## प्रथमिक खगोलशास्त्र

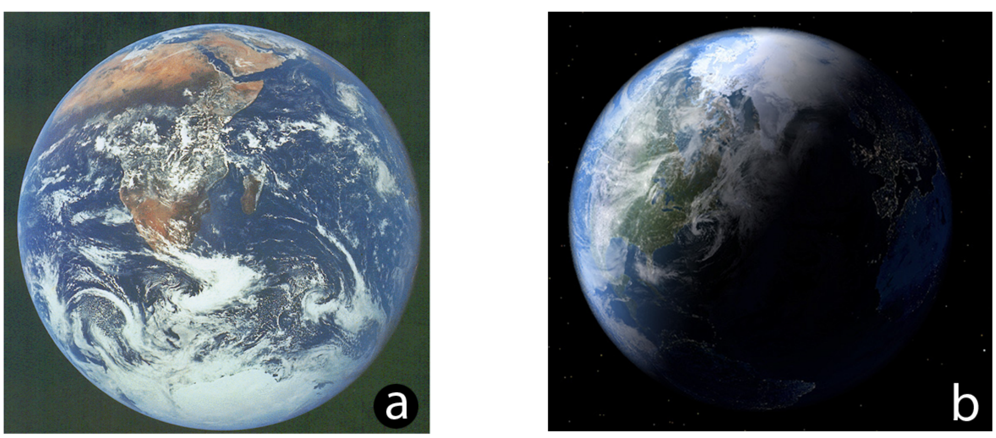
।३।

**।समुद्र-वसने देवि, पर्वत-स्तन-मंडिते।**

या अभ्यासक्रमाच्या चाचणीचा सुरवातीचाच तास होता. मी ७वीच्या वर्गात मुलांना विचारले, 'पृथ्वीचा आकार कसा असतो? मला तोंडी उत्तर नको, हातवारे करून दाखवा.' बऱ्याच मुलांना काय करावे कळेना, पण काही मुलांनी हाताने हवेत वर्तुळ काढून दाखवले. यावरुन असे लक्षात येते की ही मुले पृथ्वीविषयी विचार करत असतांना द्विमितीय म्हणजे सपाट पृथ्वीचा विचार करत असावीत. पृथ्वी वर्तुळासारखी नसून गोळ्यासारखी गोल आहे हे या मुलांना शाळेत आधीच शिकवलेले होते त्यामुळे त्यांना ते माहीत होते, पण पृथ्वी म्हंटले की एका भरीव, जड गोळ्या ऐवजी पुस्तकातील सपाट वर्तुळाची आकृती या मुलांच्या डोळ्यासमोर येत असावी. **मुले जेंव्हा जेंव्हा पृथ्वीविषयी विचार करतील** (नकाशात निरनिराळे देश पहात असतांना, त्यांच्या हवामानाविषयी माहिती घेत असतांना, दिवस-रात्र वगैरे घटनांची स्पष्टीकरणे शोधत असतांना) **तेंव्हा तेंव्हा त्यांच्या डोळ्यासमोर गोळ्यासारखी पृथ्वी आली पहिजे हे आपले दुसरे उद्दिष्ट आहे.**

<u>पृथ्वीचे फोटो</u>

खाली पृथ्वीचे दोन फोटो दिले आहेत (आकृती ४ a व b). ते काळजीपूर्वक बघा. कुठून घेतले असतील हे फोटो? अर्थतच अवकाशयानातून. फोटो मध्ये पृथ्वीचा कुठला भाग दिसतो आहे? खंड, त्यातले देश, भूरुपे ओळखण्याचा प्रयत्न करा. आता स्वाध्याय ३ मध्ये पृथ्वीचा फोटो आणि खरी पृथ्वी यातील फरक लिहा.



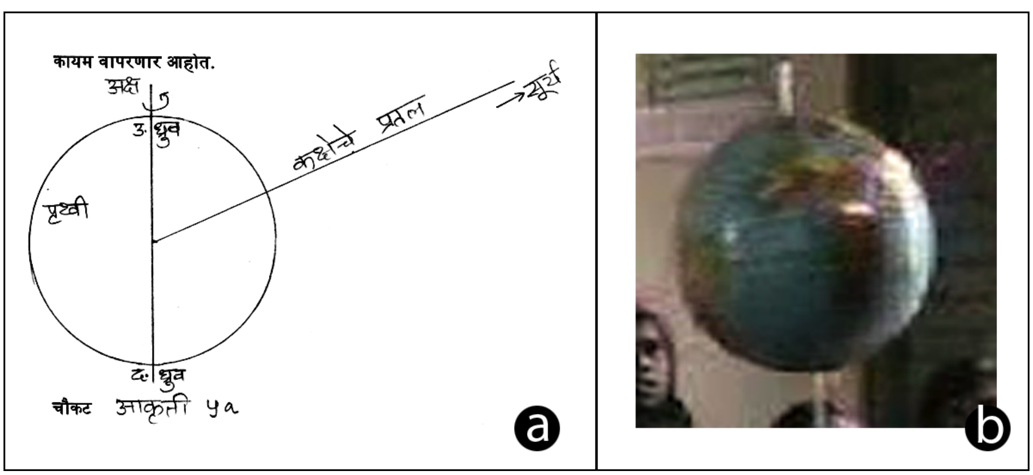

आकृती ४

तुम्ही लिहिलेल्या फरकांपैकी एक फरक, फोटो हा द्विमितीय असतो तर खरी पृथ्वी त्रीमितीय आहे हा आहे का? हा अत्यंत महत्त्वाचा फरक मुलांना बरेचदा लक्षात येत नाही. कारण मितीची संकल्पना त्यांना माहीत नसते. पण आपल्याला मुलांना ही संकल्पना समजावून द्यायची आहे, आणि पुढे अनेकदा वापरायची आहे.

'मिती' हा शब्द वापरून मुलांना विषेश काही कळणार नाही. त्यामुळे त्यांना आगोदर या संकल्पनेची ओळख करून देवून मग हळू हळू हा शब्द वापरायला सुरूवात केली पाहिजे. त्रिमितीय वस्तू आणि तिचा फोटो यातला फरक मुलांना समजावून द्यायचा असेल तर जवळपासच्या लहान वस्तूंची उदाहरणे घेऊन त्यांना प्रश्न विचारा. म्हणजे खरा आंबा आपण कसा हातात धरतो आणि आंब्याचा फोटो कसा धरतो? खऱ्या खुर्चीत आपण बसू शकतो पण खुर्चीच्या फोटोत बसू शकतो का? खऱ्या खोलीत आपण शिरू शकतो पण खोलीच्या फोटोत आपण शिरू शकतो का? हा सर्व विचार-विनीमय झाल्यावर मुलांना सांगा की खरी पृथ्वी गोळ्यासारखी गोल आहे तर तिचा फोटो सपाट आहे (तुम्ही वरच्या इयत्तेला शिकवत असाल तर ही चर्चा झाल्यावर मुले आपण होऊन हा फरक सांगू शकतील).

पृथ्वीगोल

आता एक पृथ्वीचा गोल घ्या. तो तिरका करून स्टॅंडमध्ये अडकवून ठेवलेला असतो. पृथ्वीचा अक्ष आणि तिच्या सूर्याभोवती फिरण्याच्या कक्षेचे प्रतल यांच्यात २३.५ अंशांचा कोन असतो. आडव्या प्रतलात कुठेतरी सूर्य आहे असे मानून पृथ्वीच्या गोलाचा अक्ष तिरका करून स्तॅंडमध्ये अडकवलेला असतो. पण यामुळे, पृथ्वीचा उत्तर ध्रुव कायम वरच्या बाजूला असून तिचा अक्ष कायम असा कललेलाच असतो अशी मुलांची धारणा होते. पण खरे म्हणजे अवकाशात आडवे, उभे असे काही नसतेच! लक्षात घ्या, की वर आणि खाली या दिशा गुरूत्वाकर्षणाच्या दिशेनुसार ठरतात. पृथ्वीचे गुरूत्वाकर्षण बल हे सर्व वस्तूंना तिच्या केंद्राकडे खेचते. म्हणून पृथ्वीच्या केंद्राकडची, म्हणजेच बरोबर आपल्या पायाखालची दिशा 'खाली', आणि त्याच्या उलट, डोक्यावरची दिशा 'वर'. म्हणजे वर आणि खाली या दिशांना पृथ्वीवर किंवा जिथे गुरूत्वीय क्षेत्र आहे अशा ठिकाणीच अर्थ आहे. अवकाशात सर्व दिशा सारख्याच! आपण अक्ष उभा, आडवा, किंवा कितीही अंशांनी कललेला आहे अशी कल्पना करू शकतो (पृथ्वीची कक्षा त्यानुसार बदलेल इतकेच; आकृती ५a पहा). त्यामुळे पृथ्वीचा गोल त्याच्या स्टॅंडमधून काढून टाका. जिथे तो स्टॅंडमधे अडकवलेला असतो तिथे भोके असतील, त्यांच्यामधून आरपार एक योग्य आकाराची काठी घाला (आकृती ५b). ही पृथ्वीची प्रतिकृती आपण पुढे कायम वापरणार आहोत.




आकृती ५

[गोल फुग्यावर खळ लावलेले कागद चिकटवून तुम्ही स्वतःचा पृथ्वीगोल स्वतः बनवू शकता. जिथे फुग्याची गाठ आहे तिथे लहानसे (~१ सेमी व्यासाचे) भोक ठेवा. कागद चिकटवतांना खऱ्या पृथ्वीगोलाला बघून हिमालय वगैरे पर्वतांच्या जागी कागदाचे (अगदी लहान) उंचवटे ही करू शकता. कागदाचा थर चांगला वाळला की आतल्या फुग्याची हवा सोडून फुगा बाहेर काढा. जिथे फुग्याच्या गाठीचे भोक आहे तो उत्तर किंवा दक्षिण ध्रुव समजून गोलावर नकाशा काढून रंग भरा. आधी अक्षांश-रेखांश काढून घेतले तर नकाशा काढायला सोपे जाईल. सर्व देशांचे रंग भरण्याची आवश्यकता नाही, पण निरनिराळ्या खंडांना निरनिराळे रंग द्या. बाकी समुद्र अर्थातच निळा रंगवा. भोकाच्या उलट बाजूला दुसऱ्या ध्रुवाचे भोक पाडून दोन भोकांमधून अक्षाची काठी आरपार घाला. विषुववृत्त, कर्कवृत्त आणि मकरवृत्त ठळकपणे दाखवा. बाकी महत्त्वाची अक्षवृत्ते व रेखावृत्ते दाखवलीत तर अजून उत्तम. हा उपक्रम वर्गात केला तर मुलांना निश्चितच आवडेल. (कल्पना: नवनिर्मीती)]

आता स्वाध्याय ३ मध्ये पृथ्वीगोल आणि खरी पृथ्वी यातील फरक लिहा. खऱ्या पृथ्वीचे काही गुणधर्म पृथ्वीगोलातून चांगल्या पद्धतीने दाखवता येतात, पण काही गुणधर्म दाखवण्यासाठी पृथ्वीगोल तितकासा उपयुक्त नाही. एक रूपक म्हणून पृथ्वीगोलाची शक्तीस्थळे आणि मर्यादा (तृटी) यांची यादी करा. अखेरीस पृथ्वीगोल आणि त्याच्या समतुल्य पृथ्वीचा फोटो यांची तुलना करा (स्वाध्याय ३).

[वर्गात शिकवतांना मुलांना पृथ्वीगोल हाताळण्यासाठी भरपूर वेळ द्या. त्यांना निरनिराळे प्रश्न विचारा, जेणेकरून त्यांचे हाताळणे अर्थपूर्ण होईल. खाली उदाहरणादाखल काही प्रश्न दिले आहेत, त्यांची उत्तरे पृथ्वीगोल पाहून द्यावे अशी अपेक्षा आहे:

१. विषुववृत्तावर येणाऱ्या तीन देशांची नावे सांगा.
२. मकरवृत्त कुठल्या तीन खंडांमधून जाते?
३. कर्क व मकर दोन्ही वृत्ते ज्या खंडातून जातात असा खंड कुठला?

मुलांचा पृथ्वीगोलाशी चांगला परीचय झाला की त्यांना पृथ्वीचा आकार हाताने गाखवायला सांगा. त्यांना मदत लागली तर सांगा की अदृष्य पृथ्वीगोलावरून हात फिरवत आहात असे समजा. **एखादी वस्तू पुढ्यात नसतांना ती आहे असे समजून तीचा विचार करता येणे/ तिच्याबारोबर interact करता येणे हे कसब विज्ञानात महत्त्वाचे आहे**. अमूर्त विचार करण्याची ती पहीली पायरी आहे.

आपण जेव्हा पृथ्वीची आकृती काढतो तव्हा आपण त्रिमितीय पृथ्वीला द्वितितीत उतरवत असतो (अपवाद: जेव्हा आकृतीत छेद (crosssection) घेतलेला असतो). पण विचार करतांना त्रीमितीय पृथ्वीचाच करायचा असतो. फळ्यावर काढलेल्या पृथ्वीचा अर्धा भाग फळ्याच्या आत आहे आणि अर्धा बाहेर आहे असे समजून मुलांना आकृतीवर बाहेर आलेला अर्धा भाग हाताने दाखवायला सांगा. (सूचना: या घडीला पृथ्वी म्हणून फक्त एक वर्तुळ काढा, त्यात अक्ष, विषुववृत्त वगैरे बाकी काही दाखवू नका.)]

## अक्ष

पृथ्वीचा दुसरा महत्त्वाचा अवकाशीय गुणधर्म म्हणजे ती स्वत:भोवती फिरते. ती ज्या काल्पनिक रेषेभोवती

फिरते त्याला आपण अक्ष म्हणतो. हा अक्ष पृथ्वीच्या आत असून तो पृथ्वीच्या एका व्यासातून जातो (एकाद्या वस्तूच्या गोल फिरण्याचा अक्ष हा तिच्या व्यासातून किंवा तिच्या इतर कुठल्या सममिती अक्षातून गेलाच पाहिजे असे नाही. घड्याळाच्या काट्याच्या फिरण्याचा अक्ष त्याच्या एका टोकाला असतो. अशी अजून काही उदाहरणे आठवतात का पहा. आपले जे अवयव गोल फिरतात त्यांचा अक्ष शोधा.) या अक्षाभोवती पृथ्वी (गिरकी घेतल्या प्रमाणे) फरते त्यालाच आपण परिवलन म्हणतो (पृथ्वीच्या सूर्याभोवती फिरण्याचा अक्ष सूर्यामधून जातो, त्याला आपण परिभ्रमण म्हणतो). परिवलनाविषयी आपण नंतर अधिक खोलात जाऊन विचार करु, पण आत्ता अक्षाबद्दल विचार करण्याचे कारण हे की पृथ्वी गोळयासारखी गोल असल्यामुळे सर्व बाजूंनी सममित आहे. तिच्याबद्दल विचार करण्यासाठी एखाद्या वैशिष्ट्याची/ खुणेची गरज आहे. त्यासाठी आपण अक्षाचा वापर करणार आहोत. अक्ष पृथ्वीच्या पृष्टभागाला ज्या बिंदूंमध्ये छेदतो, त्यांना आपण अक्ष म्हणतो. दोन अक्ष दोन बाजूंना धरले तर अक्षाला लंब असे, पृथ्वीचे बरोबर मध्यात दोन भाग करणारे वर्तुळ म्हणजे विषुववृत्त.

<u>पृथ्वी: निरनिराळ्या दृष्टीकोनातून</u>

आता पृथ्वीगोल घ्या. अक्ष बरोबर उभा आणि विषुववृत्त बरोबर तुमच्या समोर आडवे येईल अशा प्रकारे तो धरा. आता पृथ्वीगोलाकडे पाहून त्याची आकृती काढा (स्वाध्याय: आकृती ६a).

आता अक्ष बरोबर आडवा व विषुववृत्त बरोबर उभे आशाप्रकारे पृथ्वीगोल धरून त्याची आकृती काढा (स्वाध्याय: आकृती ६b).

आता अक्ष तिरका करा आणि किंचीत तुमच्याकडे झुकवा व पृथ्वीगोलाची आकृती काढा (स्वाध्याय: आकृती ६c). या दृष्टीकोनातून आकृती काढत असतांना विषुववृत्ताचे वर्तुळ कसे काढावे लागेल?

आता अक्ष आडवा करून उत्तरधृव तुमच्या समोर येइल असा धरा. उत्तरधृवाच्या वरून अवकाशातून बघतांना पृथ्वी कशी दिसेल त्याची आकृती काढा (स्वाध्याय: आकृती ६d). तसेच दक्षिण ध्रुवाकडून बघीतले तर पृथ्वी कशी दिसेल त्याची आकृती काढा (स्वाध्याय: आकृती ६e).

[कुठल्याही आकृतीत त्या आकृतीतिल निरनिराळ्या भगांचा एकमेकांशी योग्य संबंध असला पाहिजे. या साठी दोन गोष्टिंकडे लक्ष द्यावे लागेल. एक तर प्रत्येक दोन भागांचा एकमेकांशी बरोबर अवकाशीय संबंध आहे ना (उदा.: अक्ष आणि विषुववृत्त एकमेकांना लंब आहेत ना) आणि सर्व भाग एकाच दृष्टीकोनातून पाहिल्याप्रमाणे काढले आहेत ना (अक्ष जर उत्तरध्रुवाच्या वरून पाहील्यावर दिसेल त्याप्रमाणे काढला असेल तर विषुववृत्तही उत्तरध्रुवाच्या वरून पाहिल्यावर दिसेल त्याप्रमाणेच काढले आहे ना). मुलांना बरेचदा ही सुसंगतीची संकल्पना माहीत नसते. पण **consistancy हे विज्ञानातील अत्यंत मुलभूत तत्व आहे**. त्याचे सौंदर्य मुलांना कळू द्या. मात्र त्याची सुरूवात अशा मूर्त उदाहरणांपासून करावी लागते.

मुलांना वस्तूचा खरा आकार एक असतो पण ती आपल्याला वेगळ्याच आकाराची दिसू शकते हे ही कळलेले नसते. यासाठी एक बांगडी किंवा कडे घ्या. त्याचे प्रतल जेंव्हा आपल्या दृष्टीरेषेला लंब असते तेंव्हा ते आपल्याला वर्तुळाकार दिसते. जसजसे आपण बांगडीचे प्रतल तिरके करत जाउ तसतसा त्याचा आकार लंबवर्तुलासारखा दिसू लागतो. हे लंबवर्तुळ पातळ पातळ होत जावून शेवटी जेंव्हा बांगडीचे प्रतल दृष्टीरेषेला

समांतर होइल तेंव्हा बांगडी फक्त एका रेषेसारखी दिसेल (त्यामुळे पहील्या आकृतीत विषुववृत्ताची रेष काढावी लागेल, आपण बरेचदा काढतो त्याप्रमाणे वक्ररेषा नव्हे). बांगडीच्या सावलीत हे जास्त व्यवस्थीत दिसून येइल. मुलांना घागर वगैरे नेहमीच्या वस्तूंची चित्र काढायला दिली तर त्यातूनही हे समजावून सांगता येइल.]

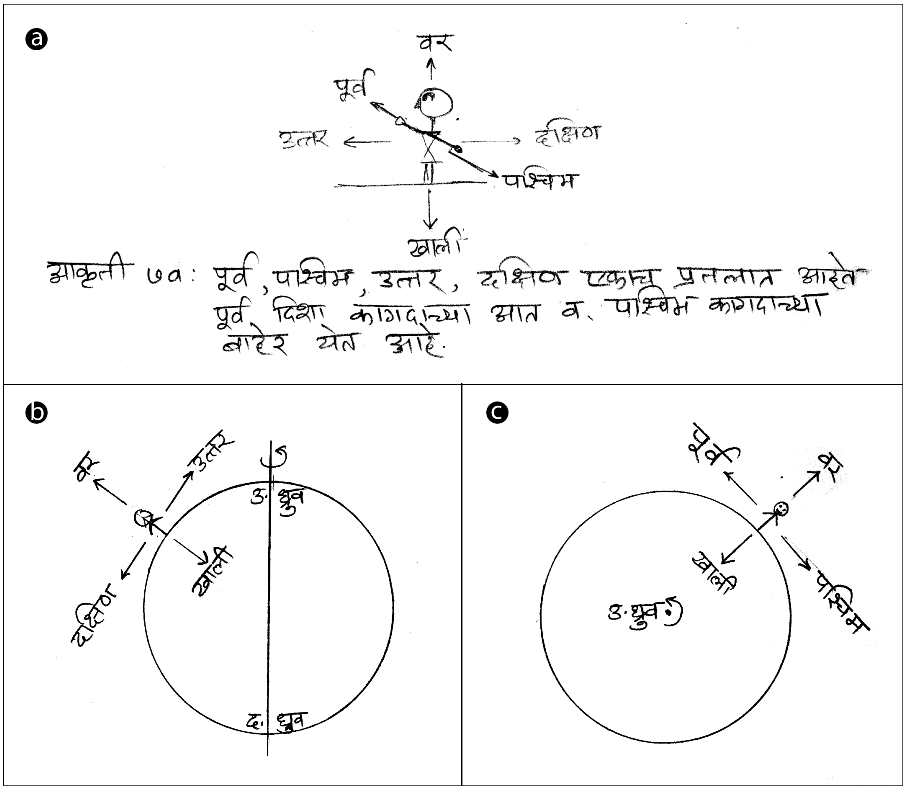
पृथ्वीवरचा माणूस आणि त्याच्या दिशा

आता पृथ्वीवर माणसे कशी उभी रहातात त्याविषयी थोडी चर्चा करू. अवकाशात सर्व दिशा सारख्याच असतात व वर आणि खाली या दिशा पृथ्वीवर तिच्या गुरूत्त्वाकर्षणामुळे ठरतात हे आपण सुरवातीला पहिलेच. पृथ्वीच्या केंद्राकडची दिशा खालची व त्याच्या विरुद्ध वरची. आता छोट्या बाहुल्या पृथ्वीगोलावर निरनिराळया खंडांमध्ये चायना-क्ले किंवा कणकीच्या सहाय्याने उभ्या करा. तुम्ही काढलेल्या सर्व स्वाध्याय आकृत्यांमध्येही (स्वाध्याय आकृती ६a, b, c, d, e) पृथ्वीच्या वेगवेगळया भागात छोटी छोटी माणसे काढा.

[वर्गात ही कृती जरूर करून घ्या. मुलांना कणकीच्या मदतीने पृथ्वीगोलावर माणसे उभी करायला सांगा. आपल्या दृष्टीने उलटी दिसणारी माणसे उभी करायला बरीच मुले धजावत नाहीत, त्यामुळे पृथ्वीगोलाचा दक्षिण ध्रुव वर धरला असेल तर अंटार्टिकेत, दक्षिण आफ्रिकेत, दक्षिण अमेरिकेत आणि ऑस्ट्रेलियात माणसे उभी करण्यावर भर द्या. अवकाशात वर आणि खाली अशा दिशा नसल्यामुळे, पृथ्वी कशीही फिरवता येईल हे समजावून सांगून पृथ्वी फिरवून दक्षिण ध्रुव वरच्या बाजूला घ्या, त्यामुळे आधी खाली-डोके-वर-पाय अशी दिसणारी माणसे सरळ होतील आणि आधी सरळ उभी राहीलेली माणसे उलटी दिसू लागतील.]

आता पृथ्वीगोलावर उभ्या केलेल्या माणसांच्या दिशा आपल्याला शोधून काढायच्या आहेत. कुठलाही एक माणूस विचारात घ्या. जशी पृथ्वीच्या केंद्राकडची, म्हणजेच आपल्या पायाकडची दिशा 'खाली' आहे, तशी पृथ्वीगोलाच्या केंद्राकडची, म्हणजे त्या माणसाच्या पायाकडची दिशा त्याच्यासाठी 'खाली' आहे. त्याच्या डोक्याकडची दिशा 'वर'. पृथ्वीवरच्या कुठल्याही ठिकाणाहून उत्तरध्रुवाकडची दिशा 'उत्तर', आणि त्याच्या उलटीकडची म्हणजे दक्षिण ध्रुवाकडची दिशा म्हणजे दक्षिण (आकृती ७a).
आता तुमच्या बाजूच्या दिशा ठरवा. त्यापैकी उत्तरेकडे तोंड करून उभे रहा. तुमच्या कुठल्या हाताला पूर्व येते? उजव्या. पृथ्वीगोलावरचा माणूसही उत्तरेकडे (उत्तरध्रुवाकडच्या दिशेला) तोंड करून उभा करा. त्याचा उजवा हात जिकडे आहे ती त्याची पूर्व (पृथ्वीगोलावरच्या माणसाची पूर्व ठरवण्यासाठी तुम्हाला ती त्याच्यासारखे उभे आहात असे मानावे लागेल. तुमचे शरीर किंचित वळवून त्याच्याप्रमाणे करायचा प्रयत्न करा म्हणजे त्या माणसाचा उजवा हात ठरवणे सोपे जाइल). पूर्वेच्या उलटीकडची, म्हणजेच त्या माणसाच्या डाव्या हाताची दिशा पश्चिम (आकृती ७a).
आता या दिशा आपल्याला आकृतीत दाखवायच्या आहेत. द्विमितीय कागदावर ६ दिशा कशा दाखवायच्या? 'वर', 'उत्तर' व 'पूर्व' या तीन दिशा X, Y आणि Z अक्षाप्रमाणे एकमेकांना लंब आहेत. त्यामुळे कुठल्याही चार दिशा कागदावर दाखवल्या की उरलेल्या दोन दिशा कागदाच्या पृष्टभागाला लंब आत आणि बाहेर अशा असतील. उदाहरणार्थ नकाशा जमिनीला समांतर धरून नकाशात उत्तर, दक्षिण, पूर्व आणि पश्चिम या चार

दिशा दाखवतात. वर ही दिशा नकाशाच्या कागदाला लंब, बाहेर येणारी असते आणि खाली ही दिशा आत जाणारी असते. पृथ्वीवरगोलावरच्या माणसाच्या वर, खाली, उत्तर, दक्षिण या दिशा आकृती ७b मध्ये दाखवल्या आहेत आणि वर, खाली, पूर्व, पश्चिम या दिशा आकृती ७c मध्ये दाखवल्या आहेत. या दिशा दाखवता याव्यात म्हणून पृथ्वीच्या योग्य त्या दृष्टीकोनातून काढलेल्या आकृत्या निवडल्या आहेत. तुम्ही स्वाध्याय आकृती ६a, b, c, d, e मध्ये काढलेल्या माणसांपैकी प्रत्येक आकृतीतील एका माणसाच्या (योग्य त्या चार) दिशा दाखवा.




आकृती ७

[वर्गात शिकवतांना लहानशा चकतीवर उत्तर, दक्षिण, पूर्व आणि पश्चिम या चार दिशा काढा. ज्या माणसाच्या दिशा ठरवायच्या आहेत, त्याची उत्तर दिशा ठरवली की चकतीवरील उत्तर दिशेचा बाण उत्तर ध्रुवाकडे असेल अशा पद्धतीने चकती त्या माणसाच्या पायात ठेवा, म्हणजे बाकीच्या दिशा आपोआप कळतील.]

<u>क्षितिजाची रेषा</u>

जर पृथ्वी गोल आहे तर आपल्याला जवळ जवळ सपाट आहे असे का दिसते? वर्तुळाची त्रिज्या वाढवत नेली की त्याची वक्रता कमी होत जाते. परिणामी, मोठ्या त्र्ज्येच्या वर्तुळाचा परिघ जवळ जवळ सपाट दिसतो. हे मुलांना समजावून सांगण्यासाठी हातवाऱ्यांची मदत घेता येईल. समजा तुम्ही पिंगपॉंगचा चेंडू हातात धररा आहे असे समजा, तुमचा हात कसा असेल? आता क्रिकेटचा चेंडू दरला आहे असे समजून हाताचा आकार

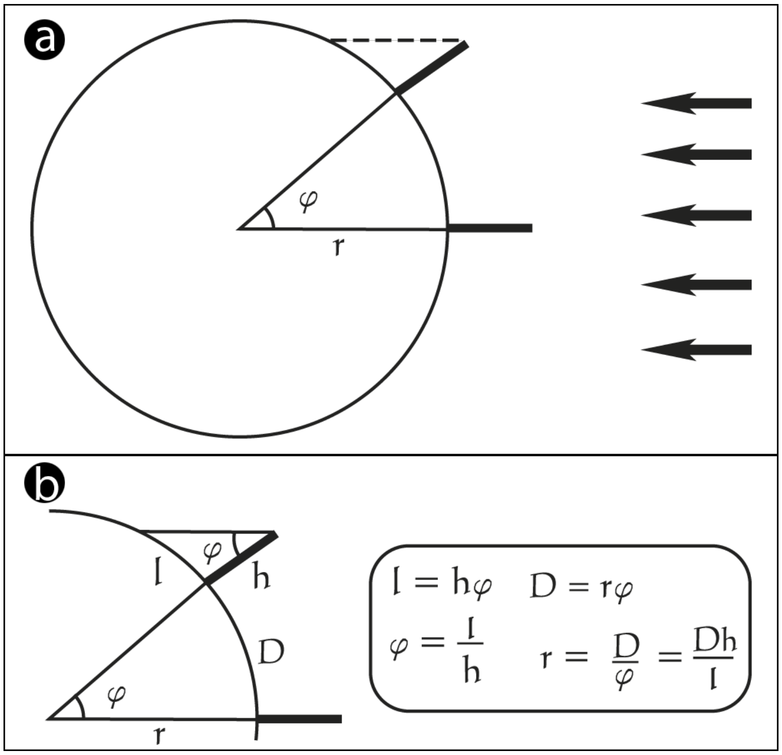
बदला, आता काल्पनिक फुटबॉल हातात धरा. हाताचा तळवा सपाट होत जातो हे मुलांच्या लक्षात आणून द्या. अखेरीस मुलांना विचारा की सर्वात मोठा कुठला गोळा आपल्याला हातात धरता येईल? कसा धरावा लागेल? सर्वात मोठा उपलब्ध असलेला गोळा पृथ्वी हा असून तो धरण्यासाठी पालथे पडून हात पसरावे लागतील असे उत्तर मुलांनी दिले तर आपले शिकवणे त्यांना समजते आहे असे मानायला हरकत नाही.
स्वाध्याय आकृती ८a, b, c, d मध्ये पृथ्वीचा आकार क्रमाक्रमाने वाढवत नेला आहे. त्यावर उभ्या राहिलेल्या माणसांचा (A, B, C, D) आकार मात्र तोच ठेवला आहे. आता प्रत्येक माणसाला त्याच्या पृथ्वीचा किती लांबपर्यंतचा पृष्टभाग दिसेल? A ला काढल्याप्रमाणे तुम्हाला प्रत्येक माणसाच्या डोक्यापासून पृथ्वीला स्पर्शिका काढाव्या लागतील (सोयीसाठी डोळे डोक्याच्या टोकाला आहेत असे मानले आहे). प्रत्येक आकृतीत दोन बाजूला काढलेल्या दोन स्पर्शिकांमधील कोन मोजा? पृथ्वी मोठी होत गेली तसा कोनात काय फरक पडत गेला. जर पृथ्वी माणसाच्या मानाने खूपच मोठी असली तर कोन जवळ जवळ १८० अंशाचा होईल का? म्हणजेच जवळ जवळ सपाट क्षितिज दिसेल का?
हा युक्तीवाद पृथ्वीचा आकार कायम ठेवून माणसाचा आकार कमी करत नेऊनही करता येऊ शकतो. त्यासाठी स्वध्याय आकृती ९ (a, b, c, d) काढा.
स्वाध्याय आकृती ८D मध्ये पृथ्वीची त्रिज्या माणसाच्या उंचीच्या २२ पट आहे? खरी त्रिज्या किती पट आहे हे तुम्हाला माहीत आहे का? ते आपण 'पृथ्वीची त्रिज्या' या भागात शोधून काढू.

एकाद्या ठिकाणची क्षितिजाची रेषा म्हणून त्या ठिकाणी स्पर्शिका काढून चालेल ना? आपण यापुढे आपण असा संकेत (प्रघात/प्रथा) पाळणार आहोत.

स्वाध्याय आकृती १० मधील माणसांचे क्षितिज काढून त्यावरून त्यांची निरिक्षणे कशी असतील याचे भाकीत करा.

<u>पृथ्वीची त्रिज्या</u>
पृथ्वीचा आकार खूप मोठा असल्यामुळे ती गोळ्यासारखी गोल असूनही सपाट आहे असे वाटते. पण पृथ्वीचा आकार नक्की किती मोठा आहे? कसा आणि कुणी शोधला असेल पृथ्वीचा आकार?
स्वाध्याय २ मध्ये तुमच्या लक्षात आले असेल की पृथ्वीवर पडणारी सूर्यकिरणे समांतर आहेत असे आपण मानू शकतो. या गृहितकाच्या आधारे इराथोस्तेनिस या ग्रीक शास्त्रज्ञाने पृथ्वीच्या आकाराचा पहिला अंदाज काढला. आपणही त्याच्याच पद्धतीने पृथ्वीची त्रिज्या किती आहे हे शोधून काढू.

स्वाध्याय २ (आकृती ४) मध्ये तुम्ही पृथ्वीवरच्या दोन वेगवेगळ्या ठिकाणी पडणारी सावली काढलीत. तशाच प्रकारची अजून एक आकृती (आकृती ११) खाली दिली आहे. A या ठिकाणी सूर्य डोक्यावर असल्या कारणाने सावलीची लांबी शून्य आहे. त्याचवेळी विषुववृत्तापासून $\phi$ रॅडियन अक्षवृत्तावर B या ठिकाणी $h$ इतक्या उंचीच्या काठीच्या सावलीची लांबी $l$ आहे. A आणि B मधील अंतर D इतके असेल आणि पृथ्वीची त्रिज्या $r$ असेल तर




आकृती ११

$D = r\phi$ (ϕ रॅडियन मध्ये मोजला आहे, रॅडियन हे कोनाचे माप मोजयचे एकक आहे)

$\phi = l/h$ (ϕ लहान असला तर)

$\therefore D = rl/h$

$r = Dh/l$

आता जेव्हा तुमच्या ग्नोमनच्या काठीची लांबी (h) १से.मी असते व आजच्या लहानात लहान सावलीची लांबी (l) १से.मी. असते तेव्हा सावलीची लांबी शून्य असणारे ठिकाण इथून ६४०० कि.मी. दूर असते (D). यावरून पृथ्वीची त्रिज्या (r) काढा (एकके सारखी करायची काळजी घ्या). इराथोस्तेनिसने दोन हजार वर्षांपूवी या पद्धतीने पृथ्वीची त्रिज्या शोधून काढली, ती साधारण 6400 कि.मी. आहे.

माणसाची उंची जास्तीत जास्त 2 मीटर (6.5 फूट) असते. पृथ्वीची त्रिज्या 6400 कि.मी. म्हणजे 6400000 मी. आहे. यावरून पृथ्वीची त्रिज्या माणसाच्या उंचीच्या किती पट आहे ते काढा.

(पृथ्वी गोल आहे हे मुलांना समजावून सांगण्यासाठी लिहिलेला 'पृथ्वीचा आकार' हा लेख सोबत जोडला आहे. हा भाग वर्गात शिकवून झाला की तो लेख ३-३ मुलांच्या गटात वाचायला द्या. लेखात काही आकृत्या दिल्या आहेत व त्या मुलांनी पूर्ण करायच्या आहेत, त्या त्यांना तिथेच पूर्ण करायला द्या, कच्चे-पक्के करायची गरज नाही.)

**प्रथमिक खगोलशास्त्र**

**।स्वाध्याय ३।**

**।समुद्र-वसने देवि, पर्वत-स्तन-मंडिते।**

A. कमीत कमी ३ फरक लिहा:

| | खरी पृथ्वी | पृथ्वीचा फोटो |
|---|---|---|
| १ | | |
| २ | | |
| ३ | | |
| ४ | | |

(३ गुण)

| | खरी पृथ्वी | पृथ्वीगोल |
|---|---|---|
| १ | | |
| २ | | |
| ३ | | |
| ४ | | |

(३ गुण)

पृथ्वीगोलाची शक्तीस्थळे

१.

२.

३.

पृथ्वीगोलाच्या मर्यादा

१.

२.

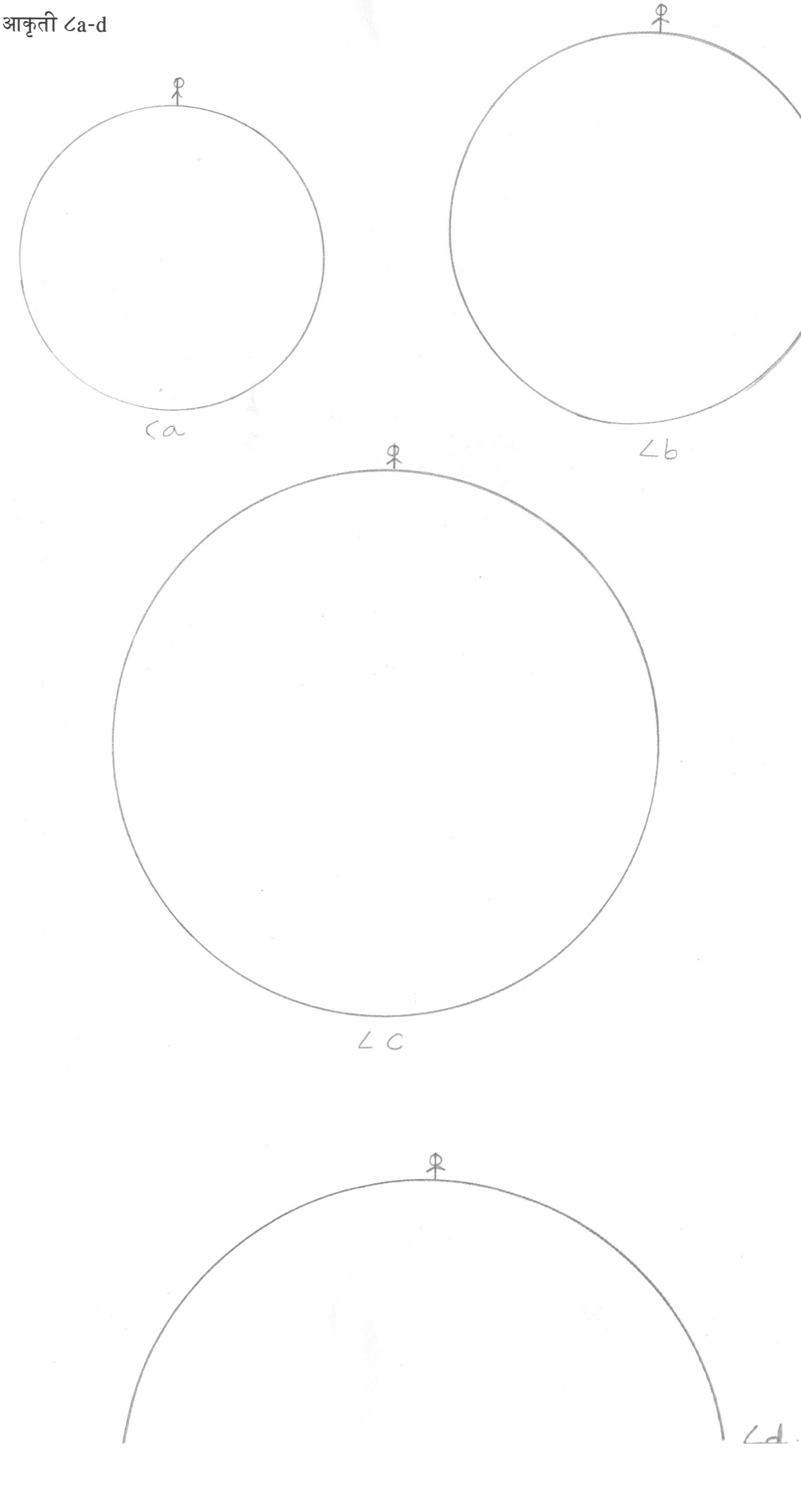
(५ गुण)

| | पृथ्वीचा फोटो | पृथ्वीगोल |
|---|---|---|
| १ | | |
| २ | | |
| ३ | | |
| ४ | | |

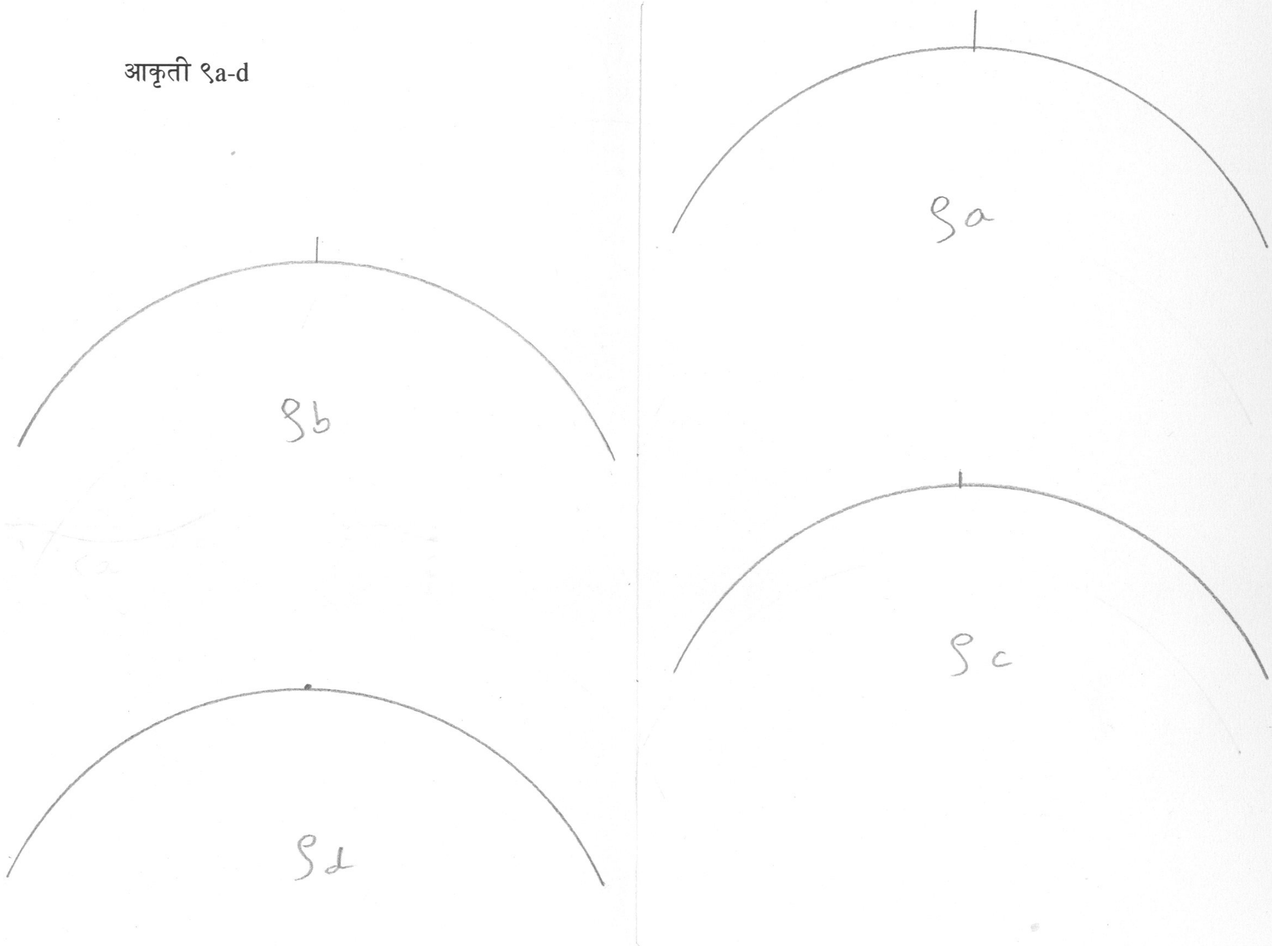
(३ गुण)

B. आकृती ६a-e

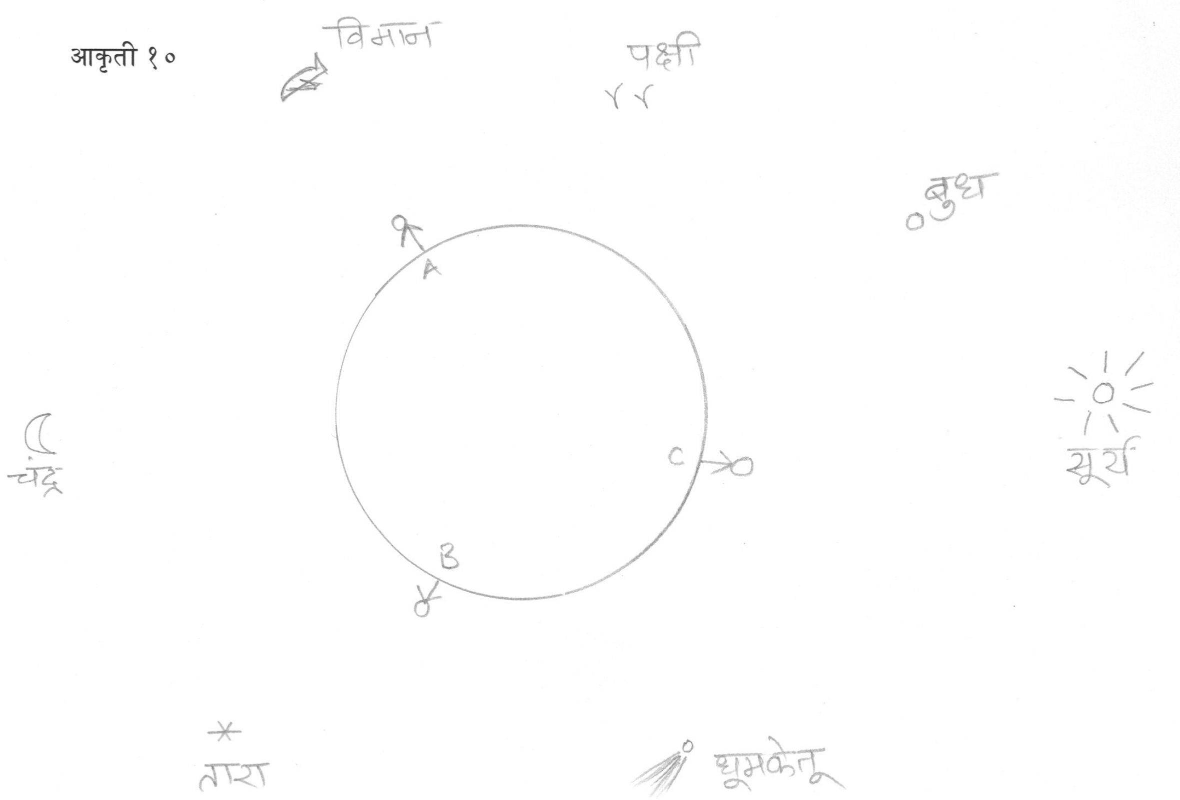
आकृती ८a-d



आकृती ९a-d




आकृती १०



E. माणसाची उंची जास्तीत जास्त 2 मीटर (6.5 फूट) असते. पृथ्वीची त्रिज्या 6400 कि.मी. म्हणजे 6400000 मी. आहे. यावरून पृथ्वीची त्रिज्या माणसाच्या उंचीच्या किती पट आहे ते काढा.