4 ऊष्मा

तृतीयाध्याये भवन्तः ज्ञातवन्तः यत् ऊर्णवस्त्रम् जान्तवतन्तुभ्यः निर्मीयते । भवन्तः इदमपि जानन्ति यत् कार्पासवस्त्रं पादपतन्तुभ्यः निर्मीयते । वयं शीतकाले ऊर्णवस्त्रं धरामः तत् वस्त्रम् उष्णं भवति, अतः अस्मभ्यम् उष्णतां प्रददाति । यदा ग्रीष्मकालः आगच्छति तदा अल्परञ्जित कार्पासवस्त्रं धरामः, एतत् वस्त्रं शैत्यं प्रददाति । भवन्तः अवश्यमेव विस्मयतां अनुभवन्ति, यत् कस्यापि विशेष-ऋतोः कृते विशेष-प्रकारस्य वस्त्रस्य एव उपयोगिता किमर्थं भवति ?

भवन्तः शीतकाले गृहे शैत्यम् अनुभवन्ति । यदि गृहात् बहिः आतपे आगच्छन्ति, तर्हि उष्णताम् अनुभवन्ति । ग्रीष्मकाले तु यथा बहिः उष्णताम् अनुभवन्ति तथैव गृहे अपि । वयं कथं ज्ञातुं शक्नुमः, यत् इदं वस्तु उष्णं वर्तते, शीतलं वा ? वयं कथं ज्ञातुं पारयामः, किञ्चन वस्तु कियत् उष्णं शीतलं वा ? अस्मिन् अध्याये वयम् एतादृशप्रश्नानां उत्तराणि प्राप्तुंप्रयासं कुर्मः ।

4.1 ऊष्णं शीतलं च

स्वस्य दैनिक-जीवने वयम् अनेकवस्तूनां सम्पर्के आगच्छामः । तत्र कानिचित् वस्तूनि उष्णानि कानिचित् शीतलानि भवन्ति । चायम् उष्णं तथा हिमं शीतलं भवति । सारिणी ४.१ अत्र सामान्योपयोगिवस्तूनां सूची वर्तते । अस्यां सूच्यां किञ्चन अन्यत् नाम योजयतु । एतानि वस्तूनि उष्ण-शीत-रूपेण निर्दिशन्तु । वयं पश्यामः यत् कानिचित् वस्तूनि उष्णानि भवन्ति, कानिचित् शीतलानि । भवन्तः जानन्ति यत् कानिचित् वस्तूनि

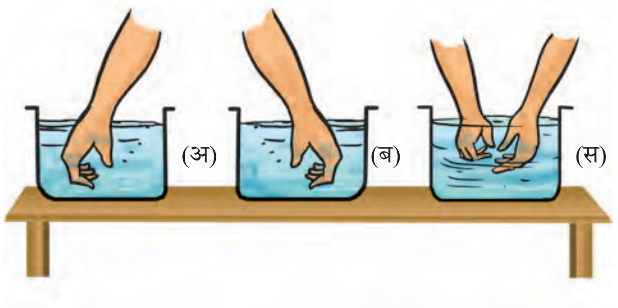
भवतां कृते परमर्शः दीयते यत् बहु अधिक-उष्ण-वस्तु मा स्पृशतु । सिक्तवर्तिकायाः ज्वालानिर्वहणे अथवा चुल्ली-निर्वहणे जागरुकाः भवन्तु ॥

अन्य-वस्तुनः अपेक्षया अधिकम् उष्णं भवति, तथा च कानिचित् वस्तूनि अधिकानि शीतलानि भवति । वयं कथं जानीमः इदं वस्तु एतस्य वस्तुनः अपेक्षया अधिकम् उष्णं वर्तते, अथवा शीतलं ? प्रायः वयं वस्तु स्पृष्ट्वा जानीमः यत् इदं वस्तु शीतलम् अथवा उष्णं वर्तते । परन्तु किम् अस्माकं स्पर्शेन्द्रियं विश्वसनीयं वर्तते ? आगच्छन्तु जानीमः –

सारणी 4.1- उष्ण- शीत-वस्तूनि

वस्तु	शीतलम्	कवोष्णम्/उष्णम्
पयोहिमम् (आइसक्रीम)		
चायपात्रे स्थापितः चमसः		
फलरसः		
भृञ्जनार्थं उपयुक्तस्य भ्राष्ट्रस्य कर्णः		

गतिविधिः 4.1



चित्रम् – त्रिविध- जलपात्राणां तापस्य परीक्षणम्

त्रीणि दीर्घ-पात्राणि अथवा कंसान् गृह्णन्तु । एतेषां नामाङ्कनम् 'अ', 'ब', 'स', इति कुर्वन्तु, (चित्रं ४.१)। 'अ', पात्रे शीतलं जलं गृह्णन्तु, तथा 'ब', पात्रे ऊष्णं जलं स्वीकुर्वन्तु । उष्णं जलं शीतलेन जलेन मेलयित्वा 'स' पात्रे स्थापयन्तु । इदानीं वाम-हस्तम् 'अ', पात्रे

स्थापयित्वा दक्षिण-हस्तं 'ब', पात्रे स्थापयन्तु । उभौ हस्तौ द्वि-त्रक्षणपर्यन्तं पात्रयोः स्थापयन्तु । तदनन्तरम् उभौ हस्तौ युगपत् 'स' पात्रमध्ये स्थापयन्तु (चित्रम्४.१)। किम् इदानीम् उभौ हस्तौ समानम् अनुभवतः ?

> सुनिश्चितं करोतु यत् जलम् एतावत् अधिकम् उष्णं न भवेत्, येन हस्तं दहेत्।

जिज्ञासुः कथयति, मम वामहस्तं वदति यत् स पात्रस्थं जलम् उष्णं वर्तते, तथा च दक्षिणहस्तं वदति यत् स, पात्रस्थं जलं शीतलं वर्तते, अहं कं निर्णयं करोमि ?

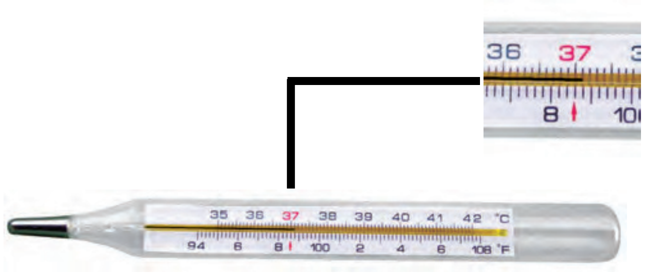
जिज्ञासोः समस्या इदं दर्शयति, यत् एतस्य-निश्चयार्थं किमपि वस्तु उष्णम् अस्ति अथवा शीतलम् इति विषये स्पर्शेन्द्रिये विश्वासं कर्तुं न शक्नुमः । इदम् इन्द्रियम् अविश्वसनीयं वर्तते।

तदा वयं कथं ज्ञातुं शक्नुमः यत् किञ्चित् वस्तु वस्तुतः कियत् उष्णं वर्तते ? कस्यापि वस्तुनः उष्णतायाः विश्वसनीय-मापनं तस्य तापेन भवति । ताप-मापनार्थं यन्त्रं तापमापि (थर्मामीटर) कथ्यते।

4.2 तापमापनम्

किं भवन्तः कमपि तापमापिनं दृष्टवन्तः ? स्मरन्तु यत् यदा कदा भवतः अथवा भवतः कुटुम्बिनः ज्वरः भवति, तदा ताप-मापनं तापमापि-यन्त्रेण भवति। येन तापमापि-यन्त्रेण वयं स्वशरीरस्य तापमापनं कुर्मः, तस्य नाम चिकित्सा-तापमापि (क्लिनिकल् थर्मामीटर) भवति । किमपि तापमापि यन्त्रं स्वहस्ते गृहीत्वा पश्यन्तु, तथा च ध्यानेन तस्य प्रेक्षणं कुर्वन्तु। यदि भवतां पार्श्वे तापमापि यन्त्रं नास्ति तदा स्वमित्रेण सह सम्मिलितः भवन्तु । चिकित्सा-तापमापि (चित्रे ४.२) एतादृशं भवति । चिकित्सा-तापमापि-यन्त्रे एका लम्बायमाना सङ्कुचित समाना काच-नलिका भवति । एतस्याः एकस्मिन् भागे कन्दः भवति । सः कन्दः पारदयुक्तः भवति । बिन्दोः बहिः नालिकायां पारदस्य एका सूक्ष्मा कान्तियुक्ता रेखा द्रष्टुं शक्यते।

यदि पारदस्य इमां रेखां भवन्तः द्रष्टुं न शक्तवन्तः, तर्हि तापमापि यन्त्रं किञ्चित् भ्रामयतु, तावत् भ्रामयतु यावत् रेखा-दर्शनं न भवेत्। तापमापि-यन्त्रे भवन्तः तापमापनस्य एकां मापिकां अपि द्रक्ष्यन्ति। उपयुज्यमानः एषा मापिका सेल्सियस मापिका अस्ति, यः °C द्वारा दर्श्यते।



चित्रम् -4.2 चिकित्सक-तापमापियन्त्रम्

जिज्ञासुः भ्रमितः वर्तते, यत् (चित्रम् ४.२) इत्यस्मिन् द्वाभ्यां मापक्रमाभ्यां सः कं पठेत्। प्रहेलिका ज्ञापितवती यत् भारतदेशे वयं सेल्सियस-स्केल स्वीकृतवन्तः, अत एव वयम् अस्यैव मापक्रमस्य उपयोगं कुर्मः । द्वितीयः मापक्रमः फारेनहाइट-स्केल(°F) अस्ति, यस्य परिसरः ९४-१०८ मापपर्यन्तं (डिग्री) भवति । अस्य प्रयोगं पूर्वं कुर्वन्ति स्म।

चिकित्सा-तापमापि-यन्त्रात् (डाक्टरी थर्मामीटर) 35 °C- 42 °C पर्यन्तं तापस्य मापनं भवितुम् अर्हति।

गतिविधिः 4.2

तापमापि-यन्त्रात् तापमापनम् –

आगच्छन्तु, इदं शिक्षयामः तापमापि-यन्त्रं कथं पठेम । प्रथमं कयोश्चित् क्रमागत-द्वयोः स्थूलचिह्न-द्वारा निरूपित-तापस्य भेदं लिखन्तु । कति विभागाः (लघुचिह्नैः दर्शिताः सन्ति) सन्ति इति लिखन्तु । चिन्तयन्तु यदि द्वयोः दीर्घचिह्नयोः अन्तरम् एकं डिगिरि (˚C) वर्तते, तथा एतेषां चिह्नानां मध्ये पञ्च-विभागाः सन्ति तर्हि लघु-भागस्य मानं 1/5 ˚C अर्थात् 0. 2˚C भविष्यति ।

उपयोगात् पूर्वं तापमापि-यन्त्रं सम्यक्तया प्रक्षालयन्तु । प्रक्षालनार्थं कस्यापि रोगाणुरोधक-विलयनस्य उपयोगः भवतु । इदानीम् एतत् यन्त्रं स्वहस्ते दृढतया गृहीत्वा, तथा वेगेन चालयन्तु । तीव्रगत्या चालनेन पारदस्य अवस्थानं तले भवति । सुनिश्चितं करोतु यत् एषः पारदः 35 ˚C इत्यतः अधः आगतः । इदानीं तापमापि-यन्त्रस्य कन्दं (बल्ब) स्वजिह्वायाः अधः स्थापयन्तु । एकनिमेषानन्तरं तापमापि-यन्त्रं मुखात् बहिः निष्कासयन्तु, तथा तस्य पाठ्याङ्कं लिखन्तु । अयं भवतां शरीरस्य तापः वर्तते । तापं सदैव अस्य मात्रया सह वदेयुः ˚C । भवन्तः स्वशरीरस्य तापं कियान्तं लिखितवन्तः ? **मानवशरीरस्य सामान्यः तापः 37 ˚C अस्ति । ध्यानं यच्छन्तु, यत् तापः अस्य मात्रया सह व्यक्तः अभवत् ।**

प्रहेलिका स्वशरीरस्य तापं मापितवती । सा चिन्ताक्लान्ता अभूत्, यतोहि अयं तापः 37 ˚C समीचीनः नासीत् ।

आगच्छन्तु, प्रहेलिकां विश्वसिमः, यत् तस्याः शरीरे समस्या नास्ति ।

गतिविधिः 4.3

चिकित्सक-तापमापि-यन्त्रस्य साहाय्येन केषाञ्चित् स्वमित्राणां शरीरस्य तापमापनं कुर्वन्तु । अवलोकित-अंशान् 4.2 इत्यत्र लिखन्तु ।

चिकित्सक-तापमापि-यन्त्रपठनार्थम् आवश्यक-पूर्वोपायः

- तापमापि-यन्त्रस्य उपयोगात् पूर्वं तथा उपयोगात् पश्चात् प्रक्षालनम् अवश्यमेव कर्तव्यम्, प्रक्षालनार्थं रोगाणुरोधक-विलयनस्य उपयोगः समीचीनः भवति ।
- सुनिश्चितं करोतु यत् उपयोगात् पूर्वं पारदस्य तलं 35 ˚C इत्यतः अधः स्यात् ।
- तापमापि-यन्त्र-पठनकाले पारदस्य तलं दृष्टि-रेखायाः समक्षं भवेत् ।
- तापमापि-यन्त्रस्य सावधान-पूर्वकम् उपयोगं कुर्वन्तु । केनचित् दृढवस्तुना ताडितं चेत् भग्नं भवितुम् अर्हति ।
- तापमापि-यन्त्रोपयोग-काले हस्तेन कन्दं मा गृह्णन्तु ।

चित्रम् 4.3 चिकित्सक-तापमापि-यन्त्रस्य समुचित-पठनविधिः

सारणी 4.2 – केषाञ्चित् विद्यार्थिनां शरीर-तापमापनं

नाम	तापः °C

किं विद्यार्थिनां शरीरस्य तापः 37 °C अस्ति ? इदम् आवश्यकं नास्ति यत् प्रत्येकं व्यक्तीनां सामान्य-तापः 37 °C भवेत् । तापः कदाचित् न्यूनाधिकः भवितुम् अर्हति । वस्तुतः यः सामान्यतापः उच्यते, सः स्वस्थ-व्यक्तीनां विशालसमूहानां शरीरस्य मध्यम-तापः वर्तते ।

जिज्ञासोः बुद्धौ विचित्रविचारः समागतः, सः चिकित्सक-तापमापि-यन्त्रेण उष्ण दुग्धस्य तापमापनम् इच्छति । प्रहेलिका तम् एतत्कार्येण अवरोधयति ।

पूर्वज्ञापनम्

चिकित्सा-तापमापि-यन्त्रस्य उपयोगं मानवशरीरस्य तापमापनं विहाय अन्यवस्तुनः तापमापनं कदाचित् अपि न कुर्वन्तु । तापमापि-यन्त्रम् आतपात् तथा च अग्नेः रक्षां कुर्वन्तु । नो चेत् भग्नं भविष्यति ।

चिकित्सा-तापमापि-यन्त्रं केवलं मानवशरीरस्य तापमापनार्थं वर्तते । मानवशरीरस्य तापः सामान्यतः 35 °C इत्यतः न्यूनम् अथ च 42 °C इत्यतः अधिकं न भवति । अत एव अस्य तापमापि-यन्त्रस्य परिसरः 35 °C इत्यतः 42 °C पर्यन्तं वर्तते ।

4.3 - प्रयोगशाला-तापमापि

वयम् अन्य-वस्तुनः तापमापनं कथं कुर्मः ? तदर्थम् अन्यतापमापि-यन्त्रेण कार्यं कुर्मः । तादृशम् एकं तापमापि, प्रयोगशाला-तापमापि इत्यपि वर्तते । भवताम् अध्यापकः प्रयोगशाला-तापमापि-यन्त्रं भवन्तं दर्शयिष्यति । भवन्तः ध्यानेन पश्यन्तु, एतेन यन्त्रेण मापनीयम् अधिकतमं न्यूनतमं तापं लिखन्तु । प्रयोगशाला-तापमापि-यन्त्रस्य परिसरः प्रायः -10 °C इत्यतः 110 °C पर्यन्तं भवति (चित्रम् 4.4) । यथा भवन्तः चिकित्सा-तापमापि-यन्त्रे कृतवन्तः, तथैव अस्य तापमापि-यन्त्रस्य अपि केनचित् लघुभागेन दृश्यमान-तापस्य मानं जानन्तु । तापमापि-द्वारा दर्शित-तापस्य सम्यक्ज्ञानार्थं भवतां कृते तापस्य इदं मानम् आवश्यकं भविष्यति ।

विभिन्न-प्रयोजनस्य कृते विभिन्न-विधानि तापमापि-यन्त्राणि भवन्ति, तेषाम् उपयोगं तापमापनार्थं कुर्मः । वातावरणस्य वृत्तं सूचयितुं पूर्वदिनस्य अधिकतम-न्यूनतम-तापस्य मापनं एकं तापमापि-यन्त्रं करोति । तस्य नाम अधिकतम-न्यूनतम-तापमापि भवति ।

आगच्छन्तु, पश्यामः अस्य तापमापि-यन्त्रस्य उपयोगः कथं भवति ।

गतिविधिः- 4.4

चित्रम् 4.5 प्रयोगशाला- तापमापि-द्वारा जलस्य तापमापनम्

कस्मिंश्चित् जलपात्रे किञ्चित् जलं स्थापयन्तु ।

तापमापि-यन्त्रं जले तेन प्रकारेण स्थापयन्तु, येन तापमापि-यन्त्रस्य कन्दः (बल्ब) जले भवेत्। परन्तु सः पात्रस्य तलम् अथवा भित्तिं न स्पृशेत्। तापमापि-यन्त्रं जले ऊर्ध्वाक्षरं कृत्वा यन्त्रे पारदस्य तलस्य गतिं पश्यन्तु (चित्रम् 4.5)।

पारायाः= पारदस्य तल-स्थिरं न भवेत्। तापमापि-यन्त्रस्य पाठ्याङ्कं लिखन्तु। अयम् तस्य कालस्य जलस्य तापः वर्तते। कक्ष्यायां विभिन्न-विद्यार्थि-द्वारा मापित-जल-तापस्य तुलनां कुर्वन्तु। किम् अस्मिन् मापने काश्चित् भिन्नताः सन्ति ? सम्भावित-कारणानां विषये चर्चां कुर्वन्तु।

प्रयोगशाला-तापमापि-यन्त्रस्य उपयोगकाले चिकित्सा-तापमापि-यन्त्रस्य पाठ्याङ्क-ग्रहण-काले क्रियमाण-सर्वसावधानिभ्यः अतिरिक्त- निम्नलिखित-अवधानयोग्यसूचनाः भवन्ति -

- तापमापि-यन्त्रम् ऊर्ध्वाक्षरं भवेत्, तथा
- तापमापि-यन्त्रस्य कन्दं सर्वतः तेन पदार्थेन आच्छादितः भवेत्, यस्य तापमापनम् इच्छन्ति। कन्दः पात्रस्य भित्तिं मा स्पृशेत्।

जिज्ञासुः सम्प्रति ज्ञातवान यत् उच्चताप-मापनार्थं चिकित्सा-तापमापि-यन्त्रस्य प्रयोगः किमर्थं न भवति। परन्तु सः सम्प्रत्यपि चिन्तितः वर्तते, यत् किं प्रयोगशाला-तापमापि-यन्त्रद्वारा अस्माकं शरीरस्य

आगच्छन्तु अस्य प्रश्नस्य उत्तरान्वेषणं कुर्मः।

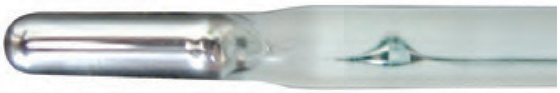
गतिविधिः 4.5

कस्मिंश्चित् जलपात्रे ऊष्णजलं स्थापयतु। तापमापि-तापमापियन्त्रं जले निमज्जयन्तु। यावत् पारदस्य तलः स्थिरं भवेत् तावत् प्रतीक्षन्ताम्। यदा पारदस्य तलस्थिरं भवेत्, तदा तापमापनं लिखन्तु। इदानीं तापमापि-यन्त्रं जलात् बहिः निष्कासयन्तु। ध्यान-पूर्वकं पश्यतु, यत् इदानीं किं भवति ? किं भवन्तः पश्यन्ति, यदा हि तापमापि-यन्त्रं जलात् बहिः स्वीकृतं, सद्यः पारदस्य तलम् अधः आगच्छति ? अस्य तात्पर्यम् इदं वर्तते, केनचित् प्रयोगशाला-तापमापि-यन्त्रेण तापस्य पाठ्याङ्कं तदा एव लिखन्तु, यदा यन्त्रस्य कन्दः जले भवेत्।

स्मरन्तु, यत् स्वशरीरस्य तापमापन-काले भवता पाठ्याङ्क-लेखनार्थं तापमापि-यन्त्रं मुखात् बहिः निष्कासनीयं भवति। किं तदा भवन्तः, प्रयोगशाला-तापमापि-यन्त्रस्य स्वशरीरस्य तापमापनार्थम् उपयोगं कर्तुं शक्नुवन्ति ? अनेन निष्कर्षः भवति, यत् प्रयोगशाला-तापमापि-यन्त्रस्य उपयोगः शरीर-तापमापनस्य कृते सुविधायुक्तः न भवति।

चिकित्सा-तापमापि-यन्त्रस्य मुखात् बहिः निष्कासने सति पारदस्य तलम् अधः अथवा उपरि किमर्थं न गच्छति ?

कस्यचित् चिकित्सा-तापमापि-यन्त्रस्य पुनः प्रेक्षणं कुर्वन्तु। किं भवन्तः कन्दस्य समीपे विभङ्गं पश्यन्ति (चित्रम् 4.6)।



चित्रम् 4.6 चिकित्सा-तापमापियन्त्रे एकः विभङ्गः भवति

चित्रम् 4.4 प्रयोगशाला- तापमापि

विभङ्गस्य कः लाभः ? अयं पारदस्य तलं स्वाभाविक-पतनात् रुणद्धि।

जिज्ञासुः एतत् ज्ञातुम् उत्सुकः अस्ति यत् यदा तापमापियन्त्रस्य चिह्नदीपः कस्यचित् वस्तुनः सम्पर्के भवति तदा पारदस्य तले परिवर्तनं किमर्थं भवति ?

प्रहेलिका ज्ञातुम् इच्छति, "किम् अस्य तात्पर्यम् इदमेव वर्तते, यत् यदि द्वयोः वस्तुनोः तापः समानः स्यात् तर्हि ऊष्मा स्थानान्तरितः न भवति।

तापमापि-यन्त्रे पारदस्य प्रयोगविषये अनेके चिन्तनीयाः बिन्दवः सन्ति। पारदः एकः विषयुक्तः पदार्थः वर्तते, यदि तापमापि छिनत्ति तदा अस्य अपक्षेपणं कठिनं भवति। अद्यत्वे अङ्कीय-तापमापि-यन्त्रम् उपलब्धं वर्तते, यस्मिन् पारदस्य उपयोगः न भवति ।

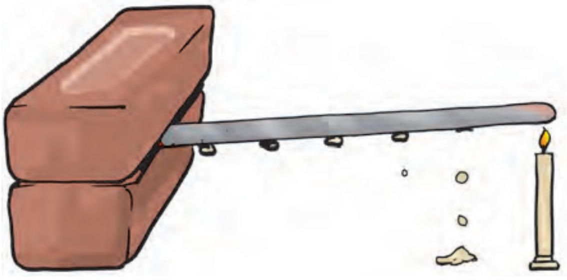
4.4 ऊष्मणः स्थानान्तरणम्

प्रायः भवन्तः दृष्टवन्तः स्युः यत् यदा किञ्चित् भ्राष्ट्रं ज्वालायां स्थापयामः तदा तप्तं भवति। अस्य कारणं वर्तते यत् ऊष्मा ज्वालाद्वारा पात्रं प्रति गच्छति। यदा पात्रं ज्वालायाः अपसारयामः, तदा पात्रं शनैः शनैः शीतलं भवति। इदं पात्रं शीतलं किमर्थं भवति ? ऊष्मा पात्रात् परिवेशं प्रति स्थानान्तरितः भवति । अनेन प्रकारेण भवन्तः ज्ञातुं शक्नुवन्ति, यत् उभयोः स्थित्योः ऊष्मा उष्ण-वस्तुतः शीतल-वस्तु प्रति गच्छति। तत्त्वतः ऊष्मा सदैव उष्ण-वस्तुनः शीतल-वस्तु प्रति प्रवाहितः भवति।

ऊष्मा केन प्रकारेण स्थानान्तरितः भवति ? आगच्छन्तु अस्य विषये अन्वेषयामः।

गतिविधिः 4.6

अल्युमिनियम् अथवा अयः इव कस्यचन धातोः एकं दण्डम् अथवा समपट्टपट्टिकां स्वीकरोतु। तत्र सिक्थक-खण्डानि श्लेषयन्तु । इमानि खण्डानि समानान्तराणि भवन्तु (चित्रम् 4.7)। दण्डस्य अन्त्यभागं प्रयोगशालायाः स्थापन-पीठिकायां संस्थापयतु। यदि भवन्तः स्थापन-पीठिकां न प्राप्नुवन्ति तर्हि दण्यस्य अन्त्यभागं इष्टिकयोः मध्ये संस्थापयितुं शक्नुवन्ति। इदानीं दण्डस्य द्वितीयभागं तापयन्तु, तथा ध्यानेन पश्यन्तु।



चित्रम् - 4.7 कस्यचन वस्तुनः पट्टिकायाम् ऊष्मणः स्थानान्तरणस्य अध्ययनम्

सिक्थक-खण्डानां किं भवति ? किम् एतानि सिक्थक-खण्डानि पतनारम्भं कुर्वन्ति। कस्य सिक्थक-खण्डस्य प्रथमं पतनं भवति ? किं भवन्तः चिन्तयन्ति यत् ऊष्मा ज्वालायाः निकटतमात् भागात् द्वितीय-भागं प्रति गच्छति ?

स: प्रक्रमः यस्मिन् ऊष्मा कस्यचन वस्तुनः ऊष्णभागात् शीतलभागं प्रति स्थानान्तरितः भवति, सः चालनम् इति उच्यते। घनपदार्थेषु ऊष्मा प्रायः चालनस्य प्रक्रमद्वारा स्थानान्तरितः भवति।

किं सर्वेषु पदार्थेषु ऊष्मणः चालनम् अनायासेन भवति ? भवन्तः दृष्टवन्तः स्युः यत् भोजन-पाचनार्थम् उपयुक्त-भ्राष्ट्रे प्लास्टिक इत्यस्य अथवा काष्ठस्य कर्णः: भवति। किं भवन्तः किञ्चन तप्तपात्रं कर्णं विना हस्तदग्धं विना स्प्रष्टुं शक्नुवन्ति ?

गतिविधिः 4.7

कस्मिंश्चित् पात्रे उष्णं जलं स्वीकुर्वन्तु । कानिचित् वस्तूनि, यथा तीक्ष्णलोहचमसः, प्लास्टिक् मापिका, अङ्कनी, तथा च विभाजनी सङ्गृह्णन्तु, एतेषां सर्व-वस्तूनाम् एक-भागम् उष्णजले निक्षिपन्तु (चित्रम् 4.8)। कस्यचित् कालस्य अनन्तरं द्वितीयभागं स्पृष्ट्वा पश्यन्तु। स्वप्रेक्षणं 4.3 सारिण्यां लिखन्तु।

सारिणी 4.3

वस्तु	पदार्थस्य नाम येन वस्तु निर्मितं भवति	किं द्वितीयभागः ऊष्णः भवति आम् / न
तीक्ष्णलोहचमसः	धातुः	आम्

यः पदार्थः स्वमाध्यमेन ऊष्माणम् अनायासेन प्रसारयन्ति, तस्य नाम ऊष्मचालकः इति उच्यते, यथा अल्युमिनियम्, अयः, तथा ताम्रम् इत्यादि । यः पदार्थः स्वमाध्यमेन ऊष्माणम् अनायासेन न प्रसारयन्ति, तस्य नाम ऊष्मा-कुचालकः भवति। यथा प्लास्टिक, काष्ठम् इति।

चित्रम् 4.8 - विभिन्न-पदार्थेषु ऊष्मणः चालनम्

कुचालकानां द्वितीयं नाम ऊष्मरोधी भवति।

जलं तथा वायुः उष्मणः कुचालकः भवति। तदा अस्मिन् पदार्थे ऊष्मणः स्थानान्तरणं कथं भवति ? आगच्छन्तु अन्विष्यामः।

गतिविधिः 4.8

एकं वृत्ततलकाचपात्रं गृह्णन्तु, तस्मिन् द्वितृतीयांशं-पर्यन्तं जलं पूरयन्तु। तत् पात्रं त्रिपादिकायां स्थापयन्तु, येन अधस्तात् सिक्थवर्तिका-ज्वालनं सम्भवेत्, तेन च उष्णजलं भवेत्। जलपात्रस्य जलं स्थिरं भवेत्, तावत् प्रतीक्षन्ताम् । एकस्य पाननलिका इत्यस्य साहाय्येन प्रयोगपात्रस्य अधोभागे पोटैशियम् परमेंगनेट् इत्यस्य क्रिस्टल-कणं शनैः स्थापयन्तु, इदानीं क्रिस्टलकणस्य अधः सिक्थवर्तिकां प्रज्वाल्य जलं तापयन्तु।

चित्रम् 4.9 जले उष्माणः संवहनम्

स्वप्रेक्षणं टिप्पणीपुस्तके लिखन्तु। तथा यत् किञ्चिदपि पश्यन्ति, तस्य चित्रमपि प्रदर्शयन्तु। यदा जलं तापयामः, तदा शिखा-संपृक्त-जलम् उष्णं भवति। उष्णजलम् उपरि आगच्छति । अस्य उष्णजलस्य समीपस्थं शीतलजलं तस्य स्थानस्य स्वीकरणार्थम् आगच्छति । पुनः इदं जलम् अपि उष्णं भूत्वा उपरि आगच्छति, तथा समीपस्थात् जलं पुनः अस्य स्थानम् आगच्छति। इयं प्रक्रिया तावत्पर्यन्तं प्रचलति, यावत् सर्वं जलम् उष्णं न स्यात्। ऊष्मणः अयं स्थानान्तरण-विधिः संवहनम् इति कथ्यते। वायौ ऊष्मणः स्थानान्तरणं केन प्रकारेण भवति । ऊष्म-स्रोतः परितः वायुः उष्णः भूत्वा उपरि आरोहति । तथा च गतिविधिः 4.9 इत्यनेन अस्य सिद्धान्तस्य पुष्टिं कर्तुं शक्नुवन्ति।

गतिविधिः 4.9

एकां सिक्थ-वर्तिकां ज्वालयन्तु। स्वस्य एकः हस्तः शिखायाः उपरि तथा द्वितीयः हस्तः शिखायाः पार्श्वं स्थापयन्तु (चित्रम् 4.10) | किं भवताम् उभौ हस्तौ समान-उष्णताम् अनुभवतः ? यदि न तर्हि कः हस्तः अधिक-उष्णताम् अनुभवति ।

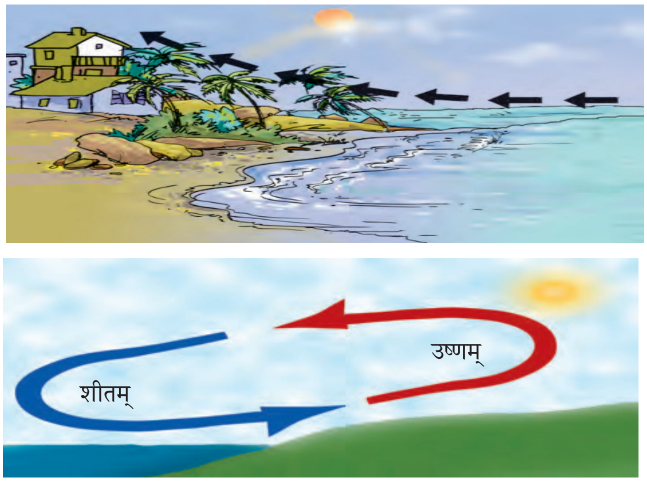
चित्रम् 4.10 – वायौ ऊष्मणः स्थानान्तरणं संवहनद्वारा भवति।

सावधानम् – स्वहस्तौ शिखया सुरक्षितदूरत्वे स्थापयन्तु, येन दग्धौ न भवेताम्।

ध्यानं दातव्यम् ! उपरितनः वायुः संवहनद्वारा ऊष्णं भवति, एतदर्थं शिखायाः उपरितनः हस्तः उष्णताम् अनुभवति, तथापि पार्श्वस्थः वायुः संवहनद्वारा उष्णः न भवति। अतः अयं वायुः ज्वालायाः ऊर्ध्वस्थ-वायुः इव उष्णः न भवति।

तटप्रदेशीयाः जनाः एकां मनोरञ्जन-परिघटनाम् अनुभवन्ति। दिवसे स्थलं जलापेक्षया शीघ्र-उष्णं भवति। स्थलस्य ऊर्ध्वस्थः वायुः उष्णीभूय ऊर्ध्वम् आरोहति। अस्य स्थान-ग्रहणार्थं समुद्रात् शीतलवायुः स्थलं प्रति आगच्छति। चक्रस्य पूरणार्थं स्थलात् उष्णवायुः समुद्रं प्रति आगच्छति। समुद्रात् आगतः वायुः समुद्र-समीरः इति उच्यते । समुद्र-समीरस्य शीतलवायोः लाभ-प्राप्त्यर्थं तटीय-क्षेत्रस्थ-भवनेषु वातायनानि समुद्रं प्रति भवन्ति (चित्रम् ४.११) रात्रौ अयं क्रमः विपरीतः भवति। समुद्रस्य जलं स्थलापेक्षया मन्दगत्या शीतलं भवति । अत एव स्थलात् शीतल-वायुः समुद्रं प्रति प्रवहति । अस्य नाम स्थल-समीरः इति भवति । चित्रम् 4.11 परिघटनां दर्शयति।

दिवासमयः



रात्रिसमयः

चित्रम् 4.11 समुद्रसमीरः तथा च स्थलसमीरः

यदा वयम् आतपे तिष्ठामः तदा उष्णताम् अनुभवामः, सूर्यात् अस्मत्पर्यन्तम् ऊष्मा कथम् आगच्छति ? अयं चालन-संवहन-द्वारा अस्मत्पर्यन्तं न आगन्तुं शक्नोति, यतो हि एतयोः प्रक्रमयोः ऊष्मा-स्थानान्तरणार्थं हेतुः आवश्यकः भवति । वायुः इव पृथिवीसूर्ययोः मध्ये अधिकतम-स्थाने कोपि हेतुः न भवति, अतः सूर्यात् अस्मत्पर्यन्तम् ऊष्मा अन्य-प्रक्रमद्वारा आगच्छति, यस्य नाम विकिरणः इति भवति । विकरणद्वारा ऊष्मणः स्थानान्तरणे कस्यापि हेतोः आवश्यकता न भवति, । हेतुः भवेत् न वा विकिरणद्वारा ऊष्मणः

स्थानान्तरणं भवितुम् अर्हति । यदा वयं कस्यापि तापकस्य समीपं तिष्ठामः, तदा वयम् अनेन प्रक्रमेण ऊष्मां प्राप्नुमः । ज्वालायाः अपसृत-पात्रं शीतलक्रमे स्वकीयस्य ऊष्माणं विकिरण-द्वारा एव परिवेशाय ददाति । अस्माकं शरीरं विकिरणद्वारा एव परिवेशाय ऊष्माणं ददाति, तथा ऊष्माणं गृह्णाति ।

सर्वाणि ऊष्ण-पिण्डानि विकिरण-रूपेण ऊष्माणं विकिरन्ति । यदा ऊष्मा अन्यवस्तुनि पतति, तदा अस्य केचन भागाः परावर्तिताः भवन्ति, केचन भागाः निपीताः भवन्ति, तथा केचन परागताः भवितुं शक्नुवन्ति । ऊष्मणः निपीत-भागस्य कारणात् वस्तुनः तापमानं वर्धते । आतपे बहिर्गमन-काले छत्रस्य प्रयोगार्थं किमर्थं भवतां कृते बाधनं दीयते ?

4.5 शीतकाले तथा च औष्ण्यकाले अस्माकं परिधानीय-वस्त्राणां प्रकारः –

भवन्तः जानन्ति यत् ग्रीष्मकाले वयम् अल्परञ्जितवस्त्रं धरामः, तथा च शीतकाले गाढवर्णयुक्तं वस्त्रं धरामः । अत्र कारणं किम् ? आगच्छन्तु, अन्विष्यामः ।

गतिविधिः 4.10

लोहपात्रद्वयं स्वीकुर्वन्तु । अनयोः मध्ये एकं पात्रं (पेंट) श्वेतवर्णेन तथा द्वितीयं पात्रं कृष्णवर्णेन (चित्रम् 4.12) लेपयन्तु / वर्णयन्तु । द्वयोः पात्रयोः समानप्रमाणकं-जलं पूरयन्तु, तथा च मध्याह्ने एकहोरा-पर्यन्तम् आतपे स्थापयन्तु । इदानीम् उभय-पात्रस्थ-जलस्य तापमापनं कुर्वन्तु । किम् अत्र उभयोः मध्ये ताप-भिन्नता वर्तते ? कस्मिन् पात्रे अधिकम् उष्णजलं वर्तते ? केवलं जल-स्पर्शनेनापि द्वयोः पात्रयोः जल-उष्णताम् अनुभवितुं शक्नुवन्ति ।

चित्रम् 4.12 – कृष्णवर्णीयं श्वेतवर्णीयं च पात्रम्

गतिविधिः 4.11

गतिविधिः 4.10 इत्यस्मिन् उपयुज्यमानं पात्र-द्वयम् आनयन्तु, द्वयोः पात्रयोः समान-मात्रायां समान-तापयुक्तं (प्रायः 60 $^{\circ}$C) जलं पूरयन्तु । पात्रद्वयं कस्मिंश्चित् अन्धकार-युक्ते प्रकोष्ठे स्थापयतु । 10-15 निमेषानन्तरं प्रत्येकं पात्रस्य तापमापनं कुर्वन्तु । किं सम्प्रति पात्रद्वये तापः समानः एव वर्तते, अथवा न्यूनाधिकः वर्तते ?

किम् अनेन गतिविधिना भवन्तः एतन्निष्कर्षं कर्तुं शक्नुवन्ति, यत् किमर्थं ग्रीष्मकाले श्वेतवर्णस्य अथवा अल्परञ्जित वस्त्राणि तथा शैत्यकाले गाढवर्णस्य वस्त्राणि सुखप्रदायकानि भवन्ति ? गाढवर्णस्य पृष्ठभागः अन्य-वर्णापेक्षया अधिकोष्माणम् निपिबन्ति । एतदर्थं शैत्यकाले गाढवर्णस्य वस्त्रधारणं सुखकरं भवति । न्यूनवर्णस्य वस्त्राणि उष्मीय-विकरणानाम् अधिकांश-भागान् परावर्तयन्ति । अत एव ग्रीष्मकाले न्यूनवर्णस्य वस्त्राणि अधिक-सुखकराणि भवन्ति ।

वयं अस्माकं गृहाणां शैत्यार्थम् अथवा औष्ण्यार्थं काष्ठस्य अङ्गारस्य अथवा विद्युतः प्रयोगं कुर्मः । किम् एतादृशं भवनं सम्भविष्यति, यस्मिन् वाह्यवातावरणस्य अर्थात् शैत्यस्य ग्रीष्मस्य प्रभावः न भवेत् । भवनस्य वाह्यभित्तिः यदि एवंप्रकारेण निर्मिता भवेत् यत् तस्याः मध्ये वायोः आवागमनं पिहितं भवेत्, तर्हि एतादृशं कर्तुं शक्नुमः । एतस्य कार्यस्य एकः विधिः वर्तते यत् भवननिर्माणे छिद्रयुक्तेष्टिकया निर्माणं कुर्याम, एतत्कार्यं सम्प्रति सम्भवितुं शक्नोति ।

शैत्यकाले ऊर्णवस्त्राणि अस्मान् उष्णं स्थापयन्ति

वयं शैत्यकाले उष्णवस्त्रं धरामः । ऊर्णम् ऊष्म-रोधि वर्तते । अत्र ऊर्णस्य सूत्रमध्ये वायुः न निर्गच्छति । अयं वायुः अस्माकं शरीरस्य ऊष्माणं शैत्य-परिवेशं प्रति गमनात् अवरोधयति, अत एव उष्णताम् अनुभवामः ।

कल्पनां कुर्वन्तु, शैत्यकाले भवन्तः एकं पीन-कम्बलम् अथवा कृशं कम्बलद्वयं प्राप्नुवन्ति चेत् तयोः मध्ये कस्य चयनं करिष्यन्ति, तथा च किमर्थं चयनं करिष्यन्ति? स्मरन्तु द्वयोः कम्बलयोः मध्ये वायोः सूक्ष्मावस्थानं भवति ।

प्रमुख-शब्दाः

सेल्सियस-मापिका	अधिकतम-न्यूनतम-तापमापि-यन्त्रम्	तापः
चालनम्	ऊष्म-रोधी	तापमापी
चालकः	स्थल-समीरः	तापमापि-यन्त्रम्
संवहनम्	समुद्र-समीरः	अङ्कीय-तापमापी
ऊष्मरोधी	विकिरणः	पूतिरोधी

भवन्तः किं पठितवन्तः

- कस्यचित् वस्तुनः उष्णतायाः परिमाणं ज्ञातुं सर्वदा अस्माकम् इन्द्रियेषु विश्वासं कर्तुं नैव शक्नुमः ।
- तापः कस्यचित् वस्तुनः उष्णतायाः प्रकारस्य मापनम् अस्ति ।
- तापमापि यन्त्रम् तापमापनस्य उपायः अस्ति ।
- वैद्यस्य तापमापियन्त्रस्य उपयोगः शरीरस्य तापमापनार्थं क्रियते । अस्य तापमापियन्त्रस्य परिसरः ३५ ०c तः ४२ ०c भवति । अन्यप्रयोजनार्थं वयं प्रयोगशालायाः तापमापियन्त्रस्य उपयोगं कुर्मः । अस्य तापमापियन्त्रस्य परिसरः -१० ०c तः ११० ०c भवति ।
- मानवशरीरस्य सामान्यः तापः ३७ ०c भवति ।
- ऊष्मा उच्चतापयुतस्य पदार्थात् न्यूनतापयुतं पदार्थं प्रति स्थानान्तरितः भवति । एकस्मात् वस्तुनः अन्यत् वस्तु प्रति ऊष्मा त्रिभिः प्रक्रमैः स्थानान्तरितः भवति । चालनं, संवहनं, विकिरणं च ।
- दृढपदार्थेषु ऊष्मा चालनमाध्यमेन स्थानान्तरितः भवति । द्रवपदार्थेषु वायुषु च संवहनेन ऊष्मणः स्थानान्तरणं भवति । विकरणनेन ऊष्मणः स्थानान्तरस्य कृते कस्यापि वस्तुनः आवश्यकता न भवति ।
- ये पदार्थाः सरलतया ऊष्माणं प्रवाहयन्ति ते ऊष्माचालकाः इति कथ्यन्ते ।
- गाढवर्णस्य वस्तूनि अल्पवर्णयुतां वस्तूनाम् अपेक्षया ऊष्माविकरणानां सम्यक् अवशोषकानि भवन्ति । अत एव वयम् औष्ण्यकाले अल्पवर्णयुतैः वस्त्रैः अधिकम् आनुकूल्यम् अनुभवामः ।
- शैत्यकाले ऊर्णवस्त्राणि अस्माकम् औष्ण्यं रक्षन्ति । एतस्य कारणम् एतद् अस्ति यत् ऊर्णा ऊष्मारोधिनी अस्ति अस्याः तन्तुषु वायु बद्धः भवति ।

अभ्यासः

1. प्रयोगशालातापमापियन्त्र-चिकित्सातापमापियन्त्रयोः मध्ये समानतां भिन्नतां च ज्ञापयन्तु।
2. ऊष्म-चालकस्य तथा ऊष्म-रोधिनः द्वे उदाहरणे प्रददतु।
3. रिक्तस्थानानि पूरयन्तु -
   (क) किञ्चित् वस्तु कियत् उष्णं वर्तते, इत्यस्य ज्ञानम् . . . . द्वारा भवति।
   (ख) बुद्बुद्युक्त-उष्णजलस्य तापस्य मापनं . . . . .तापमापियन्त्रेण भवितुं न शक्नोति।
   (ग) तापं श्रेणी . . . . इत्यस्मिन् मापनं कुर्वन्ति।
   (घ) माध्यमं विना ऊष्म-स्थानान्तरणस्य प्रक्रमः . . . . इति कथ्यते।
   (च) तीक्ष्णलोहस्य एकः शीत-चमसः उष्णदुग्धस्य पात्रे प्रवेशितः वर्तते। इदं चमसस्य द्वितीय-भाग-पर्यन्तम् ऊष्मणः स्थानान्तरणं . . . . प्रक्रमद्वारा भवति।
   (छ) अल्पवर्णस्य वस्त्राणाम् अपेक्षया . . . . .वर्णस्य वस्त्रम् ऊष्माणम् अधिकम् निपिबति ।
4. अ कोष्ठके दीयमान-कथनानां सम्मेलनं ब कोष्ठकस्थ-शब्दैः सह कुर्वन्तु।

अ कोष्ठकः	ब कोष्ठकः
स्थलसमीरस्य प्रवहन-कालः	(क) ग्रीष्मकालः
समुद्र-समीरस्य प्रवहन-कालः	(ख) शैत्यकालः
दृढवर्णस्य वस्त्रस्य चयनकालः	(ग) दिवसे
अल्परञ्जित-वस्त्रस्य चयनकालः	(घ) रात्रौ

5. शैत्यकाले एकस्य दृढवस्त्रस्य धारणापेक्षया तथैव बहुतल-युक्तं वस्त्रम् अधिकोष्णतां किमर्थं प्रददाति ? चर्चां कर्वन्तु।
6. 4.13 चित्रं पश्यन्तु, तथा लिखन्तु कुत्र कुत्र चालनं, संवहनं, तथा विकिरणम् एतद्द्वारा ऊष्मा- स्थानान्तरितः भवति।

चित्रसंख्या 4.13

7. उष्ण-वायुमण्डलस्य स्थानेषु एतत् बोधनं दीयते, यत् गृहाणां वाह्य-भित्तिषु श्वेतवर्णः भवेत्, अस्य व्याख्यां कुर्वन्तु।
8. 30 °C तापयुक्तम् एकलीटर-परिमितं जलं 50 °C एकलीटर-परिमित-जलेन सह मिश्रणं कृतवन्तः। मिश्रणस्य तापः भवति।
   (क) 80 °C

(ख) 50 °C इत्यतः अधिकं परन्तु 80 °C इत्यतः न्यूनम्

(ग) 20 °C

(घ) 30 °C - 50 °C इत्यनयोः मध्ये

9. 40 °C तापस्य लोहकन्दुकं 40 °C तापयुक्त-कंसे स्थापयन्तु, अस्यां प्रक्रियायाम् ऊष्मा

(क) अयस्कन्दुकतः जलं प्रति प्रवहति।

(ख) अयस्कन्दुकतः जलं प्रति न प्रवहति, तथैव जलात् अयस्कन्दुकं प्रति न प्रवहति।

(ग) जलात् अयस्कन्दुकं प्रति प्रवहति।

(घ) उभयोः वस्तुनोः तापं वर्धयति।

10. काष्ठ-चमसं पयोहिमे (आइसक्रीम) स्थापयन्तु। अस्य चमसस्य अपरभागः

(क) चालनस्य कारणात् शीतं भविष्यति।

(ख) संवहनस्य कारणात् शीतं भविष्यति।

(ग) विकरणस्य कारणात् शीतं भविष्यति।

(घ) शीतं न भविष्यति।

11. तीक्ष्णलोहकटाहेषु प्रायःताम्रधातोः तलं भवति, अस्य कारणम् एतेषु भवितुम् अर्हति

(क) ताम्रस्य तलं कटाहं दृढीकरोति।

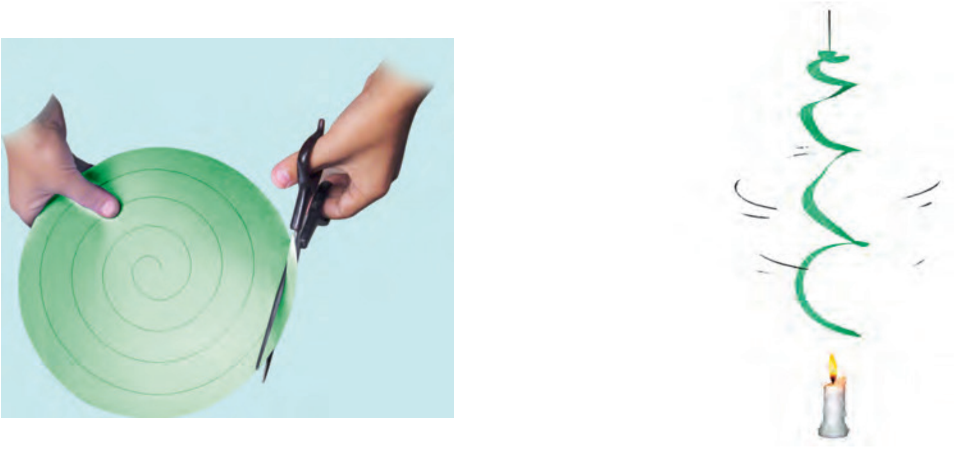
(ख) एतादृशं कटाहं द्रष्टुं सुन्दरं प्रतिभाति।

(ग) तीक्ष्णलोहस्य अपेक्षया ताम्र-धातुः ऊष्मणः समीचीन-चालकः भवति।

(घ) तीक्ष्णलोहस्य अपेक्षया ताम्र-धातुः शोधने सरलः भवति।

विस्तारितः अधिगमः - गतिविधयः परियोजनाकार्याणि च

1. कस्यचित् चिकित्सकस्य समीपं अथवा समीपस्थ-स्वास्थ्यकेन्द्रं प्रति गच्छन्तु। यदा चिकित्सकः रुग्णानां तापमापनं करोति तदा एतत् दृश्यं निरीक्षन्ताम्। तथा एतस्य ज्ञानार्थं प्रयासं कुर्वन्तु -
   तापमापिनः उपयोगात् पूर्वं चिकित्सकः यन्त्रं कस्मिंश्चित् द्रवे किमर्थं निमज्जयति ?
   तापमापि-यन्त्रं किमर्थं जिह्वायाः अधः स्थापितः भवति?
   शरीरस्य तापमापनार्थं तापमापि-यन्त्रं मुखं विहाय शरीरस्य अन्यभागे स्थापयितुं शक्नुमः ?
   शरीरस्य विभिन्न-भागानां समानः तापः वर्तते, अथवा भिन्नः वर्तते ?
   भवन्त अनेनैव प्रकारेण अन्यान् प्रश्नान् अपि प्रष्टुं शक्नुवन्ति।
2. कस्यचित् पशुचिकित्सकस्य समीपे गच्छन्तु, तथा तस्मात् ग्राम्य-पशु-पक्षिणां सामान्यतापस्य विषये चर्चां कृत्वा अवगच्छन्तु।
3. अयसः कस्मिंश्चित् दण्डे कृशकागदपट्टं दृढं वेष्टयन्तु । अयोदण्डं निरन्तरं परिभ्रामयन्तः प्रज्वालित-सिक्थवर्तिकया कागदज्वालनस्य प्रयत्नं कुर्मः। किम् इदं दहति ? स्वप्रेक्षणस्य व्याख्यां कर्वन्तु।



चित्रसंख्या 4.14

4. कागदस्य एकं पत्रं स्वीकुर्वन्तु । अस्मिन् 4.14 चित्रानुसारेण रेखां निर्मान्तु । कागदस्य रेखानुसारेण कर्तनं कुर्वन्तु। 4.14 चित्रानुसारेण कागदं ज्वलित-सिक्थवर्तिकायाः उपरि स्थापयन्तु। पश्यन्तु, किं भवति। अस्य व्याख्यां कुर्वन्तु।
   अवधानं भवेत् यत् रेखायाः अधोभागः ज्वालायाः साक्षात् उपरि एतावत् दूरं भवेत् येन अग्निदाहः न भवेत्।
5. पारदर्शि-काचस्य विशालमुखयुक्ते द्वे कूप्यौ स्वीकुर्वन्तु। एकस्यां कूप्यां पोटैशियम-परमैंगनेट इत्यस्य कांश्चन कणान् कांश्चन मसीकणान् प्रक्षिपन्तु । एतां कूपीम् उष्णजलेन पूरयन्तु । द्वितीयां कूपीं शीतजलेन पूरयन्तु । शीत-जलयुक्तां कूपीं केनचित् दृढकागदेन आच्छादयन्तु । दृकागदे एकेन हस्तेन मर्दयतु द्वितीयहस्तेन कूपीं स्वीकुर्वन्तु। कूपीं परिवृत्य उष्णजलयुक्तायाः कूप्याः उपरि स्थापयन्तु। उभे कूप्यौ दृढतया गृह्णन्तु। अन्यं जनं दृढकागदम् अपसारयितुं प्रेरयन्तु। पश्यन्तु किं भवति। व्याख्यां कुर्वन्तु।
   भवन्तः निम्नलिखित-जालपुटात् अधिकं ज्ञानं प्राप्तुं शक्नुवन्ति।
   www.bbc.co.uk/schools/gcsebitesize/physics/energy/energytransferrev6.shtml

जानन्ति किं भवन्तः ?

सेल्सियस-स्केल इत्यस्य अभिकल्पना स्वीडन-देशस्य ज्योतिषिकः ऐंडर्स-सेल्सियस 1742 ईशवीयतमे कृतवान्। अद्भुत-वार्ता इयम् आसीत्, यत् सः जलस्य क्वथनाङ्कं 0 °C तथा हिमाङ्कं 100 °C कल्पितवान्, तथापि अयं क्रमः अचिरात् विपरीतः जातः।