An experiment on measuring volumes

चला आकारमान मोजूया!

Learning from "The crow and the pitcher" story

Image 1: The Crow and the Pitcher
चित्र 1: कावळा आणि पाण्याची घागर

Do you remember the childhood fable of the crow and the pitcher? (See figure 1.) In this unit, we will imitate the crow in the story and use the concept that 'a body submerged in water displaces an amount of water equivalent to its volume', to carry out some measurements. The last task (#5) in this unit is closely related to the tale — and you may reach a surprising conclusion at the end of it!

तुमच्या लहानपणी एक तहानलेला कावळा आणि पाण्याच्या घागरीची गोष्ट तुम्ही ऐकलेली आठवते का? (चित्र 1 पाहा). या अध्ययन घटकात, आपण गोष्टीतील कावळ्याच्या कृतीचे अनुकरण करून 'एखादी वस्तू पाण्यात टाकली असता वस्तू तिच्या आकारमानाइतके पाणी विस्थापित करते' हे तत्त्व वापरून काही मापने घेणार आहोत. शेवटची कृती (#५) आणि या दंतकथेचा जवळचा संबंध आहे — अध्ययन घटकाच्या शेवटी तुम्हाला एक आश्चर्यकारक निष्कर्ष मिळेल!

Are you familiar with these ideas?
तुम्हाला पुढील संकल्पना माहीत आहेत का?

- Volume
  आकारमान
- Displacement of fluids by solid objects
  स्थायू वस्तूंद्वारे द्रवांचे होणारे विस्थापन
- Average/ Mean
  सरासरी

Materials required
कृतीसाठी लागणारे साहित्यः

- A narrow transparent cylinder (or a transparent 500 mL water bottle with the top cut off; the cylinder need not have uniform diameter across its length)
  अरुंद तोंडाचे एक पारदर्शक मोजपात्र (किंवा तोंडाकडे कापलेली 500 मिली. पाण्याची रिकामी बाटली; मोजपात्राचा व्यास लांबीभर एकसमान असण्याची गरज नाही)
- Glass marbles (~40) of similar size
  साधारणपणे सारख्याच आकाराच्या काचेच्या गोट्या (सुमारे ४०)
- Small irregular stone which can fit into the cylinder comfortably (see note in task 4)
  मोजपात्रात सहजपणे जाईल असा लहान, अनियमित आकाराचा दगड (कृती 4 मधील टीप पाहा)
- Ruler
  फूटपट्टी

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. May, 2022

- Marker pen (fine-tipped)
  खुणा करण्यासाठी निमुळते टोक असलेला मार्कर पेन
- Straight edge (like another ruler or edge of a notebook)
  सरळ कडा असलेली वस्तू (दुसरी फूटपट्टी किंवा वहीची कडा)
- Beaker (with graduated volume markings)
  आकारमानाच्या खुणा असलेले चंचुपात्र
- A tray or tough may be kept to collect water spills
  पाणी सांडू नये यासाठी ट्रे किंवा पसरट भांडे

Task 1: Creating your own volume measuring instrument (a graduated cylinder)
कृती १: आकारमान मोजण्यासाठी स्वतःचे साधन तयार करणे (अंशांकित मोजपात्र)

i. Use a beaker to carefully measure 50 mL water and transfer it to the transparent cylinder. Mark the height of the water column on the cylinder using a marker pen.
50 मिली. पाणी अचूकपणे मोजण्यासाठी एक चंचुपात्र घ्या आणि तुम्ही बनविलेल्या पारदर्शक मोजपात्रात न सांडता ओता. या मोजपात्रात 50 मिली. पाण्याची पातळी जेथे आहे, तेथे मार्कर पेन वापरून 50 मिली. म्हणून खूण करा.

ii. Repeat this till the cylinder is almost full, marking successive heights at the steps of 50 mL.
अशा प्रकारे, हे मोजपात्र पूर्ण भरेपर्यंत ही कृती पुन्हापुन्हा करा. प्रत्येक वेळी 50 मिली. पाणी भरल्यानंतर पाण्याची पातळी जेथे पोहोचेल, तेथे मोजपात्रावर खूण करा.

iii. Label the markings with appropriate multiples of 50 mL (50, 100, 150,...).
अशा प्रकारे, मोजपात्रावर प्रत्येक 50 मिली. पाणी भरल्यानंतर 50 मिली., 100 मिली., 150 मिली., ... अशा खुणा करा.

Now you have a graduated cylinder which measures volume. You will notice that we can use this cylinder to reliably measure any difference of 50ml and all readings recorded are multiples of 50 mL. Hence, 50 mL is the least count of this graduated cylinder. If the water level is between two markings, we take the reading as the mark that is closest to the water level.

आता तुमच्याजवळ एक अंशांकित मोजपात्र आहे आणि आकारमान मोजण्यासाठी तुम्ही त्याचा वापर करू शकता. तुमच्या लक्षात आले असेल की या अंशांकित मोजपात्राने कमीत कमी आणि फक्त 50 मिली.च्या पटीतील आकारमान आपण मोजू शकतो. म्हणून, या अंशांकित मोजपात्राचे लघुतम माप 50 मिली. आहे, असे म्हणता येईल. जर पाण्याची पातळी दोन खुणांच्या दरम्यान असेल, तर पाण्याची पातळी मोजपात्रावरील ज्या खुणेजवळ असेल, ते मापन आपण घेतो.

The maximum volume your graduated cylinder can measure is (Highest marking on the cylinder)

तुमचे अंशांकित मोजपात्र सर्वात जास्त किती आकारमान मोजू शकते? _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

Task 2: Measuring the average volume of marbles
कृती २: गोट्यांचे सरासरी आकारमान मोजणे

i. Take the empty graduated cylinder and fill it up to the 200 mL mark.
आता रिकामे अंशांकित मोजपात्र घ्या आणि त्यात 200 मिली. खुणेपर्यंत पाणी भरा.

ii. Drop the marbles in the cylinder, one by one while counting them, until the water level rises up to the next mark. Ensure that all the marbles are fully submerged in water. That is, the level of the water should be above all the marbles. The water level rises because each marble displaces an amount of water equal to its own volume.
मोजपात्रात एक-एक मोजत काचेची गोटी पाण्यात टाकत रहा, जोपर्यंत पाण्याची पातळी पुढच्या खुणेपर्यंत वाढत नाही.

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. May, 2022

खात्री करा की सर्व गोट्या पाण्यात पूर्णपणे बुडलेल्या आहेत. म्हणजेच पाण्याची पातळी सर्व गोट्यांच्या वर पोहोचली आहे. मोजपात्रातील पाण्याची पातळी वाढते कारण प्रत्येक काचेच्या गोटी तिच्या स्वतःच्या आकारमानाएवढे पाणी विस्थापित करते.

Volume of water before adding marbles .
गोट्या पाण्यात टाकण्यापूर्वी पाण्याची पातळी ______________________________

Volume of water after adding marbles .
गोट्या पाण्यात टाकल्यानंतर वाढलेली पाण्याची पातळी ____________________________

Number of marbles required to raise the water level to the next mark ________________________. Thus, __________ marbles displace _____________ volume of water.
पाण्याची पातळी पुढच्या खुणेपर्यंत वाढण्यासाठी पाण्यात टाकलेल्या गोट्यांची संख्या ________
अशा प्रकारे, ________ गोट्यांमुळे पाण्याच्या पातळीत _________मिली. एवढी वाढ झाली.

iii. Use this result to estimate the average volume of one marble, obtained experimentally (V_{exp}).
प्रयोगातून मिळालेल्या वाचनांचा वापर करा आणि एका गोटीचे सरासरी आकारमान काढा.

Average volume of one marble .
एका गोटीचे सरासरी आकारमान ___________________.

Task 3: Calculating the average volume of marbles
कृती 3: आणखी एका वेगळ्या पद्धतीने गोटीचे आकारमान काढणे

i. Keep ten marbles in a straight line touching each other. (You can create a long narrow channel by placing a straight edge and a ruler parallel to one another with a gap in between, with the marbles lined up in the gap.)
दहा गोट्या एकमेकांना चिकटून एका सरळ रेषेत ठेवा. तुम्ही एका बाजूला फूटपट्टी आणि दुसऱ्या बाजूला एक सरळ कडा असलेली वस्तू ठेवून लांब पन्हळीसारखी व्यवस्था करू शकता आणि त्या पन्हळीमध्ये गोट्या एकमेकांना चिकटून ठेवू शकता. दोन फूटपट्ट्यांच्या मध्ये गोट्या एकमेकांना चिकटून ठेवा.

ii. Measure the end-to-end length of the line of marbles.
सरळ रेषेतील गोट्यांची एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंत लांबी मोजा.

End-to-end length of ten marbles
दहा गोट्यांची एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंत लांबी __________________________.

iii. Use this measurement to estimate the average radius of the marbles.
या मापनांचा वापर करून गोट्यांची अंदाजे सरासरी त्रिज्या काढा.

Average radius of one marble
एका गोटीची सरासरी त्रिज्या =_______________________________

iv. Calculate the volume of a marble (sphere) $V_{Calc} = \frac{4}{3} \pi r^3$ using the radius you have obtained.

एका गोटीचे (गोल) आकारमान काढण्यासाठी तुम्ही शोधलेली त्रिज्या (VCalc=) वापरा.

Volume of one marble (obtained using the formula)
एका गोटीचे आकारमान = _______________________________________

Comparing the volume of a marble estimated by two different methods

दोन भिन्न पद्धतींनी मोजलेल्या गोटीच्या आकारमानांची तुलना करणे

v. You may notice that the volumes obtained by these two methods differ slightly from each other. One can estimate percentage difference as the ratio (expressed in percentage) of “the difference in volume” to “the volume of a marble” (by either method).

वरील दोन्ही पद्धतींनी मिळालेल्या आकारमानांमध्ये किंचित फरक आहे, हे तुमच्या लक्षात आले असेल. हा फरक किती टक्के आहे तो 'आकारमानातील फरक' (टक्क्यांमध्ये मांडलेले) आणि 'गोटीचे आकारमान' (कोणत्याही एका पद्धतीने काढलेले) यांच्या गुणोत्तरावरून अंदाजे काढता येतो

Percentage difference =
फरक टक्क्यांमध्ये = _______________

Task 4: Measuring the volume of an irregular stone
कृती ४: अनियमित आकाराच्या दगडाचे आकारमान मोजणे

i. Fill the cylinder with water to the 200 mL mark.
मोजपात्र 200 मिली. खुणेपर्यंत पाण्याने भरा.

ii. Put an irregular stone in the water. (The stone should be completely immersed inside the water with the water level at least 1-3 cm above the upper surface of the stone.)
या पाण्यात एक अनियमित आकाराचा दगड (साधारणपणे बॅटरीच्या आकाराएवढा) सोडा (जेणेकरून दगड पाण्यात पूर्णपणे बुडालेला असेल आणि पाणी दगडापेक्षा किमान 1-2 सेंमी.वर असेल, याची खात्री करा).

iii. Estimate the volume of the stone by observing the amount of water displaced. Unless the water level matches with one of the markings, this will only be approximate measurement.
दगडामुळे विस्थापित झालेल्या पाण्याची पातळी पाहून दगडाच्या आकारमानाचा अंदाज घ्या. जोपर्यंत मोजपात्रावरील पाण्याची पातळी कोणत्याही खुणेबरोबर जुळत नाही, तोपर्यंत हे वाचन एक अंदाज असेल.

iv. Now, immerse enough marbles to bring the water level up to the next marking. Volume of water before adding the stone____________________________
आता, मोजपात्रात एवढ्या गोट्या टाका की पाण्याची पातळी वरच्या खुणेशी जुळेल.
दगड टाकण्यापूर्वी पाण्याची पातळी _____________________________

Number of marbles required to raise the water level to the next mark _______________________
The irregular stone +_______________marbles displaced_______________volume of water.
पाण्याची पातळी वरच्या खुणेपर्यंत वाढण्यासाठी पाण्यात टाकलेल्या गोट्यांची संख्या _____________
अनियमित दगड + _______ गोट्या यांमुळे ________ मिली. पाणी विस्थापित झाले.

v. Use the mean volume of marbles, V_{exp} obtained in task 2 to determine the volume of the stone more precisely.
दगडाचे आकारमान अधिक अचूकपणे काढण्यासाठी कृती 2 मध्ये मिळालेले गोट्यांचे सरासरी आकारमान (V_{exp}) वापरा.

Volume of the irregular stone
अनियमित दगडाचे आकारमान __________________________

Task 5: A challenge
कृती ५: एक आव्हान

CC-BY-SA 4.0 license, HBCSE. May, 2022

i. Fill up the cylinder with water to the 50 mL mark.
मोजपात्रात 50 मिली. पाणी भरा.

ii. By adding enough marbles, try to raise the water level to the top of the cylinder. If you do not succeed in raising the water level to the top, can you estimate the maximum marking to which the water level rises?
पुरेशा गोट्या पाण्यात टाका आणि पाण्याची पातळी मोजपात्राच्या वरच्या टोकापर्यंत वाढविण्याचा प्रयत्न करा. तुम्हाला पाण्याची पातळी सर्वांत वरच्या खुणेपर्यंत नेण्यात यश आले नाही, तरी पाण्याची पातळी सर्वांत जास्त कोणत्या खुणेपर्यंत पोहोचू शकते, हे तुम्ही सांगू शकाल का?

Maximum marking to which the water level rises
पाण्याची पातळी सर्वांत जास्त ज्या खुणेपर्यंत वाढली ती खूण____________________

Number of marbles required to increase the volume by this amount
पाण्याची पातळी वाढण्यासाठी लागलेल्या गोट्यांची संख्या______________________

iii. Can you think of an explanation for this?
याच्या स्पष्टीकरणाचा विचार करा?

____

____

____

____

iv. Do you think the thirsty crow would have succeeded in quenching its thirst? Explain your answer.
तहानलेल्या कावळ्याची तहान भागली असेल का? तुम्हाला काय वाटते, कारणे द्या.

____

____

____

____

Image sources
छायाचित्राचा स्त्रोत

- Image 1: *The Crow and the Pitcher: From The Aesop for Children, by Aesop, illustrated by Milo Winter, Project Gutenberg etext 1994*

Credits

Main Authors: Ananda Dasgupta, Keyuri Raodeo

Contributing Author: Aniket Sule

Reviewers: Arnab Bhattacharya, Vandana Nanal

Editors: Beena Choksi, Geetanjali Date, Ankush Gupta, Reema Mani, K. Subramaniam

Marathi Translator: Abhijeet Malandkar

Marathi Editorial Team: Deepa Chari, Aaloka Kanhere, Vijay D. Lale

Creative Commons Licene: CC BY-SA 4.0 International, HBCSE