कोथळी येथून झाली.

ध्वनी प्रकरणावरील काही प्रयोग विद्यार्थ्यांसोबत करत असताना त्यांच्या मधील काही मुलांनी पेपर कप पासून चार-पाच टेलीफोन बनविले. तुम्ही जे प्रयोग करता, मॉडेल बनविता ते प्रयोग संपल्यानंतर कुठे ठेवता असे सहज विद्यार्थ्यांना विचारले असता विद्यार्थ्यांनी सांगितले की, काही दिवस आम्ही त्या मॉडेल सोबत खेळतो आणि खराब झाले की त्याला फेकून देतो. तेव्हा विद्यार्थ्यांसोबत विज्ञान कोपरा ही संकल्पना मांडली. विद्यार्थ्यांना ही संकल्पना आवडली आणि मग लगेच विज्ञान कोपरा बनवण्याची तयारी सुरू झाली. विज्ञान कोपरा बनविण्यासाठी वर्गामधील एक ठिकाण निवडले आणि त्या विज्ञान कोपऱ्यामध्ये विद्यार्थ्यांनी बनविलेले विविध प्रकारचे पोस्टर लावण्यात आले. त्यामध्ये वनस्पती बदलची माहिती, पृथ्वीवरील वायूचे प्रमाण, फुलां बदलची माहिती, शास्त्रज्ञांची माहिती व प्रयोगशाळेच्या उपकरणांची माहिती इत्यादी गोष्टी आहेत.

शासकीय माध्यमिक आश्रम शाळा ह्या निवासी असल्यामुळे तेथे उपलब्ध होत असलेले साहित्य जसे दूध पॅकेट, प्लास्टिकच्या पिशव्या, स्ट्रॉ, बिसलेरी बॉटल, सेफ्टी पिन व कागदी पुठ्ठे इत्यादी साहित्य विद्यार्थ्यांनी गोळा करून वॉटर स्प्रींकलर, एअर पंप, फुग्यावर चालणारी नाव आणि कागदी पुठ्ठ्यापासून घर बनविले आहे. त्याच बरोबर



जमिनीमधील विविध थर दर्शविण्यासाठी बाटलीमध्ये विविध धान्याचा उपयोग करून मॉडल बनविले आहे.

विज्ञान कोपरा या संकल्पनेतून विद्यार्थ्यांना आता टाकाऊ पासून टिकाऊ वस्तू तयार करता येतात हे समजायला लागले आहे. विद्यार्थी आता चांगले मॉडेलस बनवून विज्ञान कोपरा समृद्ध करीत आहेत. हे विज्ञानाचे मॉडेल वर्गामध्ये येणारे जाणारे विद्यार्थी-शिक्षक हे सर्वजण पाहत असतात. यातूनच विज्ञानाची आवड विद्यार्थ्यांमध्ये निर्माण होताना आणि वैज्ञानिक दृष्टिकोन त्यांच्यामध्ये हळूहळू वृद्धिंगत होतांना दिसत आहे.

या प्रकारचे प्रयोग आम्ही अकोला प्रकल्पामध्ये शासकीय माध्यमिक आश्रम शाळा, मुसळवाडी, शासकीय माध्यमिक आश्रम शाळा, कोथळी व शासकीय माध्यमिक आश्रम शाळा, घाटबोरी या तीन शासकीय माध्यमिक आश्रम शाळांमध्ये केला आहे व तिथे विज्ञान कोपरा विद्यार्थ्यांच्या उत्स्फूर्त प्रतिसादातून सुरू केला गेलेला आहे. अपेक्षा आहे की पुढील शैक्षणिक सत्रामध्ये आपल्या बहुतांश आश्रमशाळांमध्ये या प्रकारचे विज्ञान साहित्य ठेवण्यासाठी विज्ञान कोपरे तयार होतील व तेथे विद्यार्थ्यांच्या विचारांना व विज्ञानाला चालना मिळेल.....!

(संकलन आणि लेखन: पुष्क रामराव राठोड, अॅकॅडमिक फिल्ड सपोर्ट पर्सन, पांढरकवडा प्रकल्प, नागपूर विभाग)

(प्रदीप रामचौरे आणि पूजा मुळे अॅकॅडमिक फिल्ड सपोर्ट पर्सन, अकोला प्रकल्प, अमरावती विभाग यांच्या अनुभावावर आधारित)



एक नवी मुरुवात ...

रघुनाथ वानखडे

'Science: A way of Life' हा प्रकल्प महाराष्ट्र राज्य आदिवासी विकास विभाग आणि एकलव्य संस्था, भोपाळ यांच्यात झालेल्या करारान्वये महाराष्ट्रातील अमरावती, नाशिक, नागपुर आदिवासी विभागात कार्यान्वित असलेल्या ४०० शासकीय आश्रमशाळा मध्ये चालू आहे. या प्रकल्पाद्वारे आश्रम शाळेतील इयत्ता ६ वी, ७ वी आणि ८ वीतील विद्यार्थ्यांना विज्ञान विषयाबद्दल आवड निर्माण व्हावी आणि त्यासाठी शिक्षकांनी अधिकाधिक कार्यकृती करून त्याद्वारे विद्यार्थ्यांना मार्गदर्शन करावे याकरिता प्रयत्न केले जात आहेत. मागील वर्षापासून विविध निवासी प्रशिक्षण, मासिक कार्यशाळा तसेच एकलव्य सहकाऱ्यांच्या नियमित भेटीद्वारे शिक्षकांना मार्गदर्शन केले जात आहे. या प्रकल्पाचे मुख्य आधारस्तंभ हे शिक्षक असून एकलव्य फाउंडेशन, भोपाळ यांच्या पश्चात प्रशिक्षित शिक्षकांनी आपल्या नव्या सहकाऱ्यांना मार्गदर्शन केले पाहिजे हा आपल्या प्रकल्पाचा हेतू आहे. त्या अनुषंगाने पहिले पाऊल धुळे प्रकल्पात पडले आहे.

नोव्हेंबर २७, २०१९ रोजी शासकीय माध्यमिक आश्रमशाळा, सुकापूर ता.साक्री जि.धुळे येथे साक्री विभागातील विज्ञान शिक्षकांसाठी एक दिवसीय कार्यशाळा ठेवण्यात आली होती. कार्यशाळेत माध्यमिक



शिक्षकांना प्रकाशाचे अपवर्तन या पाठावर मार्गदर्शन करण्यात आले.

या कार्यशाळेत शिक्षकांनीच इतर सहकाऱ्यांना मार्गदर्शन करावे असे आम्ही योजिले होते. कार्यशाळेसाठी परंपरागत पद्धती पेक्षा थोडी वेगळी पद्धती प्रयोग करण्यासाठी अनुसरून देखील त्याविषयी जाणून घेउन शिक्षक लगेचच मार्गदर्शन करण्यासाठी तयार झाले हे



उल्लेखनीय आहे. लोणावळा येथे शिक्षकांनी एकलव्यने आपल्या कार्यशाळांमध्ये इयत्ता नववी आणि दहावीचे प्रयोग तसेच पाठ घेण्याची विनंती केली होती. त्यामुळे आठवीतील अभ्यासक्रमाशी निगडीत नववी, दहावीच्या पाठावर केलेले मार्गदर्शन इयत्ता आठवीच्या विद्यार्थ्यांच्यादेखील अपरिहार्यपणे कामी येईल हा उद्देश्य ठेवून प्रकाश या संकल्पनेशी निगडीत प्रकाशाचे अपवर्तन आणि भिंजे व त्यांचे उपयोग हे पाठ घेतले गेले जे इयत्ता दहावीचे असून त्यातील तीन प्रयोग हे विद्यार्थ्यांना प्रयोग परीक्षेसाठी महत्वाचे असतात. सदर विषयाशी निगडीत प्रकाशाचे परावर्तन ह्या पाठावर मागील वर्षी एकदिवसीय कार्यशाळा घेतली गेली होती. प्रस्तुत पाठ कार्यकृतींच्या माध्यमातून रंजकपणे कसा शिकवता येईल यावर उपस्थितांना मार्गदर्शन करण्यात आले. सदर कार्यशाळेत प्रकाश ह्या संकल्पनेवर माहितीचे आदान प्रदान झाल्यावर काचेच्या चीपेतून प्रकाशाचे होणारे अपवर्तन हा प्रयोग करून घेतला गेला. पुस्तकात हा प्रयोग टाचण्या रोवून केलेला आहे. सदर प्रयोग प्रकाश किरणाचे एका माध्यमातून दुसऱ्या माध्यमात जाताना होणारे मार्गाचे विस्थापन (अपवर्तन) दाखवून देतो. पण टाचण्या रोवून ती अनुभूती मिळणे विद्यार्थ्यांना शक्य नसते. त्यामुळे पारंपारिक पद्धतीपेक्षा वेगळ्या प्रकारे आरशातून प्रकाश शलाका परावर्तित करून सदर प्रयोग केला गेला. टाचण्याचा प्रयोग हा प्रकाश किरणाचा मार्ग अप्रत्यक्षपणे दाखवतो पण आरश्यातून प्रकाश शलाका जाताना दिसत असल्याने विद्यार्थ्यांची समज बनविणे सोपे होऊन जाईल असा विचार करून ह्या प्रयोगात टाचण्या रोवण्याऐवजी प्रकाश शलाका वापरली गेली.

किरण प्रक्षेपित करण्यासाठी ३०, ४५ आणि ६० अंशाचे कोन घेतले गेले होते आणि त्यासाठी निर्गत कोनाचे निरीक्षण करून त्यांचे मार्ग वेगवेगळ्या आकृतींमध्ये आखले गेले. हवा या विरळ माध्यमातून काचेसारख्या घन माध्यमात जाताना प्रकाश किरण स्तंभिकेकडे झुकतो तर काच या घन माध्यमातून पुन्हा हवा या विरळ माध्यमात जाताना प्रकाश किरण स्तंभिकेपासून दूर जातो आणि हा निर्गत कोन हा आपतन कोनाच्या मापाइतकाच असतो. श्री. टी. जी. पाटील सर यांनी या प्रयोगाचे अनुमान आणि विवेचन यावर उपस्थित शिक्षकांना सरळ आणि सोप्या भाषेत मार्गदर्शन केले.



काचेच्या चीपेत समोरासमोरील बाजू समांतर असतात पण जर ह्या बाजू समांतर नसतील तर त्याचा अपवर्तनावर काय परिणाम होतो हे हाच प्रयोग प्रिझम सोबत करून सिद्ध होते. प्रिझमच्या प्रयोगात संपूर्ण आंतरिक परावर्तन आणि प्रकाशाचे अपस्करण देखील दाखवता येते ही आणखी एक खासियत. श्री. एस. डी. देसले सर यांच्या मदतीने श्री. टी. जी. पाटील सर यांनी सदर प्रयोगाचे विवरण देखील केले. यानंतर प्रकाशाचे संपूर्ण आंतरिक परावर्तन हे गढूळ पाण्यात लेझर किरण मारून एकलव्य टीम कडून केले गेले. लेसरचा प्रयोग बहुतांश शिक्षक शाळेत करून घेतात पण पाणी गढूळ करण्यासाठी दुध किंवा इतर गोष्टी वापरल्या जातात. एकलव्य टीमने पाण्यामध्ये डेटॉल मिसळून सदर प्रयोग करण्याची सोपी क्लृप्ती सांगितली.



प्रस्तुत सत्रात वापरलेल्या साहित्यातील काचेची चीप, बहिर्वक्र भिंग आणि मेणबत्ती ही एकलव्य फाउंडेशन, भोपाळ यांनी पुरवलेल्या विद्यार्थी तसेच शिक्षक विज्ञान पेटीत असून प्रिझम हे शिक्षक विज्ञान पेटीत आहेत. दोन्ही सत्रांमध्ये प्रश्नोत्तरे तसेच अनुभवाची देवाण घेवाण झाली. धुळे प्रकल्पातील शिक्षकांनी आपल्या उपस्थित सहकार्यांना मार्गदर्शन करून आपला प्रकल्प एक पाउल पुढे नेलेला आहे. ही नवी सुरुवात आल्हाददायक असून आता एकलव्य संस्था पुढील पायरी गाठण्यासाठी अश्या शिक्षकांना निवासी कार्यशाळेत मार्गदर्शन करण्यासाठी IIT, होमी भाभा सायन्स सेंटर तसेच देशाच्या विविध भागातून येणाऱ्या तज्ञ मार्गदर्शकांसोबत कार्य करण्याची संधी उपलब्ध करून देण्याचा विचार करीत आहे. यामुळे सदर शिक्षकांना तज्ञ मार्गदर्शकांकडून मिळणारा ज्ञानाचा साठा एकलव्य संस्थेपश्चात आपल्या सहकार्यांना अविरोधपणे देता येईल. प्रस्तुत कार्यशाळांसाठी शासकीय माध्यमिक आश्रमशाळा, सुकापूर येथे उत्तम व्यवस्थापन शाळेमार्फत केले गेले.

(सदर लेख हा धुळे येथील क्लस्टर मिटिंगच्या अहवालावर आधारलेला आहे.)

रघुनाथ वानखडे, अकॅडमिक फिल्ड सपोर्ट पर्सन, तळोदा प्रकल्प (नाशिक विभाग)



प्रकाश हा पाठ प्रकाशकिरणांचा मार्ग आखल्याविना अधुरा राहतो. वरील दोन्ही प्रयोगात किरण मार्ग रेखाटण्याची संधी शिक्षकांना दिली गेली. भिंगे आणि त्यांचे उपयोग यातील द्विबहिर्वक्र भिंगाचे नाभीय अंतर काढणे आणि त्यातून प्रतिमा निर्मिती करण्याचा प्रयोग केला गेला. द्विबहिर्वक्र भिंगाचे नाभीय अंतर भिंतीवर प्रतिमा निर्मिती करून पट्टीच्या सहाय्याने मोजले गेले मग एक मेणबत्ती पेटवून तिच्या ज्योतीच्या प्रतिमा ह्या पडद्यावर भिंगाच्या पलीकडच्या बाजूस मिळवल्या गेल्या. भिंग आणि मेणबत्ती यांच्यामध्ये नाभीय अंतराच्या दुप्पट अंतर, नाभीय अंतराच्या दुप्पट अंतरापेक्षा अधिक अंतर आणि नाभीय अंतराच्या दुप्पट अंतर आणि नाभीय अंतर याच्या मधील अंतर इतकी अंतरे ठेवून शिक्षकांकडून प्रतिमानिर्मिती करून घेतली गेली. मग प्रकाश किरण आखण्याचे नियम सांगून प्रतिमा निर्मितीच्या स्थानांचा पडताळा घेतला आणि या प्रयोगाचे विस्तृत विवेचन श्री. बालाजी उडतेवार सर यानी फव्वावर कोष्टक मांडून व्यवस्थित पणे केले.



कपाळावरील टिकली बनली इलेक्ट्रॉन

सचिन सक्सेना

अनुवाद- पल्लवी सोनावणे

इयत्ता आठवीच्या रासायनिक परिवर्तन व रासायनिक बंध या पाठांची तयारी करत असताना अचानक माझ्या मनात असा विचार आला की विद्यार्थ्यांना अणु आणि इलेक्ट्रॉन याबद्दल खरंच काही माहित असेल काय? ही गोष्ट माझ्या मनात येण्याचे कारण असे कि, रासायनिक परिवर्तन समजवण्यासाठी आपण भरपूर रासायनिक अभिक्रिया आणि प्रयोग करू शकतो, पण जेव्हा रासायनिक बंध शिकवण्याची वेळ येते त्यावेळेस

मुलांना अणूचे इलेक्ट्रॉन संरूपण, मूलद्रव्याची संयुजा आदि मुलभूत गोष्टींचे ज्ञान असणे अधिक गरजेचे आहे. परंतु अणूचे इलेक्ट्रॉन संरूपण मुलांना कशा प्रकारे समजावायचे हे मला समजत नव्हते. ही गोष्ट साध्य झाल्यास अणूला अष्टक किंवा द्विक स्थिती केव्हा प्राप्त होते वगैरे संकल्पना मला चांगल्या प्रकारे समजावता येतील असे वाटत होते. यावर शासकीय माध्यमिक आश्रमशाळा मरेगाव, चंद्रपूर प्रकल्प (नागपूर विभाग)



येथील इयत्ता आठवीच्या विद्यार्थ्यांसोबत प्रायोगिक तत्वावर काम करण्याचे योजले. याबाबत आदल्या दिवशी शाळेतील दोन्ही विज्ञान शिक्षक श्री गजभिये सर आणि हातझाडे सर यांच्यासोबत बोललो होतो. त्यामुळे श्री गजभिये सर यांनी आठवीच्या विद्यार्थ्यांना हा पाठ शिकवण्याचे निश्चित करून ठेवले.



त्यानंतर $2n^2$ हे सूत्र बोर्डवर लिहिल्यावर सर्व विद्यार्थ्यांना विचारले की K, L, M, N मध्ये किती इलेक्ट्रॉन असतात? सूत्राचा वापर करीत सर्व विद्यार्थ्यांनी सांगितले की K कवचा मध्ये २, L कवचा मध्ये ८, M कवचा मध्ये १८ आणि N कवचा मध्ये ३२ इलेक्ट्रॉन राहू शकतात. या दरम्यान गजभिये सर आणि हातझाडे सरांनी मुलांना सांगितले की, ही इलेक्ट्रॉनची संख्या त्या त्या कवचाची कमाल धारण क्षमता आहे आणि सर्व कवचांची ऊर्जा ही इलेक्ट्रॉनच्या संख्येनुसार वाढत जाते. त्यानंतर फळ्यावर कार्बन मूलद्रव्याच्या अणुचे उदाहरण समजवण्यासाठी घेतले आणि सांगितले की जर कार्बनचा अणू अंक ६ असेल तर पहिल्या K कवचामध्ये किती इलेक्ट्रॉन असतील? काही विद्यार्थिनी पटकन म्हणाल्या की, K कवचामध्ये २ इलेक्ट्रॉन असतील आणि बाकीचे L कवचा मध्ये असतील. या नंतर दिलेले क्रिष्टोनचे उदाहरण देखील पटकन पूर्ण केले गेले.

मला फळ्यावर क्रिष्टोनच्या अणुचे चित्र बरोबर काढता आले नाही पण हातझाडे सरांनी मात्र बरोबर चित्र काढले आणि सर्वांना सांगितले की प्रत्येक कवचामध्ये दोन इलेक्ट्रॉन मध्ये असणारे अंतर हे नेहमी समान असते. मग क्रिष्टॉनच्या शेवटच्या N कवचामध्ये ८ इलेक्ट्रॉन येत असल्याने इथे विद्यार्थ्यांसोबत अणुचे अष्टक पूर्ण होण्याबाबतची चर्चा करण्यात आली. अशी मूलद्रव्ये ते कोणाशीच अभिक्रिया करत नसल्याने त्यांना 'निष्क्रिय वायू मूलद्रव्ये' म्हणतात.



वर्गामध्ये सुरुवातीला सर्व विद्यार्थ्यांना अणूचे अंतरंग या पाठातील बोहर (Bohr's) च्या अणुप्रारूपावर आधारित माहितीची दोन-तीन पाने वाचायला लावली. वर्गामध्ये एकूण १२ मुले आणि २१ मुली होत्या, त्यांचे पाच गट बनविले. मग फलकावर अणूचे चित्र काढून मुलांना विचारलं की, तुम्हाला याबद्दल काय माहिती आहे? दोन तीन विद्यार्थिनींनी उत्तर दिले की अणुच्या केंद्रात प्रोटॉन आणि न्यूट्रॉन असतात आणि केंद्रकाच्या बाहेर इलेक्ट्रॉन देखील!

या नंतर झालेल्या सामूहिक चर्चेमध्ये सांगितले की, इलेक्ट्रॉन हे वर्तुळाकार कक्षेमध्ये केंद्रकाच्या भोवती फिरत असतात आणि वैज्ञानिक 'बोहर' च्या अणुप्रारूपानुसार इलेक्ट्रॉन स्थायी कवचामध्ये परिभ्रमण करत असतात. अणू केंद्रकाच्या सर्वात जवळ असलेल्या कवचाला पहिले कवच त्यानंतरच्या कवचाला दुसरे कवच म्हणतात आणि हे क्रमांक 'n' (n=१, २, ३, ४) या संज्ञेने दर्शवतात. या n क्रमांकानुसार कवचांना K, L, M, N...या संज्ञांनी संबोधित करतात. प्रत्येक कवचामध्ये जास्तीत जास्त $2n^2$ या सूत्रापासून मिळवलेल्या संख्येइतके इलेक्ट्रॉन राहू शकतात हे सारे फळ्यावर काढलेल्या एका चित्राद्वारे समजावले.



आधुनिक आवर्तसारणी मध्ये अशी 'निष्क्रिय वायू मूलद्रव्ये' (हेलियम ते रेडॉन) एका बाजूला दिसतात.

हि चर्चा संपल्यानंतर आता सर्व गटाला पाच पाच सीडींचे वाटप केले. या सीडींवर मध्यभागी असणाऱ्या वर्तुळास K कवच मानून विद्यार्थ्यांना उर्वरित L, M, N कवचे बनवायची होती. सर्व विद्यार्थ्यांनी सांगितल्याप्रमाणे पेन्सिल आणि डिव्हायडरच्या मदतीने तीन वर्तुळे बनवली परंतु सीडीवर पेन्सिल स्पष्ट दिसत नसल्याने परमनंट मार्करच्या साहाय्याने हे काम करण्यात आले. इलेक्ट्रॉन दर्शवण्यासाठी कपाळावर लावायच्या टिकल्या सर्व गटात वाटण्यात आल्या.

सर्व गटांना एका कागदावर दहा-दहा मूलद्रव्यांच्या फक्त संज्ञा लिहून दिल्या होत्या. सर्व गटातील विद्यार्थ्यांनी दिलेल्या संज्ञेनुसार मूलद्रव्याचे नाव आणि त्याचे अणू अंक हे वर्गात लावलेल्या आवर्तसारणी मधून शोधायचे होते. सर्व गटांनी हळूहळू यावर काम सुरू केले. मग अणु अंकानुसार सर्व इलेक्ट्रॉन म्हणजे कपाळावर लावणाऱ्या टिकल्यांना कवचामध्ये चिकटवू लागले. काम पूर्ण होताच विद्यार्थी वर्गात असणाऱ्या शिक्षकांना बोलावून बनवलेली अणू संरचना दाखवून "सर आम्ही बरोबर केले आहे ना?" असे विचारू लागले.



त्यानंतर सर्व गटांमध्ये एकूण किती इलेक्ट्रॉन आहेत त्या आधारावर वेगवेगळ्या मूलद्रव्यांच्या अणू संरचना बनवायला सांगितले. उदाहरणार्थ एका गटाकडे ४३ इलेक्ट्रॉन होते तर त्या गटांनी हायड्रोजन,

हेलियम, ऑक्सिजन, सोडियम आणि स्कॅंडीअमची अणू संरचना बनवली आणि अश्याच प्रकारे सर्वच गटांनी आपापल्या जवळ असणाऱ्या इलेक्ट्रॉन संख्यांच्या आधारे पाच पाच मूलद्रव्यांच्या अणू संरचना बनवल्या.

त्यानंतर सर्व गटांना मोठा अणू अंक असलेल्या एकेका मूलद्रव्याची संज्ञा देण्यात आली. त्यानुसार सर्व गटांनी आधुनिक आवर्तसारणी मधून ती ती मूलद्रव्ये आणि त्यांचे अणू अंक शोधून काढले. आता मात्र टिकल्यांच्या कमतरतेमुळे अणू संरचना पूर्ण करण्यासाठी सर्व गट एक दुसऱ्याकडून इलेक्ट्रॉन उधार घेत होते. वर्गाचे वातावरण त्याने अधिकच मजेदार झाले. आपले कार्य पूर्ण झाल्यावर विद्यार्थ्यांच्या चेहऱ्यावर समाधानाची भावना निर्माण झालेली दिसत होती, त्यामुळे शिक्षक आणि मी खूप खुश होतो.

ही सर्व कार्यकृती करत असतांना असे लक्षात आले की, आधुनिक आवर्तसारणी मधून विद्यार्थ्यांना मूलद्रव्याचे संकेत आणि मूलद्रव्याचे अणू अंक ओळखणे हे आपण सोप्या पद्धतीने समजावू शकतो. आता एकदा मुलांना इलेक्ट्रॉन संरूपण समजले तर मूलद्रव्याची संयुजा इलेक्ट्रॉन संख्या आणि मूलद्रव्याची संयुजा यामध्ये असणारे संबंध वेगवेगळ्या कृतीद्वारे सोप्या पद्धतीने समजाऊ शकतो. खरोखर हे सत्र खूपच मजेदार झाले.

सचिन सक्सेना, अकॅडमिक फिल्ड सपोर्ट पर्सन, चिमूर प्रकल्प (नागपूर विभाग)

अनुवाद : पल्लवी सोनावणे, अकॅडमिक फिल्ड सपोर्ट पर्सन, नाशिक प्रकल्प

(नाशिक विभाग)



ईश्वरचे बोल...

ईश्वर दुअल्या राऊत

संपादन - भाग्यश्री मेशकर

शीर्षक वाचून हा एखादा धार्मिक लेख असल्याचे समजू नका. ईश्वर हा शासकीय माध्यमिक आश्रमशाळा, अलिबिहीर, येथील विद्यार्थी आहे. त्याने अनुभवलेल्या आणि शिकलेल्या प्रयोगांबद्दल स्वतःच्या शब्दांत मांडणी केलेली आहे. वाचूया ईश्वर या आपल्या बालमित्राचे अनुभव त्याच्याच शब्दात.



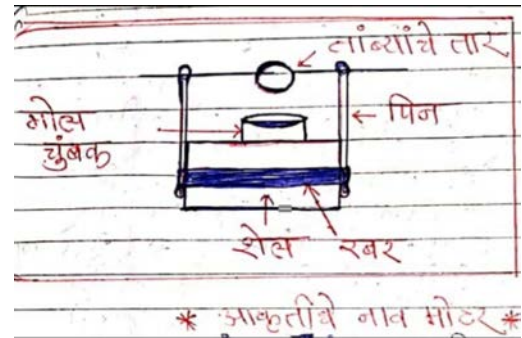
माझे नाव ईश्वर दुअल्या राऊत, गाव- डाब (मोलापाडा), तालुका - अक्कलकुवा, जिल्हा - नंदुरबार. मी शासकीय माध्यमिक आश्रमशाळा, अलिबिहीर, तालुका-अक्कलकुवा, जिल्हा-नंदुरबार येथे इयत्ता आठवीत शिकत आहे. माझे आवडते विषय सामान्य विज्ञान, मराठी, गणित, तसेच मला चित्र काढायला सुद्धा आवडतात. मला सामान्य विज्ञान हा विषय खूप आवडतो. प्रयोग पेटी आली तेव्हापासून जास्त आवडायला लागला. याचे कारण कि मला प्रयोग करायला खूप आवडते आणि प्रयोग करताना खूप मजा येते. मला असं वाटतं की रोज प्रयोग करायला पाहिजे. मोठे होऊन मी काहीतरी नवीन शोध घेऊ शकतो. माझं स्वप्न शिक्षक होण्याचं आहे आणि मी शिक्षक होणार.

प्रयोग १ :

सुरुवातीला रघुनाथ सरांनी एक प्रयोग करून दाखवला होता. तेव्हा त्यांनी सांगितलं होतं कि सगळ्यांनी एक सेल (बॅटरी), 2 पिना, बल्ब, रबर घ्या. रबराच्या मदतीने दोन पिना सेलच्या दोन टोकांवरती लावायला सांगितले. तांब्याचा तार घेऊन तो पेन्सिल वरती गुंडाळायला सांगितले आणि तो दोन्ही टोकाला घासायला सांगितले. घासलेल्या तांब्याच्या तारा दोन्ही पिनांच्या छिद्रांमध्ये ठेवायला सांगितले आणि ते गोल चुंबक सेल वरती ठेवायला सांगितले. तेव्हा मी विचारलं हे काय आहे? तेव्हा सरांनी सांगितले आपण जे बनवले आहे ते मोटार आहे. नंतर सरांनी विचारलं कोणा-कोणाची मोटर फिरत आहे? तेव्हा मी पहिल्या नंबरवर सांगितलं की माझी मोटर फिरत आहे. नंतर त्यांनी विचारलं हे का बरं फिरत असेल? तेव्हा मी सांगितले करंट जाते म्हणून फिरते. लगेच मला प्रश्न पडला पण हे का बरं फिरते? तेव्हा सरांनी सांगितले की हे बघ आपण सेलला पिना जोडल्या आहेत, त्याच्यामध्ये तांब्याचा तार ठेवला आहे. या तांब्याच्या तारांमध्ये चुंबकत्व तयार होते. चुंबकाला दोन ध्रुव असतात, एक S आणि एक N. जेव्हा S आणि S किंवा N आणि N जवळ घ्यायचा प्रयत्न करतो तेव्हा ते जवळ येत नाहीत. जेव्हा N आणि S जवळ घेतो तेव्हा ते जवळ येतात. तसेच ढकलल्यामुळे ती जवळ येत नाहीत परत तेच जवळ येते व ही क्रिया वारंवार घडत असते. तांब्याच्या तारा फिरू लागतात. रघुनाथ सरांनी बनवून दाखवले होते त्याची आकृती अशी होती.

ही आकृती सरळ जोडून बनवली होती मी आणि पहिल्यांदा बनवली होती.

आकृतीचे नाव मोटर



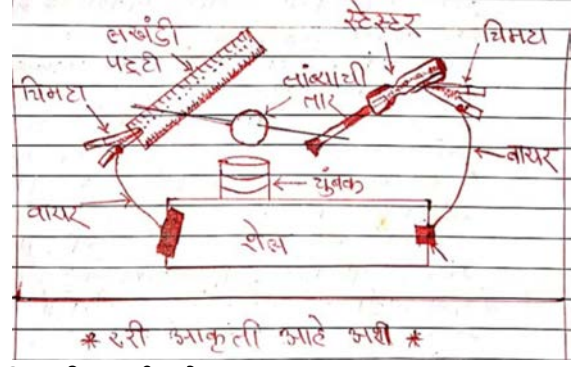
वरचं सगळं हे सुरुवातीला घडलेलं होतं.



दुसरा प्रयोग :

आमच्या वर्गावर नाईक सर आले, त्यांनी विचारले, कोण-कोण प्रयोग करणार आहे? तेव्हा मी पहिला नंबर हात वरती केला. त्यांनी विचारले, तुझा कोणता प्रयोग आहे? मी मोटर बनवणार आहे असे सांगितले. तेव्हा सर म्हणाले, सगळ्यांनी भाग घेतला पाहिजे. आपल्याला एखादी संधी मिळाली की संधीचा लाभ घेतला पाहिजे. अशी संधी तुम्हाला रोज रोज मिळणार नाही. मी सरांना बांधकामात वापरल्या जाणाऱ्या तारा आणायला सांगितले. मी सरांना सेल हवे आहेत हे पण सांगितले. मी माझ्या प्रयोगाला सुरुवात केली. बांधकामात वापरल्या जाणाऱ्या तारेला मी सेप्टी पिनसारखे तयार केले. एक सेल आणि एक रबर घेतला. नंतर तांब्याचा तार सेल सोबत गुंडाळून बांधून दिला. दोन्ही बाजूला घासून बांधकाम तारांमध्ये लावला. सेलवरती गोल चुंबक ठेवला मग चालू करून बघितले तेव्हा मी बराच प्रयत्न केला, पण ती मोटर चालू झाली नाही. तेव्हा मी सरांना सांगितलं सर मोटर फिरत नाही आहे. त्यानंतर मी लगेच सेल काढला आणि लगेच जिभेला लावून बघितले पण मला करंट लागला नाही. तेव्हा सरांना सांगितले सर हा सेल संपला आहे. तेव्हा सरांनी नवीन सेल काढून दिला. नवीन सेलला पण मी जेव्हा लावून बघितलं, तेव्हा पण मला करंट लागला नाही. मी सरांना सांगितले की, सर सगळे सेल खराब आहेत. तेव्हा सरांनी सांगितले की तसं काही झालेलं नाही आहे. बाकी सगळे बल्ब पेटत आहेत ना. मग मी पण होल्डर काढला. होल्डरला लाईट लावली मग टेस्टरने वायर जोडून लाईट पेटवून बघितला. तेव्हा सरांना सांगितले की सर सेल खराब झाले नाही माझी मोटर चालत नाही आहे. तेव्हा मला प्रश्न पडला की बांधकाम तारेमधून विद्युत वाहत नाही. कारण या तारेवर कलर लावला आहे, आणि त्यामुळे चालणार नाही हे माहित पडले. मग मी वायर घेतले, सेल घेतले. वायर असेल सोबत रबर ने जोडून घेतले चिमट्याने वायर जोडले. आणि सेल वरती गोल चुंबक ठेवले. नंतर तांब्याचा तार चिमट्यामध्ये ठेवलं, मग फिरवून बघितले. तरी पण फिरायला तयार नाही. मग मला प्रश्न पडला की हे काय? याच्यामध्ये फिरणार नाही, हे काय मोकळ्या जागेमध्ये फिरणार आहे, असा विचार आला. त्यानंतर मी एक लोखंडी पट्टी घेतली. त्या पट्टीला चिमट्या सोबत जोडली. एका बाजूने टेस्टर सोबत जोडले. त्यानंतर तांब्याची तार घेतली. तांब्याच्या तारेचे एक टोक पट्टी वर आणि एक टोक टेस्टरवर ठेवलं आणि त्यानंतर लगेच मोटर फिरायला लागले. मोटर फिरायला लागली असे सरांना सांगितले. तेव्हा सर पण माझ्याकडे बघून हसत हसत आले तेव्हा मी खूप खुश झालो.

त्या प्रयोगाची आकृती खाली दिलेली आहे. मी हि मोटर माझ्या मनाने चालू केली होती. हि आकृती पहा आणि निरीक्षण करा. पहिल्या प्रयोगातील आकृती पहा आणि हि आकृती पहा यांमध्ये काय फरक दिसतो ते बघा आणि सांगा.



हि दुसरी आकृती आहे.

हि आकृती मी खूप प्रयत्न केल्यानंतर बनवली आहे. हि आकृती बनवायला कमीत- कमी १५ मिनिटे तरी लागली असणार मला. तीन - चारदा तरी बनवून बघितले तेव्हा मला सुचले.

तिसरा प्रयोग :

ज्या ज्या विद्यार्थ्यांनी विज्ञान प्रदर्शनमध्ये भाग घेतला असेल त्यांनी टीव्हीच्या खोलीमध्ये जा असे सांगितले होते. तेव्हा आम्ही टीव्हीच्या खोलीमध्ये गेलो. माझ्या सोबत दोन मुली होत्या, त्या सांगत होत्या - आम्हाला पण जोडून दाखव ना! तेव्हा आम्ही त्यांना प्रयोग जोडून दाखवला. मग त्यांनी विचारल्यावर मी त्यांना माहिती सांगितली. एकसर जोडणी व समांतर जोडणी अशा दोन प्रकारच्या जोडणी जोडून दाखवल्या. मग आम्हाला एकेक कागद दिला, त्या कागदावरती शाळेचे नाव टाकायला सांगितले. नंतर प्रयोगाचे नाव, त्याच्या खाली साहित्य, त्याच्या खाली माहिती हे सगळं लिहायला सांगितले. मग मी ते लिहायला सुरुवात केली. मला लिहिण्यात खूप अडचणी आल्या, पण मी ते लिहिले. माझे लिहून झाल्यानंतर मला एका मुलीने तिच्या प्रयोगाची माहिती लिहून दे असे सांगितले. मी लिहिणार नाही असे तिला सांगितले, पण ती एकायला तयार नव्हती. नंतर मी तिला लिहून दिले तेव्हाच ती तिथून गेली. लिहून दिले नसते तर ती माझ्यापासून दूर गेली नसती व मला डिस्टर्ब करतच राहिली असती. सगळे झाल्यानंतर मी माझ्या प्रयोगाची तयारी केली. तांब्याच्या तारांचा लव तयार केला. तो लव फिरवायचा ठरवला. दुसऱ्या दिवशी विज्ञान प्रदर्शन शनिवारच्या दिवशी होते. सगळी तयारी झाली होती.

आमच्या शाळेतले सगळे विद्यार्थी बघायला आले तेव्हा ते विद्यार्थी त्याची माहिती विचारायला लागले. तेव्हा मला सांगता येत नव्हते. लगेच मुख्याध्यापक सर आले त्यांनी माहिती विचारली. तेव्हा मी त्यांना प्रयोगाची माहिती वाचून सांगितली, कारण मला तोंडी सांगता येत नव्हते. पण रघुनाथ सरांनी 'तू प्रयोगांमध्ये काय केले तेवढेच सांगायचे आहे' असे सांगितले तेव्हा माझी प्रगती वाढली. जेव्हा लोक मला माहिती



विचारत होते तेव्हा मला खूप खूप चांगले वाटायचे. जेव्हा मला कोणी माहिती विचारत नव्हते तेव्हा वाईट वाटत होते. तो दिवस मला खूप आवडला होता. सगळीकडे एक बाजार भरल्यासारखं वाटत होतं. असे विज्ञान प्रदर्शन वर्षातून तीन चारदा तरी घ्यायला पाहिजे असे मला वाटत होते. एवढे बोलून मी थांबत आहे.

ईश्वर दुअल्या राऊत , शासकीय माध्यमिक आश्रमशाळा, अलीविहीर (तळोदा प्रकल्प, (नाशिक विभाग).

संपादन- भाग्यश्री मेशकर, ॲकॅडमिक फिल्ड सपोर्ट पर्सन, गडचिरोली प्रकल्प (नागपूर विभाग)



शिक्षकांचे अनुभव

नामांकित शाळेचे विज्ञान शिक्षक सुद्धा माझे मत घेतात...

व्ही. आर. एडके



मी व्ही. आर. एडके, शासकीय माध्यमिक आश्रम शाळा ब्राह्मणी तालुका कन्नड जिल्हा औरंगाबाद येथे माध्यमिक विज्ञान शिक्षक म्हणून कार्यरत आहे. एकलव्य फाउंडेशन, भोपाळ यांच्याविषयी मी माझे प्रामाणिक मत येथे व्यक्त करत आहे.

एकलव्य फाउंडेशन, भोपाळ यांच्याशी संबंध येण्यापूर्वीही मी अध्यापनाचे काम करत होतो. त्यावेळी अध्यापन करताना पुस्तकी ज्ञानावर जास्त भर असायचा. प्रात्यक्षिके, प्रयोगशाळा हे शक्यतो टाळण्याचा प्रयत्न असायचा. त्याचे कारण असे असायचे की, प्रयोगासाठी आवश्यक साहित्य कमी असायचे आणि आम्ही सुद्धा काही प्रयोग अगोदर करून पाहिले तर त्यांचे रिझल्ट वेगळे यायचे. काही संकल्पना आमच्या सुद्धा क्लियर नसायच्या, साशंकता असायची. जसे की, रोधांची जोडणी, भौतिकशास्त्राच्या काही संकल्पना इत्यादी. पण म्हणतात ना 'अज्ञानात गोडपणा' अशा पद्धतीने काम चालू होते. पण प्रात्यक्षिकाशिवाय विज्ञान विद्यार्थ्यांना एखाद्या काटेरी वनातून काढलेली सहल असाच अनुभव वाटत असेल.

एकलव्य फाउंडेशन, भोपाळ हे प्रबोधिनी अमरावती येथे सहा दिवसांचे प्रशिक्षण देणार आहेत असे पत्र येऊन थडकले. वाटले नेहमीच्या प्रशिक्षणाप्रमाणे सहा दिवस कसे तरी मनावर दगड ठेवून काढावे लागतील. पण प्रत्यक्षात प्रशिक्षण स्थळी पोहोचल्यावर तेथील अनुभव खूप वेगळा होता. तेथे काही तज्ञ मार्गदर्शक भेटले. शुद्ध हिंदी संभाषण काय असते हे त्यांना भेटल्यावर कळले. हे प्रशिक्षण अगदी आगळेवेगळे होते.

प्रशिक्षणार्थीचे ग्रुप केले होते आणि त्यामध्ये एक एकलव्य फाउंडेशनचा सदस्य असायचा.

प्रशिक्षणामध्ये आयआयटी (मुंबई), भाभा अणु संशोधन संस्था इत्यादी नावाजलेल्या संस्थांमध्ये काम केलेल्या तज्ञ मार्गदर्शकांनी आम्हाला मार्गदर्शन केले. आमच्या अनेक संकल्पना त्यांनी क्लियर केल्या. 'कबाड से जुगाड' या तत्वाचा कसा वापर करायचा हे पण शिकवले. एक नवी प्रेरणा आणि ऊर्जा आम्हाला या प्रशिक्षणाने मिळाली.



या प्रशिक्षणाचा उपयोग आम्ही शाळेमध्ये केला. विद्यार्थ्यांना पण प्रत्यक्ष ते करताना मजा येत होती. त्यांना विज्ञानाची आवड लागली, त्यांच्यामध्ये जिज्ञासा जागृत झाली होती. यामध्ये मोठा रोल होता तो 'विज्ञान पेटी' चा. विज्ञान पेटी मिळाल्यामुळे विद्यार्थ्यांना विज्ञान साहित्याची ओळख झाली त्यामुळे वेगवेगळे प्रयोग करणे शक्य झाले. केवळ प्रशिक्षण देऊन एकलव्य फाउंडेशन थांबले नाही तर, वर्षभरासाठी कार्यक्रम आयोजित केला. शिक्षक, विद्यार्थी आणि एकलव्य फाउंडेशनचा समन्वयक यांच्या एकत्रित कामातून विद्यार्थ्यांचा विज्ञान विषयाचा अभ्यास चांगल्या प्रकारे झाला आहे. क्लस्टर मीटिंग मुळे अध्यापन करताना येणाऱ्या समस्या दूर झाल्या, खऱ्या अर्थाने हे प्रशिक्षण विज्ञान शिक्षकांच्या विद्यार्थ्यांच्या प्रगतीमध्ये मैलाचा दगड ठरणार यात तिळमात्र शंका नाही. एकलव्य फाउंडेशनने नवी आणि दहावी इयत्तेच्या अभ्यासक्रमाचा देखील समावेश प्रशिक्षणामध्ये करावा ही विनंती करतो. प्रशिक्षण यशस्वी





झाल्याचे एक उदाहरण सांगतो, एकदा तालुकास्तरीय विज्ञान प्रशिक्षणाचे आयोजन करणं येथे केले होते. एकलव्य फाउंडेशनच्या प्रशिक्षणामधून आलेला अनुभव आणि प्रत्यक्ष केलेले विविध प्रात्यक्षिकांच्या अनुभवामुळे त्या प्रशिक्षणामध्ये एक वेगळीच छाप पडली होती. शासकीय आश्रम शाळेतील सर म्हणून

प्रशिक्षणामध्ये हायलाईट झालो होतो. आता नामांकित शाळेचे विज्ञान शिक्षक सुद्धा माझे मत घेतात!

व्ही. आर. एडके, माध्यमिक विज्ञान शिक्षक, शासकीय माध्यमिक आश्रमशाळा, ब्राह्मणी, औरंगाबाद प्रकल्प (अमरावती विभाग).



आता खऱ्या अर्थाने विद्यार्थी 'विज्ञान' शिकत आहेत

अमोल कोपरेकर

'विज्ञान' या शब्दाचे वेगवेगळे अर्थ आपणास माहित असतील, मला उमगलेल्या अर्थांप्रमाणे, विचारांचे तथ्यावर आधारित ज्ञान म्हणजे विज्ञान. मानवाच्या मनात असंख्य विचारांची जंत्री असते त्यांची सांगड तथ्याशी होऊन त्यांची एक-एक कडी जोडत त्याचे संबंध साखळीत रूपांतर होते. मी यालाच 'विज्ञान' म्हणतो.

वास्तविक पाहता हा विचार माझ्या मनात अगोदरपासून नव्हता. तो उमगला याचे कारण 'एकलव्य फाउंडेशन भोपाळ'. आपण शिकताना आणि शिकविताना आनंद मिळवू शकतो हे मी 'एकलव्य संस्थेच्या विज्ञान प्रशिक्षणातून' शिकलो. वैज्ञानिक प्रयोगांचे साहित्य हाताळणी हा तर माझ्यासाठी एक अविस्मरणीय अनुभव होता. आयुष्यात शिक्षक बनल्यानंतर प्रथमतः शाळेतील नवीन डेस्कवर बसून मी जो आनंद मिळवला, तोच आनंद प्रयोगाचे साहित्य हाताळताना मला आला. यापूर्वी



विद्यार्थीदशेत असताना मी आणि माझे सहकारी यांनी असा आनंद कधी घेतलेला नाही याची मला खात्री आहे. विद्यार्थ्यांना एखादा

अवघड वाटणारा विषय प्रयोगाच्या माध्यमातून रोचक रंजक पद्धतीने कसा शिकवावा, हे या संस्थेतील प्रशिक्षकांनी आम्हास शिकवले. तसेच एखादा घटक शिकविण्या अगोदरची पूर्वतयारी व इतरांशी त्याचा सहसंबंध समजल्यामुळे विद्यार्थ्यांसमोर अधिक आत्मविश्वासाने प्रात्यक्षिक सादर करता आले.

विद्यार्थ्यांना संस्थेने दिलेली प्रयोग साहित्याची पेटी हि वैशिष्ट्यपूर्ण असून इयत्ता दहावी पर्यंतच्या जवळपास सर्वच प्रयोगाची सिद्धता यातून होते. या साहित्याचा निःसंकोच व मनमुराद आनंद विद्यार्थी शिकताना व शिक्षक शिकवताना घेतात. हे सर्व एकलव्य संस्थेमुळे घडले याचा मला मनस्वी आनंद व अभिमान आहे. या साहित्यामुळे शिकविण्याच्या पद्धतीत बदल झाला आणि त्यामुळे मुलांचा विज्ञान विषयातील रस वाढला, म्हणूनच विद्यार्थ्यांत सुधारणा होऊन ते या विषयात प्रगती करीत आहेत. आता ख-या अर्थाने विद्यार्थी 'विज्ञान' शिकत आहेत असे म्हणता येईल. यापुढे जाऊन वैज्ञानिक दृष्टिकोन निर्माण होईल आणि यातून निर्माण होणारे वैज्ञानिक समस्त सजीवसृष्टीला उन्नतीकडे नेतील असा विश्वास मला आहे.

अमोल अरुणराव कोपरेकर, प्राथमिक विज्ञान शिक्षक, शासकीय माध्यमिक आश्रम शाळा, कुंभारखाना, तळोदा प्रकल्प (नाशिक विभाग).



सवालीराम

मधमाशीला फुल का आवडते ?

उमेश वसंत पावरा,
शासकीय माध्यमिक आश्रमशाळा, महळसर (धुळे प्रकल्प), नाशिक विभाग

प्रिय उमेश,

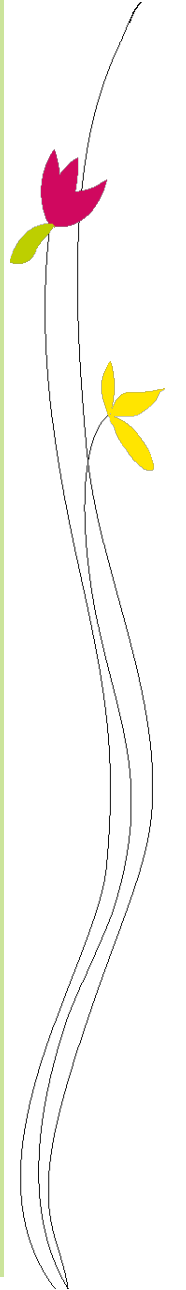
मला मधमाश्या आणि फुलं हे दोन्हीही आवडत असल्याने तुझ्या प्रश्नाचे उत्तर देण्यासाठी मी उत्सुक आहे. मी लहान असताना फुलाभोवती फिरणाऱ्या मधमाशीला पाहून मला देखील असाच प्रश्न पडला होता. मधमाशीला फुल का आवडते आणि ती फुलाभोवती का फिरते या प्रश्नाचे स्वाभाविक उत्तर आहे अन्न किंवा पोषण. होय! मधमाशीला फुलातून पोषक तत्वे मिळतात. वनस्पती रचना आणि कार्य या पाठात तुम्ही फुलांची रचना पाहिलेली आहेच. तर फुलांमधील परागकण हा प्रथिनांचा उत्तम स्रोत असून मधमाशीच्या बाळांसाठी (Larvae) हि प्रथिने महत्वाची असतात. याशिवाय फुलांमधील मध हा शर्करेचा उत्तम स्रोत असतो जो मोठ्या माश्यांसाठी इंधनाचे कार्य करतो. काही फुलांमध्ये औषधी गुणधर्म देखील असतात आणि उमेश तुला हे ऐकून आश्चर्य वाटेल कि त्यांचा उपयोग मधमाश्या वैद्यकीय कामासाठी करतात. याव्यतिरिक्त फुलांतील ढिंकासारखे पदार्थ मधमाशीला तिचे घर म्हणजेच पोळे बनवण्यासाठी उपयोगी ठरतात.

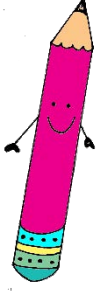
पहा बरे! एका फुलापासून मधमाशीला किती फायदे मिळतात ते! फुलाला देखील मधमाशीपासून काही फायदा होत असेल का रे? खरे तर हो! ते फुलझाड त्याच्या प्रजननासाठी मधमाशीवर अवलंबून असते. एका फुलावरून दुसऱ्या फुलावर बसणाऱ्या मधमाश्यांच्या अंगाला चिकटलेल्या पराग कणांचे सिंचन फुलांवर होत राहते आणि त्यातून त्या वनस्पतीचे पुनरुत्पादन होत त्यामुळेच अधिकाधिक मधमाश्या फुलांवर बसणे त्या त्या वनस्पतीस फायदेशीर ठरते आणि त्यासाठी फुलांद्वारे वनस्पती देखील जोरदार जाहिरात करून मधमाश्यांना आकर्षित करीत असतात. फुलांचा सुगंध, भडक रंग आणि मध ह्या घटकांवर मधमाश्यांसारखे कीटक आकर्षित होतात.

उमेश, यातून एक गोष्ट तुझ्या लक्षात आलीच असेल कि फूल आणि कीटक दोन्ही एकमेकांवर अवलंबून असतात. फुलांमध्ये कीटकांना आत शिरण्यासाठी आवश्यक असणारा नळीसारखा भाग आणि कीटकांच्या अंगावर परागकण अडकण्यासाठी असणारे केस हे सहउत्क्रांतीचे एक उत्कृष्ट उदाहरण म्हणता येईल. त्यामुळेच केवळ मधमाशीलाच फूल आवडते असे नाही तर फुलाला देखील मधमाशी आवडते असेच म्हणावे लागेल.

उमेश, आशा आहे कि माझ्या उत्तराने तुझे समाधान झाले असेल. असेच वन्यजीव निरीक्षण करीत राहा आणि त्यावर विचार करीत राहा. शिक्षकांना प्रश्न विचार. तुझे शिक्षक तुझ्या बहुतेक प्रश्नांची उत्तरे देतीलच पण जर एखाद्या प्रश्नाचे उत्तर त्यांना देणे जमले नाही तर मला तो प्रश्न पाठवायला विसरू नकोस.

तुझाच,
सवालीराम.





विज्ञान शब्द कोषक

नेपच्यूनचा शोध ह्या लेखात उल्लेख झालेल्या काही संशोधकांची नावे खालील कोष्टकात लपलेली आहेत.

दिलेल्या प्रश्नांच्या आधारे त्या संशोधकांची नावे शोधा. हि नावे उभ्या, आडव्या आणि तिरक्या रेषेत आहेत.

झें	टॉ	के	श	वि	नि	मो	स	टॉ	स	म्स	मो
के	ले	मो	नि	ये	गॅ	वि	के	गॅ	गॅ	प्ल	आ
मो	मी	झें	के	म्स	लि	श	टॉ	प्ल	नि	य	नि
के	गॅ	म्स	स	य	लि	स	गॅ	मो	झें	स	टॉ
प्ल	वि	स	म	स	ओ	मो	नि	क	म्स	अॅ	वि
र	नि	ह	म्स	झें	गॅ	प्ल	न्यू	गॅ	श	ड	नि
प्ल	श	गॅ	टॉ	के	मो	ट	नि	टॉ	गॅ	म्स	के
ल	टॉ	झें	प्ल	झें	न	म्स	श	नि	स	वि	श
मो	म्स	श	स	वि	मो	जे	जे	ले	व्हे	रि	ये
झें	गॅ	को	प	नि	क	स	टॉ	नि	के	प्ल	नि



१) दूरदर्शकाचा ज्योतिषशास्त्रीय वेधांसाठी याने प्रथम उपयोग केला

२) ग्रहांच्या गतीसंबंधीचे त्याचे तीन नियम प्रसिद्ध आहेत.

३) पृथ्वी गोल असून स्वतःभोवती फिरत असते व सर्व ग्रह पृथ्वी भोवती न फिरता सूर्याभोवती फिरत असतात ही कल्पना याने रूढ केली.

४) गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धांत याने मांडला.

५) ग्रहांच्या कक्षा दाखवणाऱ्या भूमितीच्या रचना आपल्या अल् मॅजेस्ट ह्या पुस्तकात याने दाखविल्या.

६) युरेनस या ग्रहाचा शोध या संशोधकाने लावला.

७) आठ वेळा युरेनस पाहून आपण प्रत्येक वेळी वेगळा तारा पहात असल्याची समज झालेला पॅरिसचा निरीक्षक.

८) डॉ. गाल याने या संशोधकाच्या गणिताच्या आधारे युरेनसचा शोध घेतला.

९) एअरी व चॅलिस यांना नवा ग्रह शोधण्याची विनंती करणारा संशोधक.



'विज्ञान - जीवनाचा एक मार्ग'

('Science : A Way of Life') प्रकल्प कार्याचा आढावा



आदिवासी विकास विभाग, महाराष्ट्र शासन द्वारा संचलित अमरावती, नाशिक व नागपुर विभागातील शासकीय आश्रम शाळांमध्ये प्राथमिक (इयत्ता ६ वी व ७ वी) व माध्यमिक (इयत्ता ८ वी) स्तरातील वर्गात प्रयोगाधारित विज्ञान शिक्षण देण्याचा प्रयत्न करणे, शिक्षकांसाठी कार्यशाळेअंतर्गत प्रशिक्षण देणे, आश्रम शाळेत मुलांसाठी विज्ञान प्रयोग साहित्य उपलब्ध करून देणे तसेच आश्रम शाळेतील ग्रंथालय पुनर्जीवित करून विद्यार्थ्यांसाठी पुस्तके उपलब्ध करून देणे, तीनही विभागांच्या विविध प्रकल्पांमध्ये, आश्रमशाळांमध्ये विज्ञान प्रदर्शनाचे, बाल विज्ञान मेळाव्याचे संयोजन करणे इ. कामे प्रकल्पांतर्गत पूर्ण करण्याचा प्रयत्न केला जात आहे. या प्रकल्पांतर्गत पूर्ण झालेली कामे पुढीलप्रमाणे :

- नोव्हेंबर २०१७: महाराष्ट्र आदिवासी विकास विभाग व एकलव्य संस्था, भोपाळ यांच्यात सामंजस्य करार (MoU) ०७ नोव्हेंबर २०१७ रोजी करण्यात आला. या करारांतर्गत 'विज्ञान - जीवनाचा एक मार्ग' (Science : A Way of Life) या प्रकल्पाच्या कामाची सुरुवात प्राथमिक टप्प्यात अमरावती विभागातील एकात्मिक आदिवासी विकास प्रकल्प कार्यालय, धारणी येथून करण्यात आली.
- डिसेंबर २०१७ : अमरावती विभागातील सर्व शासकीय आश्रमशाळा मधील प्राथमिक व माध्यमिक विज्ञान शिक्षकांसाठी पहिल्या वार्षिक कार्यशाळेचे आयोजन. (दिनांक २३ डिसेंबर ते २७ डिसेंबर २०१७)
- फेब्रुवारी २०१८ : विभागीयस्तरीय कार्यशाळेअंतर्गत निवड केलेल्या स्रोत शिक्षकांसाठी पहिली बैठक. (१० आणि ११ फेब्रुवारी २०१८)
- फेब्रुवारी २०१८ : अमरावती विभागातील आश्रमशाळांचे प्राथमिक सर्वेक्षण करून सद्यस्थितीचा आढावा.





- फेब्रुवारी - मार्च २०१८ : अमरावती विभागातील आश्रमशाळेत विज्ञान पेटीचे वितरण.
- एप्रिल २०१८ : नाशिक विभागातील प्राथमिक विज्ञान शिक्षकांसाठी नाशिक येथे वार्षिक कार्यशाळेचे आयोजन.
- जुलै २०१८ : नागपूर विभागातील प्राथमिक व माध्यमिक विज्ञान शिक्षकांसाठी अमरावती येथे वार्षिक कार्यशाळेचे आयोजन.
- जुलै ते डिसेंबर २०१८ : तीनही विभागातील शिक्षकांच्या



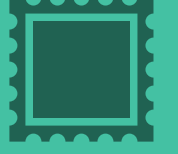
- मासिक बैठकी, नाशिक व नागपूर विभागातील आश्रम शाळांमध्ये विज्ञान पेटीचे वितरण, अकॅडेमिक फील्ड सपोर्ट पर्सन (AFSP) द्वारे आश्रम शाळांना नियमित भेटीना सुरुवात करण्यात आली.
- ऑगस्ट २०१८ : नाशिक विभागातील निवडक आश्रमशाळांचे प्राथमिक सर्वेक्षण.
- सप्टेंबर २०१८ : नाशिक विभागातील माध्यमिक विज्ञान शिक्षकांसाठी त्र्यंबकेश्वर येथे वार्षिक कार्यशाळेचे आयोजन.
- डिसेंबर २०१८ : अमरावती विभागातील प्राथमिक व माध्यमिक विज्ञान शिक्षकांसाठी पुनः वार्षिक कार्यशाळेचे आयोजन.
- जानेवारी - एप्रिल २०१९ : तीनही विभागातील विज्ञान शिक्षकांच्या मासिक बैठकी, व प्रयोगशाळा सहाय्यक आणि परिचर यांच्या एकदिवसीय कार्यशाळांचे आयोजन.
- जुलै २०१९ : अमरावती व नागपूर विभागातील प्राथमिक व माध्यमिक विज्ञान शिक्षकांसाठी अमरावती येथे पुनः वार्षिक कार्यशाळेचे आयोजन, एकलव्य प्रकाशित बाल वैज्ञानिक पुस्तके मराठी अनुवाद उपलब्ध, ८९ पुस्तकांचा संच आश्रम शाळांमध्ये वितरित करण्यात आला.
- ऑगस्ट व सप्टेंबर २०१९ : नाशिक विभागातील प्राथमिक व माध्यमिक विज्ञान शिक्षकांसाठी लोणावळा येथे पुनः वार्षिक कार्यशाळेचे आयोजन.
- ऑगस्ट २०१९ ते मार्च २०२० : तीनही विभागात मासिक बैठकीचे आयोजन, अकॅडेमिक फील्ड सपोर्ट पर्सन (AFSP's) द्वारे आश्रम शाळांना नियमित भेट देणे.
- एप्रिल ते जून २०२० या काळात शिक्षकांसाठी विविध विषयांवर तज्ञांचे वेबिनार आयोजित केले गेले.

आज अमरावती, नाशिक, नागपूर विभागांतर्गत येणाऱ्या एकूण २१ प्रकल्प कार्यालयातील ४०० आश्रम शाळांचे विज्ञान शिक्षक व एकलव्य फाउंडेशनशी निगडित ५६ अकॅडेमिक फील्ड सपोर्ट पर्सन (AFSP's), १२ संशोधन सहाय्यक (RA's), अंदाजे ७०-७५ स्रोत व्यक्ती (Resource Person) विज्ञान शिकवण्याचा प्रयत्न करत आहेत.





चित्र: गावाकडची वाट - श्री. आदिनाथ सुतार, माध्यमिक शिक्षक, शासकीय आश्रमशाळा, मवेशी (राजुर प्रकल्प)



प्रिय वाचक,

तुम्हाला वाटचालचा हा पहिला अंक आवडला असेल अशी अपेक्षा करतो. तुमच्यातल्या कला आणि सर्जनशीलतेला प्रोत्साहन देणाऱ्या वाटचालच्या या मंचावर तुमचे स्वागत आहे.

तुमच्यातल्या लेखक, कवी यांना साद घालण्यासाठी पुढल्या अंकात 'गावाकडील रस्ता' या विषयावरील साहित्य मागवत आहोत. या विषयावर काढलेले चित्र, स्वरचित कविता किंवा लेख तुम्ही आम्हाला पाठवू शकता. निवडक साहित्यास वाटचालच्या पुढील अंकात स्थान देण्यात येईल. केवळ शासकीय आश्रमशाळेतील शिक्षक आणि विद्यार्थी यांनीच साहित्य आमच्याकडे पाठवावे. आपले साहित्य ई-मेल किंवा whatsapp द्वारे आमच्यापर्यंत पोहचवू शकता.

आपले साहित्य vatchal@eklavya.in किंवा sanket.raut@eklavya.in या ई-मेल ID वर पाठवा अथवा ९२८४७४८९६७ किंवा ८३०८९६६२५७ या क्रमांकावर Whatsapp करा.