# 10 गतिः एवञ्च दूराणां मापनम्

जिज्ञासु-प्रहेलिकयोः कक्ष्यायां बालानां मध्ये वार्षिकविरामदिनेषु अटितानां स्थलानां विषये काचन चर्चा आसीत्। कश्चन बालकः स्वग्रामं रेलयानम्, अनन्तरं लोकयानम्, अन्ते वृषभशकटं च उपयुज्य गतवान् आसीत्। एकः छात्रः विमानेन प्रयाणं कृतवान् आसीत्। अन्यः तु पितृव्यस्य नौकायां मीनसङ्ग्रहणार्थं भ्रमणं कृत्वा एव स्वविरामस्य बहूनि दिनानि यापितवान्। अनन्तरं मङ्गलग्रहे चलित्वा प्रयोगान् कृतवतां लघुचक्रैः युक्तानां वाहनानां विषये वार्तापत्रिकालेखान् पठितुं शिक्षकः छात्रान् उक्तवान्। तानि वाहनानि अन्तरिक्षयानेन मङ्गलग्रहपर्यन्तं नीतानि आसन्! तत्सन्दर्भे प्रहेलिकया प्राचीनभारतस्य विषये कथाः पठिताः आसन्। प्राचीनकाले स्थलात् स्थलं प्रति जनाः कथं प्रयाणं कुर्वन्ति स्म इत्यस्मिन् विषये तस्याः जिज्ञासा आसीत्।

## १०.१ परिवहनस्य कथा

बहुपूर्वं जनानां किमपि परिवहनसाधनं न आसीत्। तेषां सञ्चारः पद्भ्याम् एव आसीत्। ते वस्तूनि अपि स्वपृष्ठेषु अथवा पशूनां साहाय्येन नयन्ति स्म।

प्राचीनकालतः जलमार्गेषु परिवहनार्थं नौकाः उपयुज्यन्ते स्म। प्रारम्भे येषु सुषिरं कर्तुं शक्यते तादृशैः सरलकाष्ठैः नौकाः निर्मीयन्ते स्म। अनन्तरं, विविधान् काष्ठखण्डान् योजयित्वा नौकाभ्यः आकारं दातुं जनाः अधिगतवन्तः। नौकानाम् एते आकाराः जलवासिनां जन्तूनाम् आकारसदृशाः आसन्। अष्टमेऽध्याये नवमेऽध्याये च मीनस्य धारारेखीयाकारस्य विषये अस्माकं चर्चाः अत्र स्मर्तव्याः।

चक्रस्य आविष्कारः परिवहनप्रकारे महतः परिवर्तनस्य कारणम् अभवत्। गतसहस्राधिकेभ्यः वर्षेभ्यः चक्रस्य विन्यासः विकसितः अस्ति। चक्रैः युक्तानि वाहनानि आक्रष्टुं पशवः उपयुज्यन्ते स्म।

१९तमस्य शताब्दस्य प्रारम्भपर्यन्तम् अपि जनाः प्रयाणार्थं पशूनां बलम् एव अवलम्बितवन्तः। बाष्पयन्त्रस्य आविष्करणेन नूतनस्य शक्तिमूलस्य परिचयः अभवत्। बाष्पयन्त्रेण चालितानां शकटानां वाहनानां च सञ्चारार्थं रेलमार्गाः निर्मिताः। अनन्तरं स्वचलितानि वाहनानि आगतानि। 'मोटर्'चालिताः नौकाः पोताः च जले परिवहनसाधनानि आसन्। २०तमस्य शतमानस्य प्रारम्भवर्षेषु विमानस्य आविष्कारः अभवत्। अनन्तरम् एतानि विमानानि यात्रिणः वस्तूनि च नेतुम् अपि अभिवर्धितानि। विद्युत्'रैल्'यानानि, 'मोनोरैल्'यानानि, 'सुपर्-सानिक्'विमानानि अन्तरिक्षयानानि च कानिचन २०तमस्य शताब्दस्य उपायनानि सन्ति।

१०.१ चित्रे कानिचन विविधानि परिवहनसाधनानि दर्शितानि सन्ति। तानि पुरातनात् नूतनपर्यन्तम् अनुक्रमेण सम्यक् योजयन्तु।

चित्रम् १०.१ परिवहनस्य साधनानि

किं कानिचन अन्यानि पुरातनानि परिवहनसाधनानि अपि सन्ति, यानि अद्य न उपयुज्यन्ते?

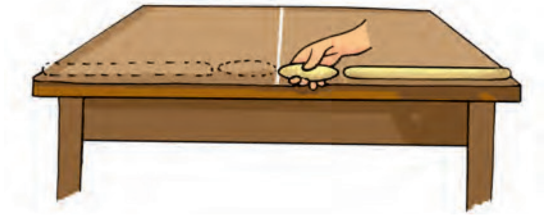
## १०.२ भवन्तः कियद्दूरं सञ्चरितवन्तः? अस्याः उत्पीठिकायाः विस्तारः कियान् अस्ति ?

कियद्दूरं सञ्चरितम् इति जनाः कथं जानन्ति स्म ? शालां प्राप्तुं भवद्भिः पद्भ्याम् एव गन्तुं शक्यते अथवा लोकयानम्, 'रिक्शा'यानम् वा आवश्यकम् इति भवन्तः कथं जानन्ति? यदा भवन्तः किमपि क्रेतुम् इच्छन्ति, तदा किं भवन्तः विपणिपर्यन्तं पद्भ्याम् एव गन्तुं शक्नुवन्ति? भवन्तः एतेषां प्रश्नानाम् उत्तराणि कथं ज्ञातुं शक्नुवन्ति?

किमपि स्थलं कियद्दूरम् अस्ति इत्येतत् ज्ञानं बहुधा मुख्यं भवति। एतेन तत् स्थलं कथं प्राप्तव्यम्; - पद्भ्यां, लोकयानेन, 'रेल्'यानेन, नौकया, विमानेन उत अन्तरिक्षयानेन इति अपि ज्ञायते।

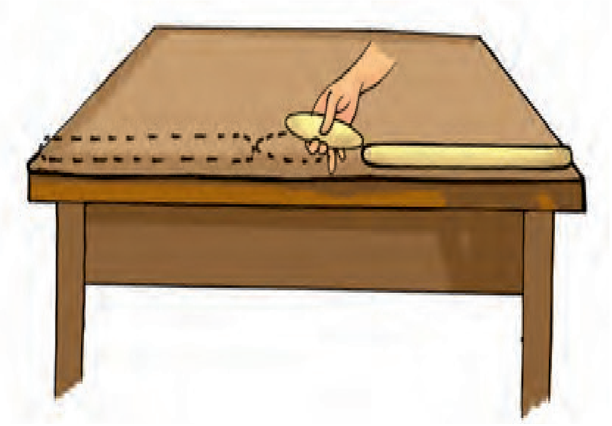
कदाचित्, केषाञ्चन वस्तूनां दैर्घ्यस्य, विस्तारस्य च अपि ज्ञानम् आवश्यकं भवति । प्रहेलिकायाः जिज्ञासोः च कक्ष्यायाम् उभाभ्यां छात्राभ्याम् उपयुज्यमानानि बृहत्पीठानि सन्ति। प्रहेलिका जिज्ञासुः च समानस्य पीठस्य उपयोगं कुरुतः । किन्तु, अन्यतरेण पीठस्य अधिकभागः उपयुज्यते इति तयोः मध्ये प्रायः कलहः भवति। शिक्षकस्य सूचनानुसारं, तौ पीठस्य दैर्घ्यं मापयितुम्, तदनुसारं पीठस्य मध्ये चिह्नं स्थापयित्वा रेखां लेखितुं च उद्युक्तौ। तेन पीठस्य समानभागद्वयं भवति।

तौ उभौ अपि मित्रैः साकं वीटादण्डक्रीडां क्रीडितुं बहु इच्छतः। जिज्ञासुः गिल्लीं दण्डं च आनीतवान्। गिल्लीं दण्डं च उपयुज्य तौ उपवेशनपीठस्य दैर्घ्यं मापयितुम् एवं प्रयत्तवन्तौ। (चित्रम् १०.२)



**चित्रम् १०.२** गिल्लीं दण्डं च उपयुज्य उपवेशनपीठस्य दैर्घ्यस्य मापनम्।

उपवेशनपीठं प्रायः वीटाद्वयस्य, दण्डद्वयस्य च दैर्घ्यस्य समानदैर्घ्ययुक्तम् अस्ति इति दृश्यते । उपवेशनपीठस्य मध्ये रेखायाः लेखनेन द्वावपि सन्तुष्टौ भवतः, यत्र कस्यचित् एकस्य अर्धभागस्य दैर्घ्यं वीटायाः दण्डस्य च दैर्घ्यं समानम् अस्ति। कतिचन दिनानन्तरं चिह्निता रेखा मार्जिता अभवत् । इदानीं, प्राचीनौ वीटादण्डौ नष्टौ इत्यतः जिज्ञासुना साकं नूतनौ वीटादण्डौ स्तः । अत्र नूतनं वीटां दण्डं च उपयुज्य उपवेशनपीठस्य दैर्घ्यस्य मापनं दर्शितम् अस्ति। (चित्रम् १०.३)



**चित्रम् १०.३** अन्यौ वीटादण्डौ उपयुज्य उपवेशनपीठस्य दैर्घ्यस्य मापनम्।

हरि ॐ! अधुना, यदा नूतनौ वीटादण्डौ उपयुज्य पीठं मापितम्, तदा पीठस्य दैर्घ्यं प्रायः दण्डद्वयस्य, एकस्याः वीटायाः च दैर्घ्यस्य समानं दृश्यते । यावत् गिल्ल्याः दैर्घ्यं तावत् लघुस्थानम् इतोऽपि अवशिष्टं भवति । इदानीं किम् ?

भवन्तः सम्पूर्णस्य दैर्घ्यस्य मापनं कर्तुं प्रहेलिकां जिज्ञासुं च किं निर्दिशन्ति ? किं तौ पीठं मापयितुं 'क्रिकेट्'दण्डं वा 'बेल्'दण्डं वा उपयोक्तुं शक्नुवन्ति? अथवा किम् एतेन उपायेन अपि पूर्वोक्तसदृशी समस्या भवितुम् अर्हति ?

ताभ्याम् एवं कर्तुं शक्यते ;- एकं लघुतन्तुं स्वीकृत्य तस्य बिन्दुद्वयं चिह्नितं करणीयम् । एतत् बिन्दुद्वयं तन्तुदैर्घ्यं सूचयति। पीठस्य विस्तारं तन्तुदैर्घ्यस्य सहायेन मापयितुं शक्यते (चित्रम् १०.४)।

**चित्रम् १०.४** तन्तूनां दैर्घ्यस्य सहायेन उपवेशनपीठस्य दैर्घ्यस्य मापनम्।

तन्तोः दैर्घ्यात् लघुदैर्घ्ययुक्तं तन्तुम् उपयुज्य तौ कथं मापयितुं शक्नुतः? तन्तुं पुटीकृत्य १/२, १/४ अपि च १/८ 'तन्तुदैर्घ्याणि' इति तन्तुं चिह्नितं कर्तुं शक्नुतः। इदानीं जिज्ञासुः प्रहेलिका च उपवेशनपीठस्य वस्तुनिष्ठं दैर्घ्यं मापयितुं शक्नुतः।

ताभ्यां ज्यामितिमञ्जूषायाः मापिकाम् उपयुज्य एषा समस्या परिहर्तव्या इति किं भवन्तः वदन्ति? आम्! निश्चयेन एतत् कर्तुं शक्यते।

तादृशानाम् आदर्शमापिकानां निर्माणात् पूर्वं जनैः अन्तराणि मापयितुम् उपयुक्तानां मार्गाणां विषये जिज्ञासुः पठन् आसीत्, अन्तराणि मापयितुं विविधानां मार्गाणाम् अनुसरणं कर्तुम् अपि प्रयतमानः आसीत्।

बहवः सन्दर्भाः भवन्ति यदा दैर्घ्याणाम् अन्तराणां च मापनस्य आवश्यकता भवति। करांशुकं सीवयितुं पर्याप्तं वा उत न इति ज्ञातुम् सौचिकः पूर्वं वस्त्रं मापयति। कपाटिकायाः द्वारं निर्मातुं कति काष्ठानि आवश्यकानि इति ज्ञातुं स्थपतिः कपाटिकायाः औन्नत्यं विस्तारं च मापयति। स्वभूमौ वपनार्थं कृषकस्य कृते कियन्ति बीजानि आवश्यकानि भवन्ति, अपि च पादपानां कृते कियत् जलम् अपेक्षितं भवति इति ज्ञातुं स्वभूमेः दैर्घ्यस्य, विस्तारस्य च अथवा क्षेत्रफलस्य अभिज्ञानम् आवश्यकं भवति।

यदि भवतः औन्नत्यं कियत् इति पृच्छयते, तदा भवन्तः किं वदन्ति? तदा भवतां भवताम् शिरसः पार्ष्णिपर्यन्तस्य सरलरेखायाः दैर्घ्यं वदन्ति खलु?
एतस्याः मार्जन्याः दैर्घ्यं किम्?
एतस्य उपवेशनपीठस्य विस्तारः कियान् अस्ति?
देहलीतः 'लखनऊ'नगरपर्यन्तं कियत् अन्तरम् अस्ति?
चन्द्रः भूमेः कियति दूरे अस्ति?
एतेषु सर्वेषु प्रश्नेषु एकः समानः अंशः अस्ति। सर्वेऽपि प्रश्नाः स्थानद्वयस्य मध्ये विद्यमानस्य अन्तरस्य विषये एव सन्ति। तत् स्थानद्वयम् उत्पीठिकायाः अन्तद्वयवत् बहु समीपे भवेत् अथवा 'जम्मूतः' 'कन्याकुमारिवत्' सुदूरे अपि भवितुम् अर्हति।

आगच्छन्तु, यदा अन्तरं दैर्घ्यं वा माप्यते, तदा अस्माभिः वस्तुतः किं करणीयम् इति द्रष्टुम् इदानीं कानिचन मापनानि कुर्मः।

## १०.३ कानिचन मापनानि

### क्रियाकलापः १

समूहे कार्यं कृत्वा एतं क्रियाकलापम् एकैकशः कुर्वन्तु। भवतः पादं दैर्घ्यस्य मात्रारूपेण उपयुज्य कक्ष्यायाः दैर्घ्यं विस्तारं च मापयन्तु। मापनस्य समये सम्भवतः पादात् अल्पदैर्घ्यस्य कारणतः अन्तिमस्य भागस्य मापनम् अवशिष्टं भवेत्। यथा पूर्वं कृतम्, तन्तुम् उपयुज्य पादस्य लघुभागं मापयन्तु। अवलोकितान् अंशान् १०.१तमायां सारिण्यां लिखन्तु।

**सारिणी १०.१ कक्ष्यायाः दैर्घ्यस्य विस्तारस्य च मापनम्**

| विद्यार्थिनः नाम | कक्ष्यायाः दैर्घ्यम् | कक्ष्यायाः विस्तारः |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |

### क्रियाकलापः २

समूहे कार्यं कुर्वन्तु। भवत्सु एकैकः अपि स्वस्य वितस्तिं (handspan) मापकस्य मात्रारूपेण उपयुज्य कक्ष्यायाः

उत्पीठिकायाः उपवेशनपीठस्य च विस्तारं मापयन्तु (चित्रम् १०.५)।

**चित्रम् १०.५** वितस्तिना उत्पीठिकायाः विस्तारस्य मापनम्

अत्र अपि भवद्भ्यः वितस्तेः समानदैर्घ्ययुक्तानां तन्तूनाम्, अपि च तन्तुदैर्घ्यस्य भिन्नराशीनाम् (fractions) आवश्यकता भवेत् । अवलोकितान् सर्वान् अंशान् १०.२ तमायां सारिण्यां लिखन्तु ।

**सारिणी १०.२ उत्पीठिकायाः विस्तारस्य मापनम्**

| उत्पीठिकायाः विस्तारं कः मापितवान्? | वितस्तीनां सङ्ख्या |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |

मापनम् इत्युक्ते निर्दिष्टेन प्रमाणकेन साकम् अनिर्दिष्टप्रमाणकस्य (quantity) तोलनम् इति वयं पश्यामः । एतत् निर्दिष्टं प्रमाणकं मात्रा इति वदामः । एकस्य मापनस्य फलितांशः भागद्वये दर्शितः भवति । एकः भागः सङ्ख्या, अन्यः भागः मापनस्य मात्रा च अस्ति । उदाहरणार्थं प्रथमे क्रियाकलापे यदि कक्ष्या भवतः १२ पादानां दैर्घ्ययुक्ता इति ज्ञातम्, तर्हि, '१२' इति सङ्ख्या भवति, 'पाददैर्घ्यम्' इति एतत् पदम् मापनस्य कृते स्वीकृता मात्रा च भवति ।

इदानीं १०.१ सरण्यां १०.२ सारिण्यां सङ्गृहीतानि सर्वाणि मापनानि सम्यक् अवलोकयन्तु । किं कक्ष्यायाः दैर्घ्यम् अभिज्ञातुं स्वपादम् उपयुज्य स्वीकृतानि सर्वाणि मापनानि समानानि सन्ति? किम् उत्पीठिकायाः विस्तारम् अभिज्ञातुं वितस्तिम् उपयुज्य स्वीकृतानि सर्वाणि मापनानि समानानि सन्ति? भवतः, मित्राणां च वितस्तेः दैर्घ्यं समानं न भवेत् इत्यतः फलितांशाः प्रायशः भिद्यन्ते । तथैव, सर्वेषां छात्राणां पादस्य दैर्घ्यं किञ्चित् भिद्येत । अतः यदि भवान् स्वस्य वितस्तिम् अथवा पादस्य दैर्घ्यम् 'मात्रा' इति स्वीकृत्य अन्येभ्यः वदति, तर्हि वास्तविकं दैर्घ्यं किम् इति ते ज्ञातुं न शक्नुवन्ति, यतः भवतः पादस्य अथवा वितस्तेः दैर्घ्यं ते न जानन्ति ।

अतः कासाञ्चन तादृशानां मात्राणाम् आवश्यकता अस्ति याः सर्वेषां कृते समानाः अपरिवर्तनीयाः च भवन्ति ।

## १०.४ मापनार्थम् आदर्शमात्राः

प्राचीनकाले पादस्य दैर्घ्यम्, अङ्गुल्याः विस्तारः, पदानाम् अन्तरं च सामान्यतया उपयुज्यमानाः विविधाः मापनस्य मात्राः आसन् । सिन्धूनागरिकतायाः ('इण्डस्-व्याली'नागरिकतायाः) जनैः दैर्घ्यस्य बहु समीचीनाः मात्राः उपयुक्ताः आसन् इति दृश्यते । उत्खननेषु लब्धाः परिपूर्णतया रचिताः ज्यामितेः संरचनाः साक्षिरूपेण अस्माभिः द्रष्टुं शक्याः ।

प्रकोष्ठात् अङ्गुल्यग्रपर्यन्तस्य दैर्घ्यं 'हस्तः' इति उच्यते । हस्तः प्राचीन'ईजिप्ट्'देशे उपयुज्यते स्म । एषः हस्तः दैर्घ्यस्य मात्रारूपेण जगतः अन्येषु भागेषु अपि अङ्गीकृतः आसीत् ।

'पादः' अपि दैर्घ्यस्य मात्रारूपेण जगतः विविधेषु भागेषु जनैः उपयुक्तः आसीत् । उपयुक्तस्य पादस्य दैर्घ्यं प्रदेशात् प्रदेशं भिन्नं भवति ।

गजमितं वस्त्रं जनाः बहिःप्रसारितस्य बाहोः अन्ततः हनुपर्यन्तम् अन्तरं स्वीकृत्य मापितवन्तः । 'रोमन्'जनाः पदानि (steps) उपयुज्य मापनं कृतवन्तः ।

प्राचीने भारते, लघुदैर्घ्यानां मापनानि 'अङ्गुलीं', 'मुष्टिं' च उपयुज्य क्रियन्ते स्म । इदानीम् अपि मालानां

मापनार्थं दैर्घ्यस्य मात्रारूपेण स्वकीयम् अग्रबाहुम् उपयुज्यमानाः पुष्पविक्रेतारः देशस्य विविधेषु नगरेषु दृश्यन्ते । सौकर्यानुसारं मात्रारूपेण बहूनां तादृशानां शरीरभागानां दैर्घ्यस्य उपयोगः अनुवर्तते ।
किन्तु, प्रत्येकं व्यक्तेः शरीरभागानां परिमाणेषु सूक्ष्माः भेदाः भवितुम् अर्हन्ति । प्रायः एतेन कारणेन मापने अस्पष्टता जाता स्यात् । १७९०तमे वर्षे 'फ्रेञ्च्'जनैः 'मेट्रिक्'पद्धतिः इति मापनस्य आदर्शमात्रा रचिता । समानरूपतायाः उद्देशेन जगतः सर्वे विज्ञानिनः मापनस्य आदर्शमात्रासमूहम् अङ्गीकृतवन्तः । अद्य उपयुज्यमाना मात्रापद्धतिः अन्ताराष्ट्रीया मात्रापद्धतिः (एस्.ऐ मात्राः) इति उच्यते । दैर्घ्यस्य एस्.ऐ मात्रां 'मीटर्' इति वदामः । 'मीटर्'मापिका १०.६तमे चित्रे दर्शिता अस्ति । भवतां ज्यामितिमञ्जूषायां स्थिता १५से.मी मापिका अपि चित्रे दर्शिता अस्ति ।

प्रत्येकं 'मीटर्'(मी.) १०० समभागेषु विभाजितम् अस्ति। तान् भागान् 'सेन्टिमीटर्' (सेमी.) इति वदामः । प्रत्येकं 'सेन्टिमीटर्' अपि १० समभागेषु विभाजितम् अस्ति । ते भागाः 'मिलिमीटर्' (मिमी.) इति उच्यन्ते । अतः,

१ मी. = १०० सेमी.

१ सेमी. = १० मिमी.

बृहत्-अन्तराणां मापनं कर्तुं 'मीटर्'मात्रा प्रशस्ता न भवति । तदर्थं वयं दैर्घ्यस्य महामात्रायाः उपयोगं कुर्मः । तां मात्रां 'किलोमीटर्' (किमी.) इति वदामः ।

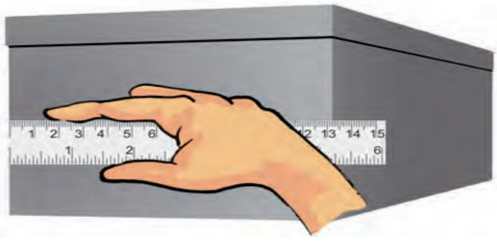
१ किमी. = १००० मी.

अधुना, आदर्शमापिकाम् उपयुज्य वयम् अस्माकं सर्वान् क्रियाकलापान् पुनरावर्तयित्वा एस्. आइ मात्रासु मापयितुं शक्नुमः । तत्पूर्वं वयं, दैर्घ्याणाम् अन्तराणां च मापनस्य समुचितं मार्गं ज्ञास्यामः ।

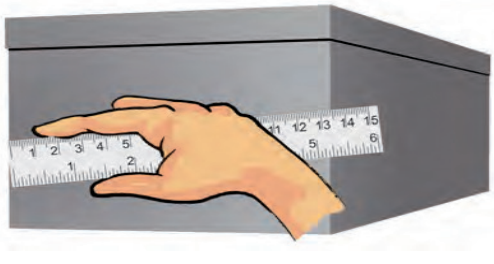
## १०.५ दैर्घ्यस्य समीचीनं मापनम्

अस्माकं दैनन्दिनजीवने अस्माभिः विविधमापकयन्त्राणि उपयुज्यन्ते । दैर्घ्यं मापयितुं वयं 'मीटर्'मापिकायाः उपयोगं कुर्मः । सौचिकः दीर्घपट्टिकायाः उपयोगं करोति, वस्त्रव्यापारी 'मीटर्'लोहदण्डस्य उपयोगं करोति । एकस्य वस्तुनः दैर्घ्यं मापयितुं समुचितस्य मापकयन्त्रस्य चयनम् आवश्यकं भवति । उदाहरणार्थं, भवन्तः 'मीटर्'मापिकाम् उपयुज्य वृक्षस्य परिधिम् अथवा स्ववक्षस्य परिमाणं मापयितुं न शक्नुवन्ति । एतदर्थं दीर्घपट्टिकायाः उपयोगः अधिकः समुचितः भवति । अङ्कन्याः दीर्घतामापनम् इत्यादीनां लघुमापनानां कृते भवन्तः भवतां ज्यामितिमञ्जूषायाः १५ सेमी. मापिकाम् उपयोक्तुम् अर्हन्ति ।
दैर्घ्यस्य मापनानि स्वीकर्तुम् अधोलिखिताः विषयाः अवधेयाः -

१. १०.७ चित्रे यथा दर्शितम्, मापिकां दैर्घ्यस्य अनुसारं वस्तुनः उपरि स्थापयन्तु (चित्रम् १०.७)।

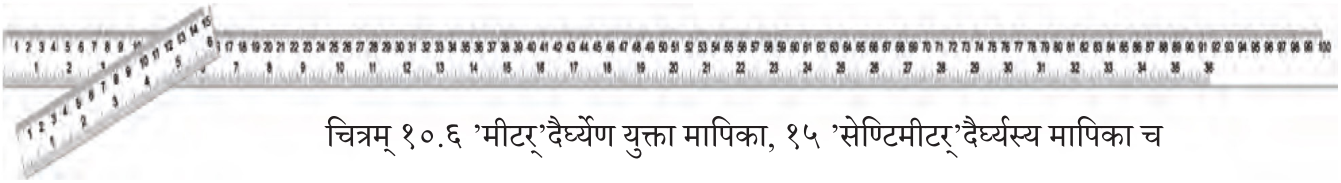


(अ)



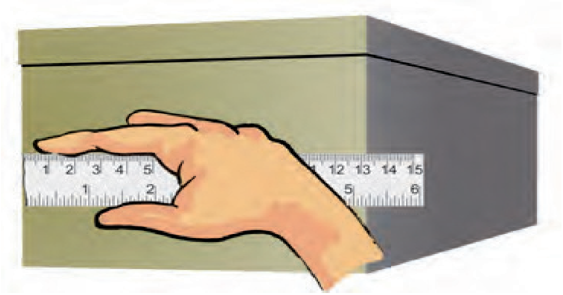
(आ)

**चित्रम् १०.७** मापनीयस्य दैर्घ्यस्य अनुसारं मापिकायाः स्थापनविधानम् (अ) समीचीनम् (आ) असमीचीनम्

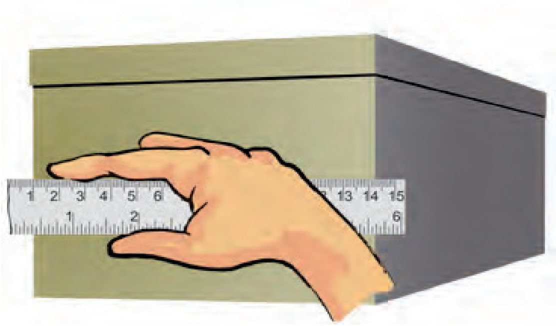


चित्रम् १०.६ 'मीटर्'दैर्घ्येण युक्ता मापिका, १५ 'सेण्टिमीटर्'दैर्घ्यस्य मापिका च

२. कासाञ्चित् मापिकानाम् अग्रभागाः भिन्नाः स्युः । भवद्भिः 'शून्य'चिह्नं (zero mark) स्पष्टं द्रष्टुं शक्यं न स्यात् (चित्रम् १०.८[अ])।



(अ)



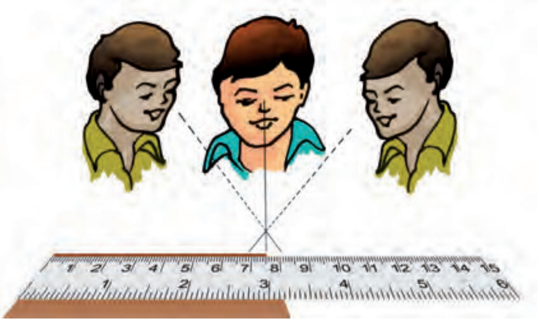
(आ)

**चित्रम् १०.८** भिन्नायाः मापिकायाः स्थापनविधानम्
(अ) असमीचीनम् (आ) समीचीनम्

तादृशेषु सन्दर्भेषु शून्यचिह्नात् आरभ्य मापनानि न स्वीकुर्वन्तु। परं यत् चिह्नं स्पष्टं दृश्यते, तत् चिह्नं मापनार्थं भवन्तः उपयोक्तुं शक्नुवन्ति । उदाहरणार्थं १.० सेमी (चित्रम् १०.८{[आ])। तदा भवद्भिः तस्य चिह्नस्थानस्य सङ्ख्याम् अन्यस्य अन्तस्य सङ्ख्याम् उपयुज्य व्यवकलनं करणीयम् भवति। उदाहरणार्थं, १०.८ (आ) तमे चित्रे एकस्य अन्तस्य मापितांशः (reading) १.० सेमी. अस्ति, अन्यस्य अन्तस्य मापितांशः १४.३ सेमी. अस्ति च । अतः वस्तुनः दैर्घ्यम् अस्ति (१४.३-१.०) सेमी. = १३.३ सेमी. ।

३. मापनं स्वीकर्तुं नेत्रस्य युक्तस्थाने स्थापनम् अपि बहु आवश्यकम् अस्ति। १०.९तमे चित्रे यथा दर्शितम् तथा यस्मिन् स्थाने मापनं स्वीकरणीयम् अस्ति तस्य बिन्दोः पुरतः एव भवतां नेत्रं भवेत्।

(अ) (आ) (इ)



**चित्रम् १०.९** मापिकायाः मापितांशं स्वीकर्तुम्
'आ' स्थानं नेत्रस्य युक्तं स्थानम् अस्ति।

'आ' स्थानं नेत्रस्य उचितं स्थानम् अस्ति । 'आ' स्थानात्, मापितांशः ७.५ सेमी. इति दृश्यते । 'अ' स्थानात् 'इ' स्थानात् च, मापितांशे भेदः दृश्येत।

## क्रियाकलापः ३

भवतः सहपाठिनः औन्नत्यं वितस्तिना, अनन्तरं 'मीटर्'मापिकया च मापयतु । एतत् कर्तुं स्वपृष्ठात् भित्तिम् अवलम्ब्य स्थातुं सहपाठिनं सूचयतु । तस्य शिरसः उपरि भित्तौ एकं चिह्नं करोतु। अधुना, भूमितः भित्तेः चिह्नपर्यन्तं वितस्तिना, अनन्तरं 'मीटर्'मापिकया च मापयतु। एवमेव सर्वे अन्ये छात्राः अपि एतत् दैर्घ्यं मापयन्तु। १०.३ सारिण्यां सर्वान् अवलोकितान् अंशान् उल्लिखन्तु।

**सारिणी १०.३ औन्नत्यस्य मापनम्**

| औन्नत्यं केन मापितम्? | 'वितस्तेः' मापने औन्नत्यम् (height in handspan) | 'सेमी' मापने औन्न्यत्यम् (height in cm) |
|---|---|---|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

अन्यैः छात्रैः लब्धान् फलितांशान् सम्यक् अवलोकयन्तु। वितस्तेः दैर्घ्यं छात्राणां परस्परं विभिन्नं भवेत् इत्यतः सारिण्याः द्वितीयस्तम्भस्य फलितांशेषु भिन्नता भवेत्। आदर्शमापिकाम् उपयुज्य स्वीकृतान् तृतीयस्तम्भस्य

फलितांशान् पश्यन्तु। इदानीं बहुशः फलितांशाः समानाः भवेयुः। परन्तु किं ते सर्वे फलितांशाः सम्पूर्णतया समानाः सन्ति? यदि न सन्ति, तर्हि फलितांशानां भिन्नतायाः कारणं किं भवेत्? सर्वैः अपि समाना मापिका एव उपयुक्ता अस्ति, वितस्तिः उपयुक्ता नास्ति। मापितांशानां स्वीकरणसमये जाताः लघुदोषाः एतस्याः भिन्नतायाः कारणानि भवितुम् अर्हन्ति । अग्रिमासु कक्ष्यासु वयं तादृशानां मापनदोषाणां विषये, तेषां निवारणस्य विषये च पठिष्यामः ।

## १०.६ वक्ररेखायाः दैर्घ्यस्य मापनम्

वयं 'मीटर्'मापिकाम् उपयुज्य वक्ररेखायाः दैर्घ्यं मापयितुं न शक्नुमः। वक्ररेखायाः दैर्घ्यं मापयितुं तन्तोः उपयोगं कुर्मः।

**क्रियाकलापः ४**

'AB' वक्ररेखायाः दैर्घ्यं मापयितुम् एकं तन्तुं स्वीकुर्वन्तु (चित्रम् १०.१०)।

तन्तोः एकस्य अन्तस्य समीपे एकं ग्रन्थिं कुर्वन्तु। एतं ग्रन्थिं 'A' स्थाने स्थापयन्तु । इदानीम्, अङ्गुलीतर्जनीभ्यां तन्तुं दृढं गृहीत्वा वक्ररेखायाः दैर्घ्यस्य उपरि तन्तोः लघुभागं स्थापयन्तु । तस्मिन् स्थाने तन्तुं तथा एकेन हस्तेन गृह्णन्तु । अन्येन हस्तेन, वक्ररेखायाः दैर्घ्यात् तन्तोः इतोऽपि किञ्चित् लघुभागम् अवनमयन्तु । वक्ररेखायाः 'B'स्थानस्य प्राप्तिपर्यन्तम् एतां प्रक्रियां पुनरावर्तयन्तु। यस्मिन् स्थाने तन्तुः 'B' स्थानं स्पृशति, तन्तोः तस्मिन् स्थाने एकं चिह्नं कुर्वन्तु । अधुना 'मीटर्'मापिकायाः सहायेन तन्तुम् आकर्षन्तु । तन्तोः प्रारम्भस्य ग्रन्थितः अन्तिमचिह्नपर्यन्तस्य दैर्घ्यं मापयन्तु। 'AB' वक्ररेखायाः दैर्घ्यम् अनेन प्राप्यते।

चित्रम् १०.१० तन्तोः सहायेन वक्ररेखायाः दैर्घ्यस्य मापनम्

अस्माभिः अन्तराणि दैर्घ्याणि च समीचीनतया मापितानि इति निश्चयं कर्तुं बहु सावधानता आवश्यकी भवति इति वयं पश्यामः । मापनं कर्तुम् अस्माभिः काश्चन आदर्शमात्राः यन्त्राणि च आवश्यकानि भवन्ति। एवं वयम् एतेषां सहायेन समीचीनतया मापनानि कृत्वा अन्यान् अपि मापितांशान् वक्तुं शक्नुमः।

## १०.७ अस्मान् परितः स्थितानि गतिशीलानि वस्तूनि

**क्रियाकलापः ५**

भवद्भिः एषु दिनेषु दृष्टानि कानिचन वस्तूनि चिन्तयन्तु । तानि १०.४ तमायां सारिण्यां लिखन्तु । शालास्यूताः, मशकः, उत्पीठिका, उपवेशनपीठेषु उपविष्टा जनाः, चलन्तः जनाः इत्यादीन् किं भवन्तः दृष्टवन्तः? अथवा पतङ्गः, शुनकः, गौः, भवतां हस्तः, शिशुः, जले मीनः, गृहम्, यन्त्रागारम्, शिला, अश्वः, कन्दुकम्, क्रीडादन्डः, चलत् रेलयानम्, सीवनयन्त्रम्, भित्तिघटी इत्यादीनि च अपि भवन्तः दृष्टवन्तः स्युः । भवताम् आवलिं सामर्थ्यानुगुणं वर्धयन्तु।

आवल्याः किं किं वस्तु गतिहीनम् अस्ति? अथवा किं किं वस्तु गतिशीलम् अस्ति?

| गतिहीनानि वस्तूनि | गतिशीलानि वस्तूनि |
|---|---|
| गृहम् | डयमानः पक्षी |
| उत्पीठिका | घट्यां क्षणसूचिका |
| घटी | |
| | |

एकं वस्तु चलत् अस्ति उत विश्रामस्थितौ अस्ति इति भवन्तः कथं निर्धारितुं शक्नुवन्ति?

पक्षी किञ्चित्कालानन्तरं पूर्वतनस्थले एव न भवति इति भवद्भिः अवलोकितं स्यात्। परन्तु उत्पीठिका यस्मिन् स्थले पूर्वम् आसीत् तस्मिन् स्थले एव भवति। बहुशः एतस्य आधारेण वस्तु चलत् अस्ति उत विश्रामे अस्ति इति भवद्भिः निर्धारितं स्यात्।

अधुना वयं पिपीलिकायाः गतिं सावधानं पश्याम।

**क्रियाकलापः ६**

एकं श्वेतवर्णीयं बृहत् कागदपत्रं भूमौ स्थापयन्तु। तस्य उपरि किञ्चित् शर्करां स्थापयन्तु। पिपीलिकाः शर्करया आकृष्टाः भवेयुः। बहुशीघ्रं भवन्तः कागदपत्रस्य उपरि चलन्त्यः बह्व्यः पिपीलिकाः द्रक्ष्यन्ति च। काञ्चित् पिपिलिकां चित्वा, यदा सा कागदपत्रं प्रविशति, तदा एव प्रयत्नेन पिपीलिकायाः समीपं चिह्नं कुर्वन्तु (चित्रम् १०.११)।

**चित्रम् १०.११** पिपीलिकायाः चलनम्

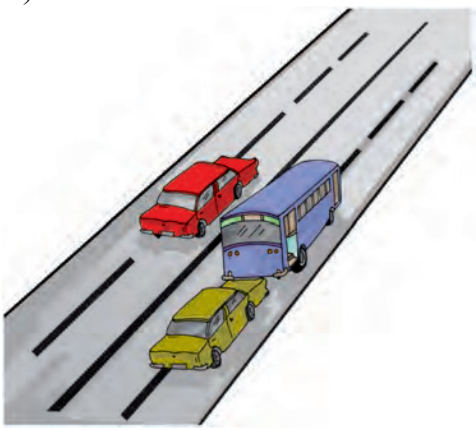
यथा यथा सा पिपीलिका कागदस्य उपरि चलति, तस्याः पिपीलिकायाः स्थानं कतिचन निमेषपर्यन्तं चिह्नितं कुर्वन्तः भवन्तु। किञ्चित् कालानन्तरं शर्करां पिपीलिकाः च बहिः निष्कासयितुं कागदं परिभ्रामयन्तु। भवद्भिः चिह्नितानि विविधानि स्थानानि योजयन्तु। पिपीलिकायाः दिशं दर्शयितुं शरचिह्नानि अपि योजितायां रेखायाम् अन्तर्भवन्तु। चिह्नितं प्रत्येकं स्थानं कतिचन क्षणस्य अन्तरे पिपीलिका कुत्र गता इति दर्शयति।

वस्तुनः समयेन साकं कस्यचित् प्रकारस्य स्थानपरिवर्तनम् एव चलनम् अस्ति इति दृश्यते ननु?

पञ्चमे क्रियाकलापे, वस्तूनां वर्गीकरणप्रक्रियायां भवन्तः घटीम्, सीवनयन्त्रम्, विद्युत्-व्यजनं वा कस्मिन् वर्गे स्थापितवन्तः? किम् एतानि वस्तूनि एकस्मात् स्थानात् अन्यत् स्थानं गच्छन्ति? न गच्छन्ति वा? तेषां कस्मिंश्चित् भागे चलनं दृश्यते? व्यजनस्य पक्षाः अथवा घट्याः सूच्यः कथं चलन्त्यः सन्ति? किं तेषां चलनं रेलयानस्य चलनस्य सदृशम् अस्ति? एतानि विभिन्नानि चलनानि अवगन्तुम् इदानीं चलनस्य कांश्चन विधान् पश्यामः।

### १०.८ चलनस्य विधाः

सरलमार्गे वाहनस्य चलनम्, पथसञ्चलने सैनिकानां पदसञ्चरणस्य गतिः अथवा शिलायाः पतनस्य गतिः भवद्भिः कदाचित् दृष्टं स्यात् (चित्रम् १०.१२)।



चित्रम् १०.१२ सरलरेखात्मकचलनस्य कानिचन उदाहरणानि

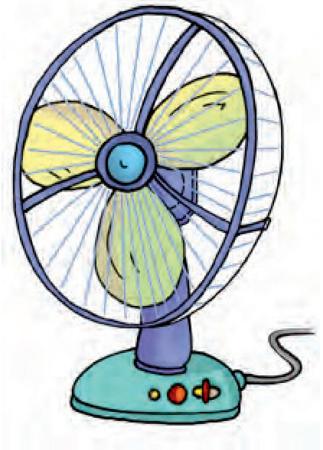
एतत् कीदृशं चलनम् अस्ति ? १०० मी. धावनस्पर्धायां स्पर्धार्थिनः अपि सरलपथे एव धावन्ति। किं भवन्तः स्वं परितः अवलोक्य तादृशानि अधिकानि उदाहरणानि चिन्तयितुं शक्नुवन्ति ?

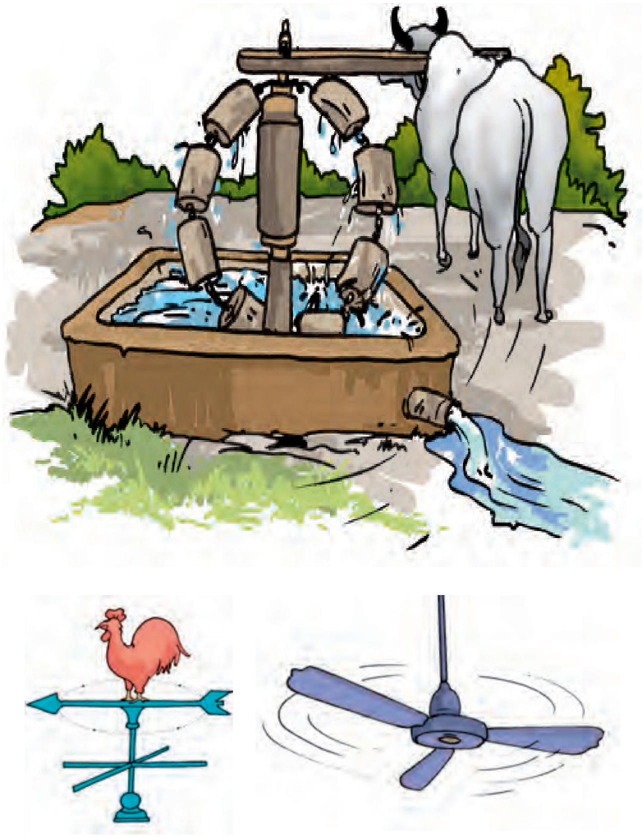
एतेषु सर्वेषु उदाहरणेषु वस्तूनि सरलरेखायां चलन्ति इति वयं पश्यामः। चलनस्य एतं विधं सरलरेखात्मकं चलनम् इति वदामः।

**क्रियाकलापः ७**

एकां शिलां स्वीकृत्य, तां तन्तुना बद्ध्वा हस्तेन परिभ्रामयन्तु। शिलायाः चलनम् अवलोकयन्तु। शिला वृत्तीये पथे चलति इति वयं पश्यामः।

अस्मिन् चलने, भवतां हस्तात् शिलायाः अन्तरं सर्वदा समानं भवति। चलनस्य एषः विधः वर्तुलात्मकं चलनम् इति कथ्यते (चित्रम् १०.१३)।

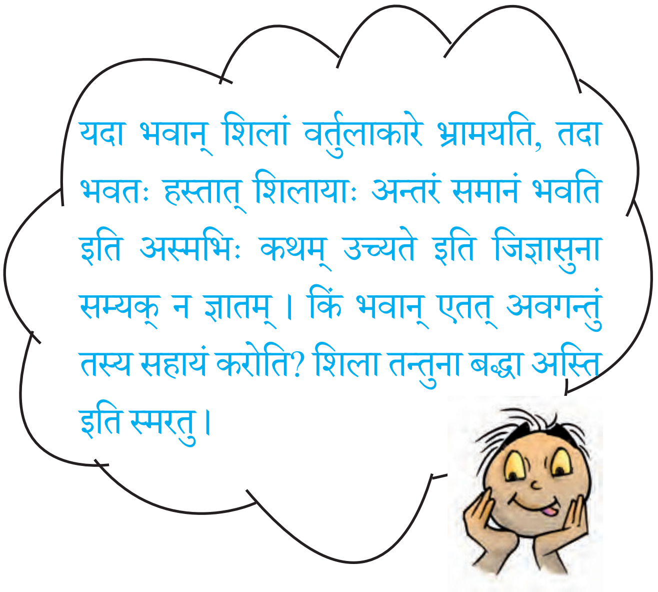




चित्रम् १०.१३ वर्तुलात्मकचलनस्य कानिचन वस्तूनि

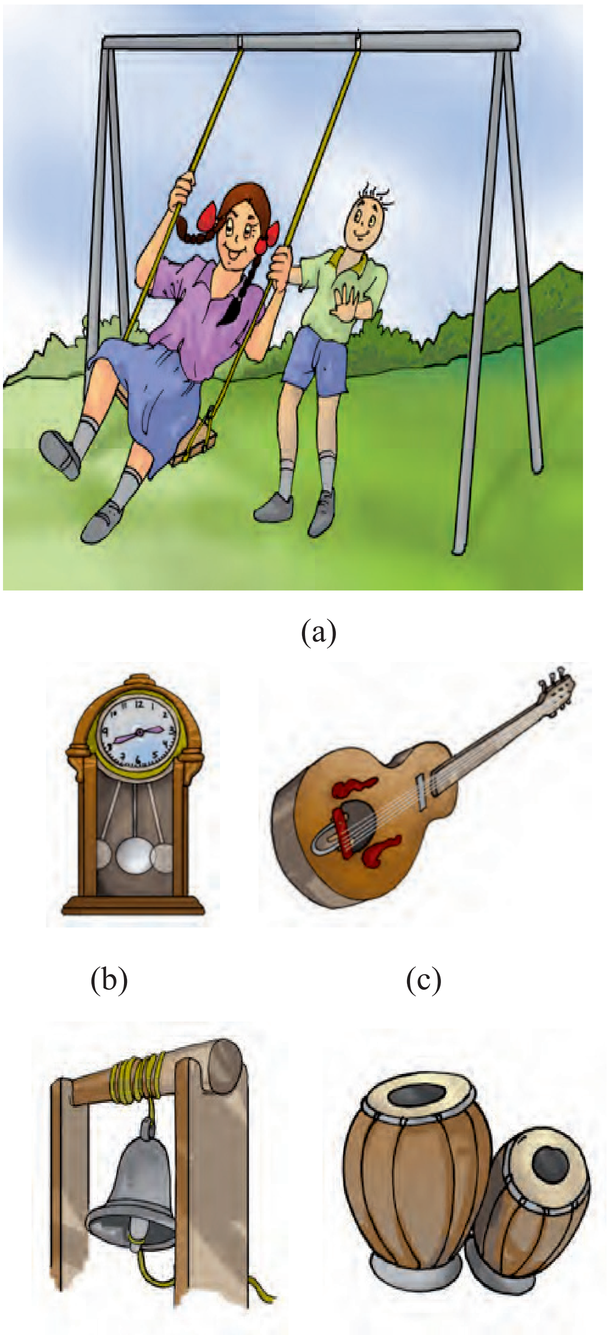
विद्युत्-व्यजनस्य पक्षेषु चिह्नितस्य बिन्दोः चलनम् अथवा घट्याः क्षणसूचिकायाः चलनं वर्तुलात्मकचलनस्य उदाहरणम् अस्ति।

विद्युत्-व्यजनम्, घटी वा एकस्मात् स्थानात् अन्यं स्थानं स्वयं न चलति। किन्तु, व्यजनस्य पक्षाः, घट्याः सूच्यः वर्तुलात्मकं चलनं दर्शयन्ति। यदि अस्माभिः व्यजनस्य पक्षेषु अथवा घटीसूचीषु यत्र कुत्रापि बिन्दुना चिह्नितम्, तर्हि व्यजनस्य मध्यभागात् एतस्य बिन्दोः अन्तरं वर्तुलात्मकचलनस्य समये सर्वदा समानं भवति।




कदाचित्, वस्तु स्वस्य चलनं किञ्चित्कालाद् अनन्तरं पुनरावर्तयति। चलनस्य एषः विधिः आवर्तनचलनम् इति कथ्यते। सप्तमे क्रियाकलापे भवद्भिः उपयुक्तां तन्तुना बद्धां शिलां स्वीकुर्वन्तु। इदानीं तन्तुं स्वहस्तेन गृह्णन्तु येन शिला लम्बमाना तिष्ठति। अन्येन हस्तेन शिलां एकस्मिन् पार्श्वे आकृष्य त्यजन्तु। एषा लम्बकस्य गतिः आवर्तनचलनस्य उदाहरणम् अस्ति।

लम्बकस्य चलनम्, इतस्ततः चलन्ती वृक्षस्य शाखा, दोलायां शिशोः चलनम्, वाद्यमानस्य 'गिटार्'वाद्यस्य तन्त्रीणाम्, 'तबला' वाद्यस्य उपरितनभागस्य च चलनम् इत्यादीनि सर्वाणि चलनानि आवर्तनचलनस्य उदाहरणानि सन्ति, यस्मिन् एकं वस्तु निर्दिष्टकालान्तरे स्वचलनं पुनरावर्तयति (चित्रम् १०.१४)।



(a)

(b) (c)

(d) (e)

**चित्रम् १०.१४** आवर्तनचलनस्य उदाहरणानि

किं भवन्तः पञ्चमस्य क्रियाकलापस्य सन्दर्भे सीवनयन्त्रम् अवलोकितवन्तः ? तत् यन्त्रम् एकस्मिन् स्थाने एव भवति, किन्तु तस्य चक्रं वर्तुलात्मकचलनस्य अनुसारं भ्रमति। सीवनयन्त्रे एका सूची अपि भवति। यावत्कालं तत् चक्रं भ्रमति, तावत्कालं सा सूची निरन्तरम् उपरि-अधः चलति खलु ? एषा सूची आवर्तनचलनम् अनुसरति।

किं भवन्तः भूमौ कन्दुकस्य चलनं समीपतः अवलोकितवन्तः? यदा कन्दुकं चलति, तदा भ्रमणं करोति, साकं भूमौ अग्रे अपि चलति। अतः, कन्दुकं सरलरेखात्मकचलनेन साकं, वर्तुलात्मकं चलनम् अपि अनुसरति। किं भवन्तः एतादृशानि अन्यानि उदाहरणानि चिन्तयितुं शक्नुवन्ति यत्र वस्तूनि एकाधिकान् चलनविधान् अनुसरन्ति?

अस्मिन् अध्याये वयं बहून् मापनसम्बन्धीन् क्रियाकलापान् कृतवन्तः, चलनस्य कांश्चन विधान् चर्चितवन्तः च। समयेन तेन सह वस्तुनः स्थानस्य परिवर्तनम् एव चलनम् इति कथ्यते इति वयं दृष्टवन्तः। स्थानस्य ईदृशं परिवर्तनं वयम् अन्तरस्य मापनैः निश्चेतुं शक्नुमः। चलनं कियत् वेगयुक्तम् अथवा सावधानयुतम् अस्ति इति अस्माभिः अन्तरस्य मापनैः ज्ञातुं शक्यते। भूमौ शम्बूकस्य चलनम्, पतङ्गस्य पुष्पात् पुष्पं भ्रमणम्, नद्याः प्रवहणम्, ,विमानयानस्य उन्नते आकाशे डयनम्, चन्द्रस्य भूमेः परितः भ्रमणम्, अस्माकं शरीरेषु रक्तस्य प्रवहणम्, - इत्यादीनि उदाहरणानि अस्मान् परितः बहुषु स्थलेषु जायमानाः गतयः दर्शयन्ति।

| प्रमुख-शब्दाः |
| --- |
| वर्तुलात्मकं चलनम् |
| अन्तरम् |
| मापनम् |
| चलनम्/गतिः |
| आवर्तनचलनम् |
| सरलरेखात्मकं चलनम् |
| एस् आइ मात्राः |
| मापनस्य मात्राः |

**सारांशः**

- प्रदेशात् प्रदेशं गन्तुं विविधाः परिवहनस्य प्रकाराः उपयुज्यन्ते ।
- प्राचीनकाले, जनैः पाददैर्घ्यम्, अङ्गुल्याः विस्तारः, पदस्य अन्तरम् इत्यादीनि च मापनमात्राणां रूपेण उपयुज्यन्ते स्म । अनेन मापने अस्पष्टता, समानरूपस्य मापनक्रमस्य आविष्कारस्य अनिवार्यता च जाता ।
- इदानीम्, अस्माभिः अन्ताराष्ट्रिया मात्रापद्धतिः(SI Unit) उपयुज्यते । एषा पद्धतिः जगति सर्वत्र अङ्गीकृता अस्ति ।
- एस् आइ मात्रायां दैर्घ्यस्य मात्रा 'मीटर्' अस्ति ।
- सरलरेखायां चलनं सरलरेखात्मकं चलनम् इति वदामः ।
- वर्तुलात्मके चलने केन्द्रस्थानात् वस्तुनः अन्तरं सर्वदा समानं भवति ।
- चलनं यत् किञ्चित्कालानन्तरं पुनरावर्तितं भवति, तत् आवर्तनचलनम् इति कथ्यते ।

**अभ्यासः**

१. भूमौ, जले, वायौ च उपयुज्यमानानां परिवहनक्रमाणां कृते प्रत्येकम् उदाहरणद्वयं लिखत ।

२. रिक्तस्थानानि पूरयत ।

अ. एकं 'मीटर्' समं __________ सेमी. अस्ति ।

आ. पञ्च 'किमी.' समं ____________ मी. अस्ति ।

इ. दोलायां शिशोः चलनं _______________________ अस्ति ।

ई. सीवनयन्त्रस्य सूच्याः चलनं ________________________ अस्ति ।

उ. द्विचक्रिकावाहनस्य चक्रस्य चलनं ________________________ अस्ति ।

३. पादस्य क्रमणं दैर्घ्यस्य आदर्शमात्रारूपेण किमर्थम् उपयोक्तुं न शक्यते?

४. अधोलिखितानि दैर्घ्याणि तेषां परिमाणस्य वर्धमाने क्रमे योजयत ।

१ मीटर्, १ सेन्टिमीटर्, १ किलोमीटर्, १ मिलिमीटर्

५. व्यक्तेः औन्नत्यम् १.६५ मी अस्ति । एतत् 'किलोमीटर्', 'मिलिमीटर्' रूपेण परिवर्तयत ।

६. राधायाः गृहस्य, तस्याः च शालायाः मध्ये ३२५० 'मीटर्' अन्तरम् अस्ति । एतत् अन्तरं 'किलोमीटर्' रूपेण लिखत ।
७. ग्रथनसूच्याः दैर्घ्यस्य मापनसमये, मापिकायाः एकस्मात् अन्तात् मापितांशः ३.० सेमी इति, अन्यात् अन्तात् ३३.१ सेमी इति च दृष्टः । इदानीं सूच्याः वास्तविकं दैर्घ्यं किम्?
८. द्विचक्रिकायानस्य चलनस्य, चालितस्य स्थिरव्यजनस्य चलनस्य च मध्ये सादृश्यानि भेदान् च लिखत ।
९. अन्तरं मापयितुं 'एलास्टिक्'मापनपट्टिकां किमर्थम् उपयोक्तुं न शक्यते? 'एलास्टिक्'मापनपट्टिकाम् उपयुज्य यदा मापनं क्रियते, तदा मापितम् अन्तरम् अन्यान् प्रति कथनसन्दर्भे काः काः समस्याः भवेयुः?
१०. आवर्तनचलनस्य उदाहरणद्वयं लिखत ।

**प्रस्ताविताः परियोजनाः क्रियाकलापाः च**

१. भवतां कक्ष्यायाः मानचित्रं रचयन्तु । एकं कन्दुकं भूमौ भ्रामयन्तु । भवतां मानचित्रे, कन्दुकेन कस्मिन् स्थाने चलितुम् आरब्धम्, कस्मिन् स्थाने स्थगितं च इति चिह्नैः दर्शयन्तु । चलितस्य कन्दुकस्य पन्थानम् अपि दर्शयन्तु । किं कन्दुकं सरलरेखायां चलितम् ?
२. तन्तुं मापिकां च उपयुज्य एकैकोऽपि छात्रः स्वस्य पादस्य दैर्घ्यं मापयतु । सम्पूर्णकक्ष्यया स्वीकृतानां पाददैर्घ्याणां मापनानाम् एकं स्तम्भचित्रं रचयन्तु ।