

प्रथमिक खगोलशास्त्र

।१।

प्रस्तावना

शमिन् पडळकर आणि जयश्री रामदास

'शालेय खगोलशास्त्र' हा क्वेस्टच्या (Quality Education Support Trust) online courseware चा भाग आहे. हा कोर्स इ.स. २००४ ते २०१० या काळात शमिन् पडळकर (प्रथम लेखक) यांनी होमी भाभा विज्ञान शिक्षण केंद्रात प्रा. जयश्री रामदास (द्वितीय लेखक) यांच्या मार्गदर्शनाखाली doctorate च्या पदवीसाठी जे संशोधन केले त्यावर आधारित आहे. कोर्स तयार करण्यात होमी भाभा केंद्राचा सहभाग आहे. कोर्स तयार करण्यामागे दुहेरी हेतू आहे:

१. इयत्ता ४थी ते ८वी पर्यंत भूगोल किंवा सामान्यविज्ञानात येणाऱ्या खगोलशास्त्रावरील शिक्षकांचे प्रभूत्व वाढवणे.
२. खगोलशास्त्र किंवा विज्ञानातील इतरही भाग शिकवण्यासाठी शिक्षक ज्या पद्धती वापरू शकतात त्यांची ओळख करून देणे.

मूळ संशोधनाविषयी थोडेसे:

संज्ञानात्मक विज्ञानातील (आकलन शास्त्र/ cognitive science; तळटीप १ पहा) विषेशतः दृक्-अवकाशीय विचाराशी (visuospatial thinking; तळटीप २ पहा) संबंधित असणाऱ्या काही निष्कर्षांचा वापर करून इयत्ता ८वीच्या मुलांना खगोलशास्त्र शिकवण्यासाठी पाठ्यक्रम तयार करणे, तो शाळांमध्ये वापरून बघणे आणि त्या पाठ्यक्रमाचे गुणावगूण ठरवणे असे या संशोधनाचे स्वरूप होते. भारतातील बहुसंख्य मुलांना हा पाठ्यक्रम उपयोगी ठरावा अशी इच्छा असल्याकारणाने विषेश शैक्षणिक पार्श्वभूमी नसणाऱ्या मुलांच्या तीन प्रातिनिधिक शाळा निवडल्या. यापैकी एक शाळा कोल्हापूर जवळच्या एका खेड्यातली होती, एक भटक्या-विमुक्त समाजातील मुलांची निवासी शाळा होती आणि एक शाळा मुंबईतील एका गरीब वस्तीतील होती.

संशोधनाची सुरुवात या मुलांना खगोलशास्त्राचे किती ज्ञान आहे हे तपासण्यापासून केली. मग ते ज्ञान त्यांच्या स्वतःच्या निरीक्षणातून आलेले असो, शालेय शिक्षणातून आलेले असो अथवा सांस्कृतिक वारसा म्हणून लाभलेले असो. शिक्षकांना अनुभव असेलच की मुले काही कोऱ्या पाटीसारखी शाळेत येत नाहीत, त्यांच्याजवळ त्यांच्या स्वतःच्या अनुभवातून आलेले संचित ज्ञान असते. नवीन ज्ञान हे या पूर्वसंचित ज्ञानाला जोडले गेले पाहिजे, कधी जुन्या ज्ञानाच्या पायावर तर कधी जुने ज्ञान बदलून. त्यामुळे कुठल्याही शिक्षणाची सुरुवात विद्यार्थ्यांना काय माहित आहे याची माहिती करून घेण्यापासून झाली पाहिजे. तीनही शाळांमधील ७वीच्या मुलांच्या लेखी चाचण्या व काही मुलांच्या तोंडी मुलाखती घेउन ही माहिती मिळवली.

विद्यार्थ्यांची पातळी लक्षात घेवून, शिक्षणशास्त्रातील आणि संज्ञानात्मक विज्ञानातील काही सिद्धांतांच्या आधारे पाठ्यक्रमाची आखणी केली. प्रत्येक शाळेत १५ दिवसांच्या तीन भागात (एकूण 45

दिवसात) हा पाठ्यक्रम शिकवून पाहिला. शिकवतांना काही फेरफार करावे लागले ते हा कोर्स तयार करतांना अंतर्भूत केले आहेत. प्रत्येक दोन भागांच्या मध्ये पाच ते सहा महिन्यांचा कालावधी होता. म्हणजे, एप्रिल-मे महिन्यात (७वीच्या अखेरीस) पहिला भाग शिकवला, सप्टेंबर-ऑक्टोबर महिन्यात (८वीच्या मध्यावर) दुसरा भाग शिकवला आणि मार्च-एप्रिल महिन्यात (८वीच्या अखेरीस) तिसरा म्हणजेच शेवटचा भाग शिकवला. ऋतू व तारे यांच्यामधिल बदल लक्षात घेण्यासाठी, त्याच प्रमाणे शिकवलेल्या भागावर विचार होवून तो मनात मुरण्यासाठी मुलांना इतका वेळ मिळणे आवश्यक होते. मात्र मधल्या काळात मुलांनी निरीक्षणांच्या नियमित नोंदी ठेवाव्या, आधी शिकवलेल्या भागावर विचार करावा व पुढच्या भागासाठी लागणाऱ्या गणिताची उजळणी करत रहावी यासाठी दोन भागांच्या मध्ये मुलांना गृहपाठ दिले होते.

तिसऱ्या भागाच्या शेवटी पुन्हा मुलांच्या चाचण्या व मुलाखती घेतल्या तेव्हा असे दिसून आले की मुलांच्या समजेत भरपूर प्रगती झाली आहे. ज्या तीन शाळांमध्ये पाठ्यक्रम शिकवला होता तशाच प्रकारच्या तीन वेगळ्या शाळांच्या ८वीच्या मुलांच्याही या चाचण्या घेतल्या (या मुलांना तुलना-गट असे नाव दिले). दोन्ही गटातील मुलांना सर्व भाग शाळेत शिकवला होता पण तुलना गटातील मुलांना प्रायोगिक पाठ्यक्रमाच्याद्वारे शिकवला नव्हता. आपल्या पाठ्यक्रमाद्वारे शिकलेली मुले ही तुलना-गटाच्या मुलांपेक्षा सरस होती. त्यांची निरीक्षणे जास्त समृद्ध व अचुक होती. आकृत्या जास्त सांकेतिक होत्या, चित्रांसारख्या नव्हत्या किंवा पाठ केलेल्या ही नव्हत्या. स्पष्टीकरणे वैज्ञानिक होती. त्यामुळे प्रायोगिक गटातील मुलांचा एकूण स्कोअर तुलना गटातील मुलांपेक्षा जास्त होता. य दन्ही तुलना संख्याशास्त्रीय दृष्ट्या लक्षणीय होत्या. त्यावरून, पाठ्यक्रम उपयुक्त ठरला असे निश्चतपणे म्हणता येईल.

विद्यार्थ्यांना पाठ्यक्रम उपयुक्त ठरल्याची खात्री पटल्यामुळे शिक्षकांसाठी हा कोर्स बनवण्याचे ठरवले. पाठ्यक्रमात विचारात घेतलेला भाग हा इयत्ता ४थी ते ८वी या ५ वर्षांच्या काळात शिकवला जातो, त्यामुळे शिक्षकांनी त्यांना हवा तितकाच भाग प्रत्येक वर्षी शिकवावा, बाकी भाग पुढच्या इयत्तेसाठी ठेवावा. जर एकाच वर्षात शिकवायचा झाला, तर मुले पुरेशी मोठी आहेत आणि पाठ्यक्रम शिकवण्यासाठी जो गणित व भूमितीचा भाग लागतो तो त्यांना शिकवून झाला आहे याची खात्री करून घ्यावी. शिवाय विद्यार्थ्यांना शिकवतांना मूळ पाठ्यक्रमात घेतल्याप्रमाणे पूर्ण वर्षाचा काळ द्यावा. मात्र मधल्या काळात जरी प्रत्यक्ष पाठ्यक्रमाचा भाग शिकवला जात नसला तरी शिक्षकाने मुलांना शिकवलेल्या भागावर विचार करायला प्रवृत्त करणे आणि तेव्हा शिकवत असलेल्या भागाशी खगोलशास्त्रातला योग्य तो भाग जोडणे हे करत रहायला हवे.

पाठ्यक्रमाची पार्श्वभूमी:

नैसर्गिक घटनांमागची कारणे शोधणे हा वैज्ञानिक संशोधनाचा गाभा आहे. त्यामुळे विज्ञान-शिक्षणातही मुलांना नैसर्गिक घटनांमागची कारणे शोधायला प्रवृत्त करणे व योग्य कारणांपर्यंत पोचायला मदत करणे हे प्रमुख उद्दिष्टांपैकी एक आहे. आपल्याला नेहमी दिसणाऱ्या नैसर्गिक घटनांपैकी, सूर्य, चंद्रादी आकाशीय गोलांचे उगवणे, पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जाणे आणि मावळणे ही घटना सर्वात भव्य आणि मानवासाठी सर्वात जास्त महत्त्वपूर्ण असावी. मुले व प्रौढांमध्येही खगोलशास्त्राचे मुळातच कुतुहल असते ही खगोलशास्त्र शिकवण्याच्या बाजूने जमेची बाब आहे. याशिवाय, विस्तृत दृष्टीकोनातून विचार केला तर, विज्ञानाच्या शाखांपैकी, खगोलशास्त्र ही शाखा विज्ञान-शिक्षणासाठी अनेक अंगांनी अनुकूल आहे. आकाशीय घटनांची

निरीक्षणे करणे सहज शक्य असते. बऱ्याचशा घटनांच्या स्पष्टीकरणांसाठी क्लिष्ट गणिताची किंवा भौतिकशास्त्रातिल सिद्धांतांची आवश्यकता नसते. त्यामुळे खगोलशास्त्राच्या माध्यमातून, काळजीपूर्वक निरीक्षणे करून नोंदी घेणे - त्यांपासून तात्पुरते गृहीतक बनवणे - त्यापासून भाकीते करणे आणि ती पुन्हा निरीक्षणांबरोबर पडताळून पहाणे या वैज्ञानिक पद्धतीची ओळख मुलांना करून देता येते.

उदाहरणादाखल आपण चंद्राचे उगवणे ही आकाशीय घटना घेऊ. नीट निरीक्षण केले तर चंद्राच्या उगवण्याच्या वेळेत नियमितपणा असतो हे लक्षात येईल. म्हणजेच चंद्र रोज साधारण ५० मिनिटे उशिरा उगवतो असे गृहीतक मांडता येईल. हे गृहीतक वापरून आज चंद्र किती वाजता उगवला हे माहित असेल तर उद्या चंद्र किती वाजता उगवेल याचे भाकीत करता येईल. दुसऱ्या दिवशी खरच चंद्र त्या वेळेला उगवला का हे निरीक्षण करून पडताळून बघता येईल. असा नियमितपणा का आहे याची कारणे शोधायचा प्रयत्न करता येईल.

स्वाध्याय 1a. वैज्ञानिक पद्धत समजावून सांगण्यासाठी वर चंद्राच्या उगवण्याच्या वेळेचे उदाहरण दिले आहे. जिच्यात नियमितता आहे अशी अजून एक वैज्ञानिक घटना कुठली? त्यावरून काय गृहीतक बनवता येईल? पुढचे भाकित काय करता येईल?

खगोलशास्त्रातिल या वैज्ञानिक प्रक्रियेत, गणित, भूमिती, भौतिकशास्त्र, भूगोल इत्यादी विषय तर एकत्र आणता येतातच. शिवाय खगोलशास्त्राचा इतिहास मानवाच्या प्रगतीच्या दृष्टीने महत्त्वपूर्ण आणि रसभरित आहे. त्यामुळे इतिहास, पुरातत्वशास्त्र, वास्तूशास्त्र आणि साहित्य हे विषयही खगोलशास्त्राशी जोडता येतात. निरनिराळे विषय कशा प्रकारे एकत्र आणता येतील त्याची उदाहरणे कोर्स मध्ये वेळोवेळी दिली आहेत. दुर्दैवाने फलज्योतिष्यासारख्या अवैज्ञानिक गोष्टीही खगोलशास्त्राशी जोडल्या गेल्या आहेत. वैज्ञानिक आणि अवैज्ञानिक संकल्पनांमधील फरक समजणे हे महत्त्वाचे आहे. खगोलशास्त्राच्या सखोल समजेमुळे लोक-ज्ञानाकडे अधिक डोळसपणे पहाता येईल आणि विद्यार्थी स्वतःच लोकज्ञानातील कुठल्या गोष्टी वैज्ञानिक आहेत आणि कुठल्या नाहीत हा न्याय-निवाडा स्वतःच करू शकतील अशी अपेक्षा आहे.

आपल्याला नेहमी दिसणाऱ्या आकाशीय घटनांमधील नियमितता मुलांच्या लक्षात आणून देणे आणि या घटनांमागिल शास्त्रीय कारणे शिकवणे ही उद्दीष्टे शालेय खगोलशास्त्राच्या प्रमुख उद्दिष्टांपैकी आहेत. या दोन्ही बाबी साध्य करण्यासाठी दृक्-अवकाशीय विचारांची मदत घ्यावी लागते. दुर्दैवाने भारतीय शिक्षणपद्धतीत मुलांच्या दृक्-अवकाशीय क्षमता विकसीत व्हाव्या यासाठी विशेष प्रयत्न केले जात नाहीत. भाषिक विचारांवर व परिणामतः शाब्दिक अभिव्यक्तीवर जास्त भर दिला जातो. या पाठ्यक्रमात खगोलशास्त्रातील दृक्-अवकाशीय आशयावर आणि त्यासाठी उपयुक्त असणाऱ्या प्रतिकृती, आकृत्या व हातवारे (अंगिक अभिनय/ देहबोली/ अंगविक्षेप) या माध्यमांवर भर आहे. पण त्याच बरोबर पाठ्यक्रम बनवतांना शिक्षणशास्त्रातील काही वादातीत तत्वांचा वापरही केला आहे. वाचकांनी लक्षात घ्यावे की या पाठ्यक्रमात वापरलेल्या पद्धतींचा उपयोग विज्ञानातील इतर भाग शिकवण्यासाठी चपखलपणे करता येईल.

पाठ्यक्रमात वापरलेल्या काही महत्त्वाच्या मार्गांची माहिती इथे करून देत आहे. पाठ्यक्रमात पुन्हा या पद्धती

स्पष्ट केल्या आहेतच.

१. सॉक्रेटिसची प्रश्न-पद्धत (Socratic questioning): मुलांना तयार माहिती देणे कटाक्षाने टाळले. याउलट, मुलांकडून आलेल्या स्पष्टीकरणांवर अधिक प्रश्न विचारून, त्यांना त्यांची स्पष्टीकरणे सुधारण्यासाठी प्रवृत्त केले. यामुळे मुलांना विचार करावा लागतो, स्वतःचा विचार व्यक्त करण्याची सवय लागते, आणि लक्षात घ्या, स्वतःचा नेमका विचार काय आहे हे समजून तो व्यक्त करता येणे ही अतिशय अवघड गोष्ट आहे. **बरोबर माहिती पाठ असण्यापेक्षा स्वतःचा जो काही विचार असेल तो व्यक्त करता येण्याला जास्त प्राधान्य आहे.**

सॉक्रेटिसची प्रश्न-पद्धतीत, शिकवणाऱ्याने योग्य प्रश्न विचारणे खूप महत्त्वाचे आहे. त्याकरता मुले कसा विचार करतात आणि अचूक स्पष्टीकरण काय आहे हे दोन्ही माहित असणे गरजेचे आहे.

२. गटकाम: शिक्षणात आणि वैज्ञानिक संशोधनात परस्पर सहकाऱ्याचे अनन्यसाधारण महत्त्व आहे. त्यामुळे निरीक्षणे, वाचन, साधने बनवणे, प्रश्न सोडवणे आणि अंगिक अभिनय करून स्पष्टीकरणे शोधणे या सर्व गोष्टी तीन तीन मुलांच्या गटात केल्या. जर मुलांमध्ये स्पर्धा लावून दिली नाही तर मुले एकेकट्याने काम करण्यापेक्षा चर्चा करून काम करणे पसंत करतात असा आमचा अनुभव आहे. गटात काम केल्यामुळे मुलांना त्यांचे विचार मोकळेपणाने व्यक्त करायची, मित्र-मैत्रिणींबरोबर वाद-विवाद करायची संधी मिळाली. मुलांची विचारप्रक्रीया समजून घेण्यासाठी आम्हाला त्यांच्यातील संवादाची मदत झाली. काही गट हुशार मुलांचे आणि काही सामान्य मुलांचे असे न करता प्रत्येक गटात निरनिराळ्या कुवतीची मुले होती. **सर्वांनी एकमेकांना शिकवत शिकावे** असा यामागचा हेतू होता. काही अंगिक अभिनय, वर्गातील फळ्यावर आकृत्या काढणे यात वर्गातील सर्व मुले एकत्रीतपणे सहभागी झाली.

३. सांस्कृतिक साधनांचा उपयोग: आपण दैनंदिन व्यवहारासाठी वापरतो त्या “महालक्ष्मी”, “कालनिर्णय” वगैरे दिनदर्शिका मुलांच्या परिचयाच्या असतात. या दिनदर्शिकांमध्ये प्रत्येक दिवशीच्या सूर्योदय, सूर्यास्त, चंद्रोदय इत्यादींच्या वेळा, चंद्राची कला, चंद्र कोणत्या नक्षत्रात आहे वगैरे माहिती दिलेली असते. या माहितीच्या आधारे आकाशनिरीक्षण आणि इतर काही पाठ घेतले.

४. विज्ञानाच्या इतिहासाचा संदर्भ: वर म्हंटल्याप्रमाणे विज्ञानाच्या इतिहासातील काही किस्से, त्यावर आधारित, गोष्टी, नाटक, वाचनपाठ यांचा वापर केला.

हा कोर्स करणाऱ्या शिक्षकांनी दोन प्रकारे अभ्यास करायचा आहे. काही प्रश्न, निरीक्षणे शिक्षकांनी स्वतः करायची आहेत तर काही मुलांबरोबर करून बघायची आहेत. पाठ्यपुस्तकात दिली आहे तितकी माहिती शिक्षकांना आहे असे गृहीत धरले आहे. त्यामुळे सर्व संकल्पनांच्या व्याख्या वगैरे या कोर्समध्ये पुन्हा दिलेल्या नाहीत. शिक्षकांनी ३री ते ८वी ची भूगोल व विज्ञानाची पुस्तके कायम हाताशी ठेवावीत व लागतील तिथे संदर्भासाठी वापरावीत. याशिवाय लेख वाचतांना व इतर वेळेसही पाटी-पेन्सिल व वही-पेन्सिलही जवळ ठेवावी. पाटीवर सतत कच्च्या आकृत्या काढत रहाव्यात. जितक्या वेगवेगळ्या प्रकारच्या आकृत्या काढाल तितकी खगोलशास्त्राची अवकाशीय समज पक्की होईल. काही महत्त्वाच्या आकृत्या व मुद्दे वहीत काढून ठेवा. पट्टी/ कर्कटक यांचा वापर न करता आकृत्या काढायचा सराव करा. जिथे भूमितीय आकृत्या काढून कोन वगैरे मोजायचे आहेत फक्त तिथेच कोनमापक व लागली तर पट्टी यांचा वापर करा. नीटनेटकेपणा पेक्षा कल्पना करता येणे हे या कोर्सचे उद्दीष्ट आहे हे लक्षात घ्या.

अधिक माहितीसाठी...

तळटीप १. संज्ञानात्मक विज्ञान (http://en.wikipedia.org/wiki/Cognitive_science) म्हणजे मानवाच्या बौद्धिक क्रिया व संबंधित वर्तन यांचा अभ्यास करणारे शास्त्र. मानसशास्त्र (psychology), तत्वज्ञान (philosophy), भाषाशास्त्र (linguistics), मानव्यशास्त्र (anthropology), neuroscience (तंत्रिकविज्ञान: मेंदूचा अभ्यास करणारे शास्त्र) आणि artificial intelligence (कृत्रिम बुद्धिमत्ता) या सर्व शाखांच्या अंगाने संज्ञानात्मक विज्ञानाचा अभ्यास करता येतो. जर मानसशास्त्राच्या अंगाने अभ्यास केला तर त्याला 'संज्ञानात्मक मानसशास्त्र' म्हणतात. शिक्षणशास्त्रात संज्ञानात्मक मानसशास्त्रातील अनेक सिद्धांत वापरले जातात.

तळटीप २. दृक्-अवकाशीय: बघण्याशी म्हणजेच दृष्टीशी संबंधित आणि आपल्या भोवतालच्या जागेशी म्हणजेच अवकाशाशी संबंधित विचार एकमेकांत गुंतलेले असतात. उदाहरणार्थ, एखाद्या वस्तूचा रंग, आकार (म्हणजेच त्या वस्तूने अवकाशातिल किती व कशी जागा व्यापली आहे), ती स्थिर आहे की गतिमान हे सहसा आपल्याला त्या वस्तूकडे बघून कळते. त्यामुळे आकार, रचना, रंग, गती इत्यादी गुणधर्मांशी निगडित विचारांना 'दृक्-अवकाशीय' विचार असे नाव दिले आहे. मात्र अवकाशीय गुणधर्म समजण्यासाठी बघणे आवश्यक असते असे नाही. उदाहरणार्थ जर दिसत नसले तर आपण वस्तूला हाताळून आपण तिचा आकार समजून घेऊ शकतो. त्यामुळे अंध लोकांनाही चांगली अवकाशीय समज असते. याउलट रंग, चमक यासारखे गुणधर्म समजून घेण्यासाठी मात्र बघणे आवश्यक असते. थोडक्यात, दृक् व अवकाशीय हे एकच नसले तरी डोळस लोकांच्यासाठी एकमेकांत गुंतलेले असतात.

दैनंदिन आयुष्यातील अनेक कामे करतांना दृक्-अवकाशीय विचार करावा लागतो असे संज्ञानात्मक वैज्ञानिकांचे मत आहे. प्रवासासाठी निघतांना सामानाची पेटी भरणे, वाहन चालवणे, स्वैपाकासाठी किंवा उरलेले अन्न काढून ठेवण्यासाठी भांडी निवडणे ही काही उदाहरणे झाली. काही प्रकारच्या शिक्षणात यशस्वी होवून त्यावर अवलंबून व्यवसाय करण्यासाठी दृक्-अवकाशीय विचार अत्यावश्यक असतात असे दिसून आले आहे. उदाहरणार्थ: अभियांत्रिकी (engineering), शस्त्रक्रियाविज्ञान (Surgery), वास्तूशास्त्र (architecture), शिल्पकला (sculptural art).

स्वाध्याय 1b. दृक्-अवकाशीय विचार करण्याची गरज भासते अश्या दैनंदिन व्यवहारातील कामांची यादी करा.

स्वाध्याय 1c. कुठल्या व्यवसायांमध्ये दृक्-अवकाशीय विचार महत्त्वाची भूमिका बजावत असतील असे तुम्हाला वाटते?

स्वाध्याय 1d. तुमची स्वतःची विचार करण्याची पद्धत दृक्-अवकाशीय आहे काय? साधारणपणे खालील गोष्टी करायला आवडत असेल तर तुमची दृक्-अवकाशीय क्षमता चांगली आहे: नवीन रस्ते शोधणे; आकृत्या, नकाशे, आलेख वापरून समजून घेणे; चित्र काढणे; हस्तकलेच्या वस्तू बनवणे; घरातील सामानाची रचना बदलणे इत्यादी.

स्वाध्याय 1e. जर तुमच्या एखाद्या विद्यार्थ्याची दृक्-अवकाशीय क्षमता तितकीशी चांगली नाही, तर ती सुधारण्यासाठी काय प्रयत्न करता येतील?

स्वाध्याय 1f. तुम्ही ज्या इयत्तेला विज्ञान शिकवता, त्या विज्ञानात इतर कुठले भाग समजून घेण्यासाठी दृक्-अवकाशीय विचारांची गरज भासते? विज्ञानाव्यतिरीक्त इतर विषयात असे कुठले भाग आहेत?

प्रथमिक खगोलशास्त्र

।स्वाध्याय १।

प्रस्तावना

1a. वैज्ञानिक पद्धत समजावून सांगण्यासाठी लेखात चंद्राच्या उगवण्याच्या वेळेचे उदाहरण दिले आहे. वैज्ञानिक पद्धत वापरून एखादा नैसर्गिक नियम शोधून काढता येईल असे अजून एक उदाहरण सुचवा. त्यासाठी कोणत्या नैसर्गिक घटनेचे निरीक्षण करावे लागेल?

त्यावरून गृहीतक काय बनवता येईल?

त्यावरून काय भाकीत करता येईल?

ते भाकीत पडताळून बघण्यासाठी कुठले निरीक्षण करावे लागेल?

त्यातून कुठला नियम शोधून काढला?

(१० गुण: प्रत्येक उपप्रश्नासाठी २)

1b. दृक्-अवकाशीय विचार करण्याची गरज भासते अशा दैनंदिन व्यवहारातील ३ कामांची यादी करा. प्रत्येक कामात नेमका कसा दृक्-अवकाशीय विचार करावा लागतो ते स्पष्ट करा.

(६ गुण)

1c. कुठल्या व्यवसायांमध्ये दृक्-अवकाशीय विचार महत्त्वाची भूमिका बजावत असतील असे तुम्हाला वाटते? तीन उदाहरणे द्या. प्रत्येक व्यवसायात नेमका कसा दृक्-अवकाशीय विचार करावा लागतो ते स्पष्ट करा.

(६ गुण)

1d. तुमची स्वतःची विचार करण्याची पद्धत दृक्-अवकाशीय आहे काय? साधारणपणे खालील गोष्टी करायला आवडत असेल तर तुमची दृक्-अवकाशीय क्षमता चांगली आहे: नवीन रस्ते शोधणे; आकृत्या, नकाशे, आलेख वापरून समजून घेणे; चित्र काढणे; हस्तकलेच्या वस्तू बनवणे; घरातील सामानाची रचना बदलणे इत्यादी.

१० गुण म्हणजे उत्तम दृक्-अवकाशीय क्षमता असेल आणि ० म्हणजे अजिबात दृक्-अवकाशीय क्षमता नाही असे समजा. आता तुम्ही स्वतः ० ते १० पैकी कुठे आहात ते लिहा. तुम्हाला असे का वाटले?

(२ गुण: दृक्-अवकाशीय अंकासाठी १ गुण आणि कारणासाठी १ गुण)

1e. जर तुमच्या एखाद्या विद्यार्थ्याची दृक्-अवकाशीय क्षमता तितकीशी चांगली नाही, तर ती सुधारण्यासाठी काय प्रयत्न करता येतील? तीन कृतींची यादी करा.

(३ गुण)

1f. तुम्ही ज्या इयत्तेला विज्ञान शिकवता, त्या विज्ञानात इतर कुठले भाग समजून घेण्यासाठी दृक्-अवकाशीय विचारांची गरज भासते? २ उदाहरणे द्या (उदाहरणे खगोलशास्त्रातील नसावित. उदाहरणार्थ: पचनसंस्था).

विज्ञानाव्यतिरिक्त इतर विषयातील असे एक उदाहरण द्या.

(३ गुण)

1g. यापुढील लेखांमध्ये जी जी दृक्-अवकाशीय साधने (प्रतिकृती, हातवारे, आकृत्या) आणि इतर साधने येतिल त्यांची एक यादी बनवत रहा. प्रत्येक दृक्-अवकाशीय साधनाचे वैशिष्ट्य टिपून ठेवायचा प्रयत्न करा (उदा. अमुक हातवारा केल्याने हालचाल समजायला मदत होते, अमुक आकृती घटनेची आहे, मॉडेलची आहे की स्पष्टीकरणाची). स्वाध्यायाच्या या प्रश्नाचे उत्तर (संपूर्ण यादी) कोर्सच्या शेवटी जमा करायचे आहे.

(२० गुण)

एकूण गुण: १०+२०+२०=५०