

## LU 8.11 An Experiment on Measuring Volumes

### LU 8.11 કદ માપવા પર એક પ્રયોગ

Learning from "The crow and the pitcher" story

‘તરસ્યા કાગડા’ની વાર્તાથી શીખવું!

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 in this unit is closely related to the tale — and you may reach a surprising conclusion at the end of it!

શું તમને બાળપણમાં સાંભળેલી ‘તરસ્યા કાગડા’ની વાર્તા યાદ છે?(આકૃતિ 1 જુઓ) આ શૈક્ષણિક એકમમાં, આપણે વાર્તાના કાગડાનું અનુકરણ કરીશું. "જ્યારે કોઈપણ વસ્તુ પાણીમાં ડૂબી જાય છે ત્યારે તે પોતાના કદ સમાન માત્રામાં પાણીને વિસ્થાપિત કરે છે", આ સિદ્ધાન્તનો ઉપયોગ કરી આપણે કેટલાક માપ લઈશું. આ એકમનું છેલ્લું કાર્ય ‘તરસ્યા કાગડા’ની વાર્તાથી નિકટની સંબંધિત છે- અને તેના અંતમાં તમે એક આશ્ચર્યજનક નિષ્કર્ષ પર પહોંચી શકો છો.



Figure 1 : The Crow and the Pitcher  
આકૃતિ 1 : ‘તરસ્યા કાગડા’ની વાર્તા

From The Aesop for Children, by Aesop, illustrated by Milo Winter, Project Gutenberg etext 1994

#### Materials

#### સામગ્રી

- 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)  
એક સાંકડું પારદર્શક નળાકાર (સિલિન્ડર) (અથવા 500 મિલી પાણીની બોટલ લો અને તેનો ઉપરનો ભાગ કાપી નાખો).
- Glass marbles (~40) of similar size  
સમાન કદની કાચની લખોટીઓ (માર્બલ્સ) (~40)
- Small irregular stone which can fit into the cylinder comfortably (see note in task 4)  
એક નાનો અનિયમિત આકારનો પથ્થર જે નળાકારમાં આરામથી સમાય શકે છે (કાર્ય 4 માં નોંધ જુઓ)
- Ruler

## માપપટ્ટી

- Marker pen (fine tipped)  
માર્કર પેન (જે પાતળી નિશાની દોરી શકે)
- Straight edge (like another ruler or edge of a notebook)  
સીધી ધાર (અન્ય માપપટ્ટી અથવા પુસ્તકની ધાર જેવું)
- Beaker (with graduated volume markings)  
બીકર (કદના અંકિત ચિહ્નો સાથે)
- A tray may be kept to collect water spills  
ઢોળાયેલું પાણી એકત્રિત કરવા માટે એક પાત્ર રાખી શકાય

Are you familiar with these ideas?

શું તમે આ વિચારોથી પરિચિત છો?

- Volume  
કદ (વોલ્યુમ)
- Displacement of fluids by solid objects  
ઘન પદાર્થો દ્વારા પ્રવાહીનું વિસ્થાપન
- Average/ Mean  
સરેરાશ (મધ્યક)

Task 1: Creating your own volume measuring instrument (a graduated cylinder)

કાર્ય 1: તમારું પોતાનું કદ માપન સાધન બનાવવું (અંકિત નળાકાર)

- 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.  
બીકરનો ઉપયોગ કરી કાળજીપૂર્વક 50 મિલી પાણી માપો અને તેને પારદર્શક નળાકાર(સિલિન્ડર) માં નાખો. માર્કર પેન નો ઉપયોગ કરી નળાકાર પર પાણીનું સ્તર ચિહ્નિત કરો.
- Repeat this till the cylinder is almost full, marking successive heights at the steps of 50 mL.  
નળાકાર લગભગ ભરાઈ ન જાય ત્યાં સુધી આનું પુનરાવર્તન કરો, દરેક 50 મિલી એ નળાકારને ચિહ્નિત કરો.
- Label the markings with appropriate multiples of 50 mL. (50, 100, 150,...)  
50 મિલીના યોગ્ય ગુણાંક સાથે નિશાનોને ચિહ્નિત કરો. (50,100, 150, ...)

Now you have a graduated cylinder which measures volume. You will notice that we can use this cylinder to measure volume only in 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. હવે, તમારી પાસે એક અંકિત નળાકાર છે, જે કદ માપી શકે છે. તમે જોશો કે આપણે આ નળાકારનો ઉપયોગ ફક્ત 50 મિલીના ગુણાંકમાં કદ માપવા માટે કરી શકીએ છીએ. તેથી 50 મિલી એ આ અંકિત નળાકારનું 'લઘુત્તમ માપ' (લીસ્ટ કાઉન્ટ) છે. જો પાણીનું સ્તર બે ચિહ્નોના વચ્ચે હોય, તો આપણે પાણીના સ્તરની વધુ નજીકના ચિહ્ને ધ્યાનમાં લઈ શકીએ છીએ.

The maximum volume your graduated cylinder can measure is \_\_\_\_\_ (highest marking on the cylinder).

તમારા અંકિત નળાકારથી માપી શકાતું મહત્તમ કદ (નળાકાર પર સૌથી વધુ ચિહ્નિત ગુણાંક) \_\_\_\_\_ છે.

**Task 2: Measuring the average volume of marbles****કાર્ય 2: લખોટીઓનું સરેરાશ કદ માપવું**

i. Take the empty graduated cylinder and fill it up to the 200 mL mark.

ખાલી અંકિત નળાકાર લો અને તેમાં 200 મિલી ચિન્હ સુધી પાણી ભરો.

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.

નળાકારમાં એક પછી એક, ગણતરી કરતા, લખોટીઓ નાખો. આ પ્રક્રિયા ત્યાં સુધી કરો, જ્યાં સુધી પાણીનું સ્તર આગલા ચિન્હ સુધી ન વધે. ખાતરી કરો કે **બધી** લખોટીઓ **સંપૂર્ણપણે** પાણીમાં ડૂબી ગયી છે. એટલે કે, પાણીનું સ્તર બધી લખોટીઓથી ઉપર હોવું જોઈએ. પાણીનું સ્તર વધે છે કારણ કે દરેક લખોટી પોતાના કદ જેટલા પાણીને વિસ્થાપિત કરે છે.

Volume of water before adding marbles \_\_\_\_\_

લખોટીઓ ઉમેરતા પહેલા પાણીનું કદ - \_\_\_\_\_

Volume of water after adding marbles \_\_\_\_\_

લખોટીઓ ઉમેર્યા પછી પાણીનું કદ - \_\_\_\_\_

Number of marbles required to raise the water level to the next mark \_\_\_\_\_

Thus, \_\_\_\_\_ marbles displace \_\_\_\_\_ volume of water.

આગળના ચિન્હ સુધી પાણીના સ્તરને વધારવા માટે જરૂરી લખોટીઓની સંખ્યા - \_\_\_\_\_

આમ, \_\_\_\_\_ લખોટીઓ પાણીના - \_\_\_\_\_ કદ ને વિસ્થાપિત કરે છે.

iii. Use this result to estimate the average volume of one marble, obtained experimentally. ( $V_{exp}$ )

Average volume of one marble - \_\_\_\_\_

એક લખોટીનું અંદાજિત કદ માપવા માટે આ પરિણામનો ઉપયોગ કરો. ( $V_{exp}$ )

એક લખોટીનું સરેરાશ કદ - \_\_\_\_\_

**Task 3: Comparing the volume of a marble estimated by two different methods****કાર્ય 3: બે અલગ અલગ પદ્ધતિઓ દ્વારા લખોટીના અંદાજિત ઘનફળની તુલના**

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.)

એક સીધી રેખામાં એકપછી એક 10 લખોટીઓ, એકબીજાને અડીને ગોઠવો. (એક સીધી ધાર અને માપપટ્ટીને એક બીજા સાથે સમાંતર મૂકીને, તમે લાંબી, સાંકડી જગ્યા બનાવો અને તેમની વચ્ચેના અંતરાલમાં લખોટીઓ ગોઠવો.)

ii. Measure the end-to-end length of the line of marbles.

End-to-end length of ten marbles \_\_\_\_\_

લખોટીઓના એક છેડાથી બીજા છેડા સુધીની લંબાઈ માપો.

લખોટીઓની લંબાઈ - \_\_\_\_\_

iii. Use this measurement to estimate the average radius of the marbles.

Average radius of one marble \_\_\_\_\_

આ માપનો ઉપયોગ કરી, એક લખોટીની સરેરાશ ત્રિજ્યાનો અંદાજ મેળવો.

એક લખોટીની સરેરાશ ત્રિજ્યા - \_\_\_\_\_

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

Volume of one marble (obtained using the formula) \_\_\_\_\_

તમે પ્રાપ્ત કરેલ ત્રિજ્યાનો ઉપયોગ કરીને એક લખોટીના ઘનફળની ગણતરી કરો ( $V_{calc} = \frac{4}{3}\pi r^3$ ).

એક લખોટીનું ઘનફળ - \_\_\_\_\_

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).

Percentage difference = \_\_\_\_\_

તમે નોંધ્યું હશે કે આ બે પદ્ધતિઓ દ્વારા પ્રાપ્ત થયેલ ઘનફળ એક બીજાથી થોડા અલગ છે. લખોટીના ઘનફળમાં તફાવત અને લખોટીનું ઘનફળ (કોઈપણ પદ્ધતિ દ્વારા) નો ગુણોત્તરથી આ તફાવતના ટકાનો અંદાજ મેળવી શકાય છે.

તફાવતના ટકા = \_\_\_\_\_

#### Task 4: Measuring the volume of an irregular stone

#### કાર્ય 4: અનિયમિત પથ્થરનું કદ માપવું

1. Fill the cylinder with water to the 200 mL mark.

ખાલી અંકિત નળાકાર લો અને તેમાં 200 મિલી ચિન્હ સુધી પાણી ભરો.

2. Put an irregular stone in the water. (The stone should be completely immersed inside the water with the water level at least 2-3 cm above the upper surface of the stone.)

પાણીમાં અનિયમિત પથ્થર મૂકો (આ પથ્થર સંપૂર્ણપણે પાણીની અંદર ડૂબી જવો જોઈએ અને પાણીનું સ્તર પથ્થરથી ઓછામાં ઓછું 2-3 સેમી ઉપર હોવું જોઈએ.)

3. 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 an approximate measurement.

પાણીની વિસ્થાપિત માત્રાનું અવલોકન કરીને પથ્થરના કદનો અંદાજ લગાવો. જો પાણીનું સ્તર કોઈ ચોક્કસ માપ(અંકિત ચિન્હ) સાથે મેળ ન ખાય, તો આ માપ અંદાજિત રહેશે.

4. Now, immerse enough marbles to bring the water level up to the next marking.

હવે, આગલા ચિન્હ સુધી પાણીનું સ્તર પહોંચે, ત્યાં સુધી નળાકારમાં લખોટીઓ નાખો.

Volume of water before adding the stone \_\_\_\_\_

પથ્થર ઉમેરતા પહેલા પાણીનું કદ - \_\_\_\_\_

Number of marbles required to raise the water level to the next mark \_\_\_\_\_

આગલા ચિન્હ સુધી પાણીના સ્તરને વધારવા માટે જરૂરી લખોટીઓ ની સંખ્યા - \_\_\_\_\_

The irregular stone + \_\_\_\_\_ marbles displaced \_\_\_\_\_ volume of water.

અનિયમિત પથ્થર + \_\_\_\_\_ લખોટીઓ, પાણીના \_\_\_\_\_ કદ ને વિસ્થાપિત કરે છે.

5. Use the mean volume of marbles,  $V_{exp}$  obtained in task 2 to determine the volume of the stone more precisely.

Volume of the irregular stone - \_\_\_\_\_

કાર્ય 2 માં મળેલું એક લખોટીનું સરેરાશ કદ  $V_{exp}$  વાપરો અને અનિયમિત પથ્થરનું વધુ સચોટ કદ મેળવો.

અનિયમિત પથ્થરનું કદ - \_\_\_\_\_

### Task 5: A challenge

#### કાર્ય 5: પડકાર

1) Fill up the cylinder with water to the 50 mL mark.

નળાકારમાં 50 મિલી ચિહ્ન સુધી પાણી ભરો.

2) By adding enough marbles, try to raise the **water level** to the top of the cylinder.

પૂરતા પ્રમાણમાં લખોટીઓ ઉમેરીને, પાણીના સ્તરને નળાકારની ઉપર સુધી લાવવાનો પ્રયાસ કરો.

3) If you do not succeed in raising the water level to the top, note the highest marking to which the water level rises.

જો તમે પાણીના સ્તરને ઉપર સુધી પહોંચાડવામાં સફળ ન થાવ, તો પાણીનું સ્તર જે મહત્તમ ચિહ્ન સુધી વધ્યું હોય તેની નોંદ લો.

Maximum marking to which the water level rises \_\_\_\_\_

જે મહત્તમ ચિહ્ન સુધી પાણીનું સ્તર વધી શકે છે, તે - \_\_\_\_\_

Number of marbles required to increase the volume by this amount \_\_\_\_\_

ત્યા સુધી પાણીનું સ્તર વધારવા માટે જરૂરી લખોટીઓની સંખ્યા - \_\_\_\_\_

4) Can you think of an explanation for this?

શું તમે આ માટેનું કોઈ કારણ વિચારી શકો છો?

5) Do you think the thirsty crow would have succeeded in quenching its thirst? Explain your answer.

શું તમને લાગે છે કે તરસ્યો કાગડો તેની તરસ છીપાવવામાં સફળ થયો હશે? તમારો જવાબ સમજાવો.

#### Credits

**Main Authors:** Joseph Amalnathan, Praveen Pathak, Pranay Parte

**Contributing Authors:** K. K. Mashood, Tripti Bameta

**Reviewers:** Arnab Bhattacharya, Vandana Nanal, Deepa Chari

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

**Gujarati Translator:** AmisH Parmar

**Gujarati Editors:** Bhavana Trivedi, Parag Shah

**Gujarati Editorial Assistance:** AmisH Parmar, Jayesh Parmar

**Creative Commons Licence:** CC BY-SA 4.0 International, HBCSE