कक्षा-VIII

पाठ 8 यांत्रिक ऊर्जा एवं ऊष्मा

पाठ 9 प्रकाश एवं ध्वनि

पाठ 10 विद्युत धारा और चुम्बकत्व

पाठ 11 सूचना-संचार प्रौद्योगिकी

पाठ 12 खाद्यान्न उत्पादन में उन्नति

8

यांत्रिक ऊर्जा एवं ऊष्मा

आपने अनुभव किया होगा कि बहुत देर तक लगातार काम करने से हम थक जाते हैं और कहते हैं कि बस, अब और काम करने की ताकत नहीं रही।

यहाँ 'ताकत' शब्द से हमारा अभिप्राय क्या है? पिछले पाठ में आपने पढ़ा कि किसी पिंड के कार्य करने की क्षमता उस पिंड की ऊर्जा का माप है। अतः ताकत शब्द हम ऊर्जा के लिए ही इस्तेमाल कर रहे हैं। काम करते रहने से हमारी ऊर्जा कम हो जाती है और उसको फिर से प्राप्त करने के लिए हमें आहार लेना पड़ता है।

वस्तुओं में ऊर्जा विभिन्न कारणों से होती है, जिनके फलस्वरूप हम ऊर्जा को विभिन्न रूपों में पहचानते हैं। ऊर्जा के कुछ मूल रूपों के बारे मे हम इस अध्याय में अध्ययन करेंगे।

उद्देश्य

यह पाठ पढनें के बाद आप सक्षम होंगे :

- यांत्रिक ऊर्जा को समझ पाने में;
- ऊषमा एवं ताप को जान पाने में; और
- ऊष्मा का हमारे जीवर में महत्व इंगित कर पाने में।

8.1 यांत्रिक ऊर्जा

आपने देखा होगा कि पहाड़ से उतरता नदी का पानी काफी बड़े-बड़े पत्थरों को अपने साथ बहा ले जाता है। पत्थर को खिसकाने में तो काफी ऊर्जा की आवश्यकता होती है। क्या आपने सोचा है कि कैसी ऊर्जा है बहते पानी में? आपने यह भी ध्यान दिया होगा कि मैदानी इलाकों में जहाँ पानी का वेग कम हो जाता है उतनी सरलता से पत्थर नहीं हिलते। यानि, पानी में यह ऊर्जा उसकी गति के साथ जुड़ी है। चलती हुई वस्तु में उसकी गति के कारण जो ऊर्जा होती है 'गतिज ऊर्जा' कहलाती है। चलती हुई क्रिकेट की गेंद स्टम्पस से टकराती है तो वे उखड़कर गिर जाते हैं। कैरम के खेल में जब स्ट्राइकर किसी स्थिर गोटी से जाकर टकराता है, तो वह आगे बढ़ जाती है। इन दोनों उदाहरणों में से गतिज ऊर्जा ही कार्य करती है।

हम देख सकते हैं कि एक चलती हुई छोटी खिलौना कार यदि मेज पर रखें और जब वह एक माचिस के बाक्स से टकराती है तो माचिस का बाक्स दूर खिसक जाता है। यदि खिलौना कार का द्रव्यमान या वेग बढ़ा दिया जाए तो माचिस अधिक दूर खिसकती है। अर्थान किसी वस्तु की गतिज ऊर्जा उस वस्तु के द्रव्यमान एवं वेग पर निर्भर करती है।

वस्तु में कार्य करने की क्षमता उसकी स्थिति की वजह से भी आ जाती है, जिसे हम स्थितिज ऊर्जा कहते हैं, जैसे कि गुलेल में रबर की पट्टियों को खींचे तो उनमें स्थितिज ऊर्जा आ जाती है, जिसके कारण जब हम पट्टियों को छोड़ते हैं तो उनके बीच में रखा पत्थर दूर जाकर गिरता है। घड़ी में चाबी लगाते हैं तो घड़ी की कमानी में ऐंठन के कारण स्थितिज ऊर्जा आ जाती है। यह ऐंठन खुलती है तो घड़ी की सुईयां चलती हैं, हथौड़े को ऊपवर उठाते हैं तो उसमें स्थितिज ऊर्जा आ जाती है, जिसके कारण हथौड़ा जब खूँटे से टकराता है तो खूँटा जमीन में घुस जाता है।

आपने यह भी ध्यान दिया होगा कि हथौड़े का भार अधिक होने पर या इसे

अधिक ऊँचाई से गिराने पर खूँटा हर चोट में अधिक गहराई तक जमीन में जाता है यानि, वस्तु की गुरुत्वीय स्थितिज ऊर्जा उस वस्तु के भार एवं फर्श से उसकी ऊँचाई इन दो राशियों पर निर्भर करती है।

वस्तु की गति या स्थिति के कारण जो ऊर्जा उसमें होती है वह सीधे कार्य रूप में परिणित हो जाती है, अतः यह यांत्रिक ऊर्जा कहलाती है। इस प्रकार यांत्रिक-ऊर्जा दो प्रकार की होती है, गतिज ऊर्जा एव स्थितिज ऊर्जा। ऊपर से जब कोई वस्तु नीचे गिरती है या नत तल पर लुढ़कती है तो उसकी स्थितिज ऊर्जा कम होती जाती है और उसी परिणाम में गतिज ऊर्जा बढ़ती जाती है। इस प्रकार उस वस्तु की कुल यांत्रिक ऊर्जा अचर बनी रहती है। उदाहरण के लिए किसी पहाड़ की चोटी पर रखी चट्टान में कोई गतिज ऊर्जा नहीं होती सिर्फ स्थितिज ऊर्जा होती है अतः उसकी कुल यांत्रिक ऊर्जा, केवल स्थितिज ऊर्जा ही होती है। पर, जब वही चट्टान लुढ़कने लगती है तो पर्वत की ढाल के किसी बिन्दु पर उसमें स्थितिज और गतिज दोनों प्रकार की ऊर्जाएं होती हैं। जब चट्टान पहाड़ के नीचे जाती है तो उसमें कोई स्थितिज ऊर्जा नहीं रह जाती और कुल यांत्रिक ऊर्जा गतिज ऊर्जा ही होती है। इस प्रकार हम देखते हैं कि किसी भी स्थिति में वस्तु की कुल यांत्रिक ऊर्जा स्थितिज ऊर्जा ( ) गतिज ऊर्जा।

ऊपर बताई गई अवधारणाओं को और अधिक स्पष्टता से समझने के लिए आइए एक क्रियाकलाप करें :

क्रियाकलाप 8.1

आपको क्या करना है : किसी पिंड की यांत्रिक ऊर्जा का अध्ययन।

आपको क्या चाहिए : एक लम्बी कील, धागा, धातु का गोला, जिसमें हुक लगा हो, लकड़ी का एक घनाकार टुकड़ा।

आपको कैसे करना है :

1. कील को फर्श से लगभग 1 मीटर की ऊँचाई पर दीवार में ठोंकिए।
2. धातु के गोले को धागे से बांध कर कील के अगले हिस्से पर इस प्रकार लटकाइए कि यह फर्श से थोड़ा ऊपर रहे।
3. गोले से सटाकर लकड़ी का गुटका रख दीजिए।
4. गोले को एक और थोड़ा हटा कर छोड़ दीजिए। देखिए क्या होता है?
5. गुटके को पहले वाले स्थान पर रखकर गोगे को थोड़ा अधिक दूर तक हटा कर छोड़िए। देखिए क्या होता है?

आपने क्या देखा जितनी दूर हटा कर गोले को छोड़ते है उतने ही अधिक वेग से यह लकड़ी के गुटके से टकराता है और जितने अधिक वेग से गोला गुटके को टकराता है, गुटका उतना ही अधिक पीछे हट जाता है।

इससे हम यह निष्कर्ष निकल सकते हैं कि :

1. चलते हुए गोले में गतिज ऊर्जा होती है। जिसके कारण यह गुटके को पीछे हटाने का कार्य करता है।
2. गोले को जितना दूर हटाते हैं मूल स्थिति से यह उतना ही अधिक ऊपर उठ जाता है। फलस्वरूप, इसमें उतनी ही अधिक स्थितिज ऊर्जा आ जाती है।
3. जैसे-जैसे गोला अधिकतम विस्थापन की स्थिति से मूल स्थिति की ओर आता है इसकी स्थितिज ऊर्जा गतिज ऊर्जा में परिवर्तित होती जाती है और वेग बढ़ता जाता है। अधिकतम विस्थापन की स्थिति में कुल यांत्रिक-ऊर्जा स्थितिज-ऊर्जा के बराबर होती है, जबकि, मूल स्थिति में यह केवल गतिज-ऊर्जा होती है।

पाठगत प्रश्न 8.1

रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए :

1. किसी वस्तु में उसकी गति के कारण ऊर्जा को .... कहते हैं।
2. यांत्रिक ऊर्जा .... ऊर्जा और .... ऊर्जा का योग होती है।
3. क्षैतिज तल पर लुढ़कती काँच की गोली की .... ऊर्जा में कोई परिवर्तन नहीं होता।
4. बांध में भरे स्थिर जल में .... ऊर्जा होती है।
5. फर्श से वस्तु की ऊँचाई दोगुनी कर दें तो उसकी स्थितिज ऊर्जा .... गुनी हो जाती है।

8.2 ऊष्मा एवं ताप

सर्दी, गर्मी हमारे जीवन के सामान्य अनुभव हैं। ऊर्जा का वह रूप जो हमें सर्दी, गर्मी की अनुभूति कराता है, ऊष्मा कहलाता है। यदि ऊष्मा हमारे शरीर के बाहर जाती है तो हमें सर्दी लगती है और अगर ऊष्मा बाहरी वातावरण से हमारे शरीर में प्रवेश करती है तो हमें गर्मी लगती है।

यह भौतिक राशि जो ऊष्मा के प्रवाह की दिशा तय करती है, ताप कहलाती है। ऊष्मा हमेशा अधिक ताप से कम ताप की ओर प्रवाहित होती है। आपको याद होगा कि गर्मी के दिनों में जब हवा का ताप हमारे शरीर के ताप (लगभग 37^0C) से अधिक हो जाता है तो हमें गर्मी लगती है और सर्दी के दिनों में जब कमरे का ताप 37^0C से कम हो जाता है तो हमें सर्दी लगती है।

ऊष्मा, ऊर्जा का ही एक रूप है, यह समझना कठिन नहीं है। आपने देखा होगा कि जब किसी पतीली पर प्लेट ढक कर उसमें पानी उबालते हैं तो भाप के दबाव से ढक्कन बार-बार ऊपर उठता है। जाहिर है, ढक्कन को ऊपर उठाने में भाप जो कार्य करती है वह ऊष्मा के कारण ही संभव है। वाष्प इंजन

से भाप की ऊष्मा के द्वारा, एक पिस्टन को आगे-पीछे चला कर, उसे जरूरत के अनुसार कार्य में बदला जाता है। अतः ऊष्मा, क्योंकि कार्य कर सकती है, ऊर्जा का ही एक रूप है।

अपने आस-पास हम अन्य प्रकार की ऊर्जाओं को ऊष्मा में बदलता हुआ देख सकते हैं जैसे, मोमबत्ती के जलने में रासायनिक ऊर्जा ऊष्मा में बदलती है, विद्युत-भट्टी में विद्युत ऊर्जा ऊष्मा में बदलती है, घर्षण के विरूद्ध कार्य करने में यांत्रिक ऊर्जा ऊष्मा में बदलती है।

वास्तव में, मूलतः ऊष्मा एवं ताप, पदार्थ के अणुओं की गतिज-ऊर्जा के साथ जुड़े हैं। किसी पदार्थ के अणुओं की औसत गतिज ऊर्जा जितनी अधिक होती है उतना ही उसका ताप अधिक होता है और पदार्थ को ऊष्मा देने पर उसके अणुओं की गतिज ऊर्जा बढ़ जाती है।

ऊष्मा के प्रभाव

गर्म करने पर वस्तु में निम्नलिखित में से एक या अधिक प्रभाव प्रकट होते हैं (i) आकार में वृद्धि, (ii) ताप वृद्धि, (iii) अवस्था परिवर्तन, (iv) कुछ भौतिक और रासायनिक गुणों में परिवर्तन, (v) जीवित कोशिकाओं का क्षय आदि।

आइए, इनमें से कुछ प्रभावों का क्रियाकलापों द्वारा अध्ययन करें :

(i) ऊष्मीय-प्रसार

क्रियाकलाप 8.2

आपको क्या करना है : देखना कि गर्म करने पर किसी छड़ की लंबाई बढ़ती है।

आपको क्या चाहिए : लकड़ी के दो एक जैसे गुटके, धातु की एक छड़ जिसके एक सिरे पर एक सुराख बनाया गया हो, एक गोल पेंसिल, स्प्रिट लैंप, पेंच और पेचकस।

आपको कैसे करना है :

1. छड़ को गुटकों पर रखिए।
2. छेद वाले सिरे को पेंच डाल कर अच्छी तरह लकड़ी के गुटकें में कस दो।
3. दूसरे सिरे के नीचे पेंसिल रखिए और पेंसिल के एक सिरे पर संकेतक लगा दीजिए।
4. जब छड़ को बीच में स्प्रिट लैंप की सहायता से गर्म कीजिए। संकेतल और पेंसिल की स्थिति में क्या परिवर्तन होता है?
5. स्प्रिट लैंप हटाकर छड़ को ठंडा होने दीजिए।

आपने क्या देखा : छड़ को गर्म करने पर पेंसिल थोड़ी आगे की ओर लुढ़क जाती है और संकेतक अपनी पहली स्थिति की तुलना में थोड़ा घूम जाता है। ठंडा करने पर ये दोनों लगभग अपनी पूर्व स्थिति में लौट आते हैं। इससे हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि ठोस पदार्थ गर्म होने पर फैलते हैं और ठंडा होने पर सिकुड़ते हैं।

आपको यह पता होना चाहिए कि ठोस पदार्थों की तरह गर्म करने पर द्रव भी फैलते हैं। इसको समझने के लिए आइए, एक प्रयोग करके देखते हैं।

क्रियाकलाप 8.3

आपको क्या करना है : देखना कि क्या गर्म करने पर द्रव भी फैलते हैं।

आपको क्या चाहिए : परखनली होल्डर, एक सुराख वाला एक कॉर्क और एक बड़ी मोमबत्ती, रंगीन पानी, काँच की नली।

आपको कैसे करना है :

1. परखनली में मुंह तक रंगीन पानी भरिए।
2. कॉर्क के सुराख में काँच की नली लगाकर इसे परखनली में अच्छी तरह लगाइए, ताकि पानी परखनली के मुंह से बाहर न बहे। पानी कुछ ऊँचाई तक काँच की नली में चढ़ जाएगा।
3. परखनली को होल्डर में पकड़िए और टेढ़ा करके जलते हुए स्प्रिट लैंप के ऊपर गर्म कीजिए। काँच की नली में पानी का तल देखिए।

आपने क्या देखा : गर्म करने परी काँच की नली में पानी का तल ऊँचा हो जाता है। इससे हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि गर्म करने पर द्रव फैलते हैं और द्रवों में यह प्रसार ठोसों की तुलना में काफी अधिक होता है।

टिप्पणी : पानी के स्थान पर मिट्टी का तेल लेकर और बराबर समय तक गर्म करके यह देख सकते हैं कि बराबर गर्म करने पर विभिन्न पदार्थों में ऊष्मीय प्रसार अलग-अलग होता है।

ऊष्मीय प्रसान के उपयोग

पदार्थ गर्म करने पर फैलते हैं। इस तथ्य के अनेक उपयोग हमारे जीवन में हैं। तापमापी में अक्सर ऊष्मीय प्रसार का ही उपयोग होता है। जितना अधिक ताप बढ़ाते हैं, उतना ही अधिक प्रसार होता है। अत: प्रसार की तुलना द्वारा ताप की तुलना की जा सकती है। घोड़ गाड़ी के लकड़ी के पहियों पर लोहे के रिम चढ़ाने के लिए लौहार पहले रिम को गर्म करता है, जिससे उसका ब्यास बढ़ जाता है और यह आसानी से पहिये पर चढ़ जाता है। ठंडा होने पर यह रिम सिकुड़ता है और कसकर पहिये पर ठीक बैठ जाता है। गर्म पानी के पाइपों में फैलने की सुविधा के लिए बीच-बीच में घुमाव डालते हैं। इसी तरह रेल की पटरी बनाते समय दो जोड़ों के बीच खाली जगह छोड़ते हैं।

क्रियाकलाप 8.4

आपको क्या करना है : देखना कि क्या गर्म करने पर गैस भी फैलती है?

आपको क्या चाहिए : परखनली, एक छेद वाली कार्क, काँच की खोखली नली, परखनली होल्डर, मोमबत्ती

आपको कैसे करना है–

1. कॉर्क के छेद में काँच की नली डाल कर परखनली में लगाइए।
2. खोखली काँच की नली में रंगीन पानी की एक बूँद डालिए।
3. परखनली को मोमबत्ती की लौ पर धीरे-धीरे गर्म कीजिए। नली में रंगीन पानी की बूंद की ऊँचाई में होने वाले परिवर्तन को ध्यान से देखिए।
4. परखनली को ठंडा होने दीजिए। अब रंगीन पानी की बूंद की ऊँचाई में क्या परिवर्तन होता है?

आपने देखा : कि परखनली को गर्म करने पर काँच की नली में रंगीन पानी की बूंद ऊपर उठती है और ठंडा करने पर यह वापस नीचे लौट जाती है। इससे हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि गर्म करने पर गैस का आयतन बढ़ता है और ठंडा करने पर कम होता है।

टिप्पणियाँ :

1. प्रयोगों द्वारा यह देखा गया है कि सभी गैसों में ऊष्मीय प्रसार एक सा होता है, यानि बराबर गर्म करने पर उनके समान आयतनों में समान वृद्धि होती है।
2. द्रवों की तुलना में गैसों में ऊष्मीय प्रसार बहुत अधिक होता है।

पाठगत प्रश्न 8.2

1. प्रयोगशाला की बोतल में काँच की डाट फंस जाए तो उसे निकालने के लिए क्या करते हैं? क्यों?
2. क्या समान रूप से गर्म करने पर सभी ठोसों में बराबर ऊष्मीय प्रसार होता है?
3. ठोसों में ऊष्मीय प्रसार दर्शाना कठिन क्यों है?
4. ऊष्मीय प्रसार का कोई एक उपयोग बताइए।
5. द्रव और गैस में तुलना करें तो किस में अधिक ऊष्मीय प्रसार होता है?

8.3 ताप एवं तापमान

किसी वस्तु की गरमाहट या ठण्डापन की माप को उस वस्तु का ताप कहते हैं। प्रायः वस्तु के गर्म या ठण्डे होने का अंदाजा उसे छू कर लगाया जाता है। परंतु ध्यान रहे कि छू कर वस्तुओं के ताप का ठीक-ठीक अनुमान नहीं लगाया जा सकता। आइए, इसके लिए एक प्रयोग करके देखते हैं।

क्रियाकलाप 8.5

आपको क्या करना है : देखना कि छू कर वस्तुओं के ताप का ठीक अनुमान नहीं लगाया जा सकता।

आपको क्या चाहिए : तीन प्लास्टिक के टब, थोड़ा ठंडा पानी, थोड़ा गर्म पानी और थोड़ा नल का सामान्य पानी

आपको कैसे करना है :

1. तीनों टबों के मेज पर पास-पास रखिए
2. एक टब (A) में ठंडा पानी, दूसरे टब (B) में गर्म पानी और तीसरे टब (C) में नल का पानी डालिए।

3. अपना बाँया हाथ ठंडे जल में और दाँया हाथ गर्म जल में कुछ देर के लिए रखिए।

4. अब दोनों हाथ एक साथ सामान्य जल में रखिए। क्या दोनों हाथों को इसका ताप समान मालूम पडता है?

आपने क्या देखा : बाएं हाथ को यह गर्म और दाएं हाथ को ठंडा मालूम पड़ता है। हालांकि टब में पूरा पानी का ताप एक ही है फिर भी दोनों हाथों के प्रारंभिक ताप की स्थिति में अंतर होने के कारण यह अलग-अलग मालूम पड़ता है। अतः स्पर्श द्वारा वस्तु के ताप का ठीक अनुमान नहीं लगाया जा सकता।

चित्र 8.1 छू कर ताप का अनुमान लगाना

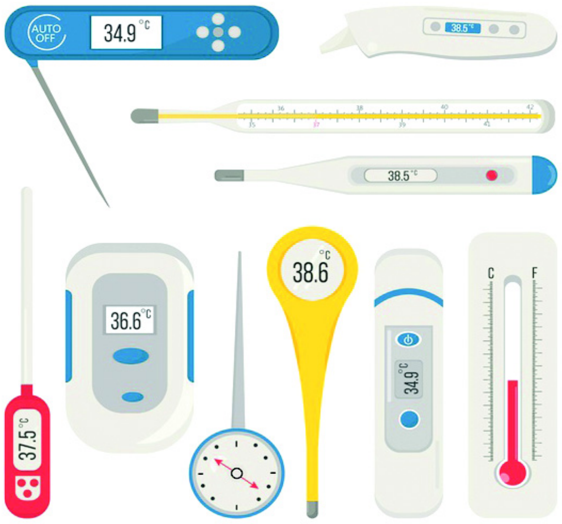
तापमापी

ताप यानि किसी वस्तु की ऊष्णता कोटि को ठीक-ठीक नापने के लिए जिस उपकरण का प्रयोग करते हैं उसे तापमापी कहते हैं। ताप को हम डिग्री सेल्सियस या डिग्री फारहेनहाईट में नापते हैं।

विभिन्न उद्देश्यों के लिए हम विभिन्न प्रकार के तापमापी प्रयोग में लाते हैं। चित्र 8.6 में दो भिन्न प्रकार के तापमापी दर्शाए गए हैं। चित्र (क) में दर्शाया गया तापमापी एक प्रयोगशाला-तापमापी है, इसमें शून्य से 100^0C ( ) तक के

चिन्ह होते हैं और यह प्रयोगशाला में वस्तुओं का ताप नापने के लिए प्रयोग में आता है।

चित्र (ख) में एक डाक्टरी तापमापी दर्शाया गया है। इसको हम बुखार नापने के लिए इस्तेमाल करते हैं। इसपर 30^0C से 42^0C (या 95^0F से 110^0F) तक चिन्ह लगे होते हैं। इस थर्मामीटर में बल्ब को ठीक ऊपर नली में एक छोटा सा मोड़ होता है, जिसके कारण पारा, गर्मी पाकर ऊपर तो चढ़ जाता है पर अपने आप वापस नहीं लौटता। आपने देखा होगा कि डाक्टरी थर्मामीटर को इस्तेमाल करने से पहले इसे धोकर, झटके देकर पहले पारा नीचे उतारते हैं, फिर शरीर में लगाते हैं।



चित्र 8.2 भिन्न प्रकार के तापमापी

इसी प्रकार उच्चतम-न्यूनतम तापमापी भी एक प्रकार का थर्मामीटर है। इसे मौसम विज्ञानी यह जानने के लिए इस्तेमाल करते हैं कि 24 घंटे के समय में वायुमंडलीय ताप अधिक से अधिक कितना हुआ और कम से कम कितना?

अत्यधिक ताप मापने के लिए अवन-तापमापी या धातु तापमापी का प्रयोग किया जाता है। डाक्टरी तापमापी का उपयोग सीखने के लिए आइए निम्नलिखित क्रियाकलाप करें।

क्रियाकलाप 8.6

आपको क्या करना है : डाक्टरी तापमापी का अध्ययन करना और इसके द्वारा अपने शरीर का ताप ज्ञात करना।

आपको क्या चाहिए : एक डाक्टरी-तापमापी

आपको कैसे करना है :

1. डाक्टरी तापमापी के पैमाने को ध्यान से देखिए और इसके एक छोटे अंश द्वारा ज्ञात किया जाने वाला ताप ज्ञात कीजिए।
2. थर्मामीटर को कस कर पकड़िए और 2-3 झटके दीजिए ताकि थर्मामीटर के अंदर पारे की पतली रेखा 35^0C से नीचे चली जाए।
3. अब थर्मामीटर के बल्ब को अपनी जीभ के नीचे लगभग 1½ मिनट रखिए।
4. थर्मामीटर को मुंह से निकालकर देखिए कि पारे की चमकीली रेख का ऊपरी सिरा किस निशान पर है?

आपने क्या देखा : सामान्यत: पारे की रेखा का ऊपरी सिरा 37^0C के चिन्ह पर है। यही आपके शरीर का ताप है।

पाठगत प्रश्न 8.3

1. डाक्टरी तापमापी किस ताप परिसर में ताप माप सकता है?
2. चूल्हे का ताप मापने के लिए आप किस तरह के तापमापी का प्रयोग करेंगे?
3. डाक्टरी तापमापी में कौन सा द्रव भरा जाता है?
4. मुंह से बाहर निकालने पर डाक्टरी तापमापी में पारा नीचे क्यों नहीं आता?

8.4 ऊष्मा मापन

यह तो आप जानते हैं कि यदि किसी पदार्थ को गर्म करें तो सामान्यतः उसका ताप बढ़ जाता है। ऊष्मा की किसी निश्चित मात्रा के लिए पदार्थ में हुई ताप वृद्धि, पदार्थ के द्रव्यमान और उसकी प्रकृति पर निर्भर करती है। नीचे दिए गए क्रियाकलाप द्वारा इस बात को आसानी से समझा जा सकता है।

क्रियाकलाप 8.7

आपको क्या करना है : बराबर ऊष्मा देने पर पदार्थों में होने वाली ताप–वृद्धि का अध्ययन करना।

आपको क्या चाहिए : द्रव गर्म करने के लिए एक छोटा बर्तन, प्रयोगशाला तापमापी, 400ml पानी, 200ml वनस्पति ते, 200g का एक ताप मापक बर्तन, स्प्रिट लैंप।

आपको कैसे करना है :

1. बर्तन में 200ml पानी डाल कर तापमापी से इसपर ताप ज्ञात कीजिए।
2. बर्तन को स्प्रिट लैंप से धीरे–धीरे गर्म कीजिए और इसका ताप नोट कीजिए। पानी को लगातार चम्मच से हिलाते रहिए।
3. पाँच पाँच मिनट के बाद इसके ताप की माप लीजिए और ताप वृद्धि ज्ञात कीजिए।
4. 400ml पानी एवं 200g वनस्पति तेल के साथ पृथक्–पृथक् प्रयोग दोहराइए।

आपने क्या देखा : (i) अधिक ऊष्मा देने पर अधिक ताप–वृद्धि होती है। (ii) दोगुने द्रव्यमान के पानी को समान मात्रा में ऊष्मा देने पर तापवृद्धि आधी रह गई (iii) 200ml पानी की तुलना में 200ml वनस्पति तेल में समान ऊष्मा के कारण ताप वृद्धि अधिक हुई। इससे हम यह निष्कर्ष पर

पहुंचते हैं कि समान ऊषमा देने पर पदार्थ के ताप में होने वाली वृद्धि उसके द्रव्यमान और प्रकृति पर निर्भर करती है।

ऊष्मा के मात्रक

ऊष्मा का मात्रक कैलोरी है। एक कैलोरी, ऊष्मा की वह मात्रा है जो 1g पानी का ताप 1^0C बढ़ा दे।

भोजन से प्राप्त ऊर्जा को एक बड़े मात्रक किलो कैलोरी में नापा जाता है।

1 किलो कैलोरी = 1000 कैलोरी

क्योंकि ऊष्मा ऊर्जा का ही एक रूप है, इसलिए इसका सर्वमान्य मात्रक जूल है।

1 कैलोरी = 4.18 जूल

अवस्था परिवर्तन

आप जानते हैं कि प्रत्येक पदार्थ ठोस, द्रव और गैस तीन अवस्थाओं में पाया जाता है। जब किसी ठोस को गर्म करते हैं तो एक विशेष ताप पर यह द्रव में बदलने लगता है और जब तक पूरा ठोस पिघल नहीं जाता यह ताप स्थिर बना रहता है। यह विशेष तापमान ठोस का गलनांक कहलाता है।

इसी प्रकार द्रव को गर्म करें तो एक विशेष ताप पर यह उबलकर गैसीय अवस्था में परिवर्तित होने लगेगा और जब तक पूरा द्रव उबलकर गैस नहीं बन जाता स्थिर रहेगा। इस ताप को द्रव का क्वथनांक कहते हैं। आइए, बर्फ को गर्म करके अवस्था परिवर्तन की प्रक्रिया का अध्ययन करें।

क्रियाकलाप 8.8

आपको क्या करना है : जल में अवस्था परिवर्तन का अध्ययन करना।

आपको क्या चाहिए : एक बीकर, बर्फ के कुछ टुकड़े, तार की जाली, त्रिपद-स्टैंड, स्प्रिट-लैंप प्रयोगशाला तापमापी, लोहे का स्टैंड।

आपको कैसे करना है :

1. त्रिपद स्टैंड पर तार की जाली रखिए और उसके नीचे स्प्रिट लैंप जलाइए।
2. बीकर में बर्फ के टुकड़े डाल कर जाली के ऊपर रखिए और तापमापी को बर्फ में उर्ध्वाधरत: समंजित कीजिए।
3. थोड़ी-थोड़ी देर बाद थर्मामीटर में ताप नोट करते रहिए और बीकर में होने वाले परिवर्तनों पर ध्यान दीजिए।

आपने क्या देखा : (क) बर्फ $0^{0}C$ पर पिघलना शुरू करती है और जब तक पूरी बर्फ पिघल नहीं जाती ताप $0^{0}C$ ही बना रहता है। (ख) पूरे बर्फ का पानी बन जाने के बाद इसका ताप बढ़ना शुरू होता है और $100^{0}C$ तक बढ़ता रहता है। (ग) $100^{0}C$ पर पानी उबाल कर भाप में बदलने लगता है और यह ताप स्थिर बना रहता है।

इन प्रेक्षणों के आधार पर हम इस निष्कर्ष पर पहुंचते हैं कि बर्फ का गलनांक $0^{0}C$ एवं पानी का क्वथनांक $100^{0}C$ है।

पाठगत प्रश्न 8.4

रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए :

1. ऊष्मा की वह मात्रा जो 1g जल का ताप $1^{0}C$ बढ़ा दे .... कहलाती है।
2. एक किलो कैलोरी = ... कैलोरी
3. बर्फ का गलनांक = ... ^{0}C है।
4. पानी का क्वथनांक = ... ^{0}C है।

8.5 ऊष्मा का स्थानांतरण

क्या आपने कभी सोचा है कि चाय के कप में धातु का चम्मच डालने पर शीघ्र ही उसका ऊपर का सिरा गर्म क्यों हो जाता है? गर्म वस्तु को थोड़ी देर रखा रहने दें तो वह ठंडी क्यों हो जाती है? या सूर्य से गर्मी धरती तक कैसे पहुंचती है?

यह तो आप समझ ही गए होंगे कि वास्तव में ऊष्मा अधिक ताप से निम्न ताप की ओर स्थानांतरित होती है। ऊष्मा का यह स्थानांतरण तीन अलग-अलग ढंगों से होता है। वे हैं (i) चालन (ii) संवहन, एवं (iii) विकिरण। आइए, कुछ क्रियाकलापों द्वारा ऊष्मा-स्थानांतरण के विभिन्न ढंगों के विषय में अध्ययन करें।

ऊष्मीय चालन

क्रियाकलाप 8.9

आपको क्या करना है : ऊष्मीय चालन का अध्ययन।

आपको क्या चाहिए : लोहे का एक सरिया, स्टैंड, लोहे की छोटी कीलें, एक बड़ी मोमबत्ती

आपको कैसे करना है :

1. लोहे के सरिये को स्टैंड में इस प्रकार लगाइए कि यह क्षैतिज रहे।
2. इसके निचले सिरे पर मोम की सहायता से लगभग बराबर दूरी कर कीलें चिपका दीजिए।
3. मोमबत्ती की सहायता से सरिए के मुक्त सिरे को गर्म कीजिए। देखिए क्या होता है?

आप देखेंगे कि गर्म सिरे के पास वाली कील सबसे पहले नीचे गिरती है और फिर क्रम से उसके बाद वाली कीलें गिरती जाती हैं। शिकन्जे के पास वाली कील सबसे अंत में गिरती है।

जाहिर है कि छड़ के गर्म भाग से धीरे-धीरे ऊष्मा ठंडे भाग की ओर चलती है और इस प्रक्रिया में छड़ के कण क्रमशः प्रभावित होते हैं। परिणाम-स्वरूप मोमबत्ती के पास वाले सिरे की मोम पहले पिघलती है और शिकन्जे के पास वाली सबसे अंत में।

ऊष्णीय : ऊर्जा का स्थानांतरण यदि इस प्रकार हो कि गर्म भाग के कण अपने पास के कणों को ऊर्जा प्रदान करें, फिर वे अपने पास के कणों को और इस प्रकार ऊर्जा ठंडे भाग तक पहुंच जाय तो ऊर्जा स्थानांतरण के इस ढंग को ऊष्मीय चालन कहते हैं।

क्रियाकलाप 8.10

आपको क्या करना है : देखना है कि सभी पदार्थ ऊष्मा के एक जैसे चालक नहीं होते।

आपको क्या चाहिए : समान मोटाई की एक एल्युमीनियम और एक लोहे की छड़, दो स्टैंड, मोमबत्ती, लोहे की छोटी कीलें।

आपको कैसे करना है :

1. एक स्टैंड में एल्युमीनियम की और दूसरे स्टैंड में लोहे की छड़ कसिए।
2. दोनों को एक-दूसरे के सामने इस प्रकार समंजित कीजिए के मुक्त सिरे लगभग छूते हों।
3. दोनों छड़ों पर मुक्त सिरों से बराबर दूरी पर लोहे की कीलें मोम से चिपकाइए।
4. मुक्त सिरों को एक साथ मोमबत्ती की सहायता से गर्म कीजिए और देखिए किस छड़ से कीलें पहले गिरती हैं।

आपने क्या देखा कि दोनों ही छड़ों से कीलें गिरती हैं पर, एल्युमीनियम छड़ से कीलें पहले गिरती हैं। यानि हम कह सकते हैं कि लोहे की तुलना में एल्युमीनियम ऊष्मा का अधिक अच्छा चालक है।

सभी ठोस पदार्थों में ऊष्मा का स्थानांतरण चालन विधि द्वारा ही होता है।

वास्तव में सभी धातुएँ जैसे सोना, चाँदी, ताँबा, पीतल आदि ऊष्मा के अच्छे चालक यानि सुचालक हैं, पर इनकी चालकता में अंतर होता है। अधिकतर अधातुएं, जैसे लकड़ी, प्लास्टिक, कपड़ा, चमड़ा, एस्वेस्टस आदि ऊष्मा के अच्छे चालक नहीं हैं, यानि कुचालक हैं।

कुचालक और सुचालक दोनों ही प्रकार के पदार्थों का प्रयोग हम अपने जीवन में करते हैं। हमारे खाना पकाने के बर्तन तो ऊष्मा के सुचालक हैं, पर उनमें लगे हत्थे कुचालक पदार्थ के बनो होते हैं। सोचेंगे तो ऐसे अनेक उदाहरण आप अपने आस-पास ढूंढ सकेंगे।

पाठगत प्रश्न 8.5

1. एक वस्तु से दूसरी वस्तु में ऊष्मा के स्थानांतरण के लिए आवश्यक शर्त क्या है?
2. इस्तरी की हत्थी एबोनाइट की क्यों बनाते हैं?
3. सोने की लंका में सोने के बने घर क्या आरामदेह रहे होंगे?
4. जब थर्मामीटर को गर्म वस्तु के संपर्क में रखा जाता है तो इसमें पारा कुछ ऊपर चढ़ कर रुक क्यों जाता है?

ऊष्मा का संवहन

द्रवों और गैसों में ऊष्मा का स्थानांतरण मुख्यत: संवहन द्वारा ही होता है। संवहन की प्रक्रिया समझने के लिए आइए निम्नलिखित क्रियाकलाप करें :

क्रियाकलाप 8.11

आपको क्या करना है : पानी में ऊष्मा के संवहन का अध्ययन।

आपको क्या चाहिए : एक बीकर, त्रिपाद स्टैंड, तार की जाली, स्प्रिट लैंप, पोटैशियम परमैग्नेट के कुछ क्रिस्टल।

आपको कैसे करना है :

1. बीकर को लगभग आधा पानी से भरिए और इसे त्रिपाद स्टैंड के ऊपर तार की जाली रख कर उसके ऊपर रखिए।
2. बीकर के पानी में पोटैशियम परमैग्नेट कें 4-5 क्रिस्टल धीरे से डालिए।
3. स्प्रिट लैंप से बीकर को गर्म कीजिए और बीकर में क्रिस्टलों से उठते रंगीन पानी की गति को ध्यान से देखिए।

आपने क्या देखा : रंगीन पानी बीकर की तली से ऊपर उठता है और पानी की सतह से मुड़ पर तली की ओर लौटता है। क्या आप जानते हैं कि ऐसा क्यों होता है? वास्तव में पानी गर्म होकर हल्का हो जाता है इसलिए ऊपर उठता है और ठंडा पानी इसका स्थान लेने के लिए नीचे आता है। इस प्रकार पानी में एक चक्र बन जाता है, जो तब तक चलता रहता है जब तक कि सारा पानी एक ताप पर न आ जाए।

ऊष्मा के संचरण की यह प्रक्रिया, जिसमें गर्म तरल स्वयं गति करके ठंडे भाग की ओर ऊष्मा स्थानांतरित करता है, संवहन कहलाती है।

पाठगत प्रश्न 8.6

1. कमरे में विद्युत ऊष्मक छत के पास लगाना उपयुक्त रहेगा या फर्श के पास? क्यों?

2. पदार्थ की किस अवस्था में ऊष्मा का संवहन नहीं होता? क्यों?

3. पानी में ऊष्मा का स्थानांतरण चालन द्वारा होता है या संवहन द्वारा?

ऊष्मीय विकिरण

विकिरण ऊष्मा के स्थानांतरण की वह विधि है, जिसमें किसी माध्यम की आवश्यकता नहीं होती। गर्म वस्तु से ऊष्मा के अदृश्य किरणें अब तरफ फैलती रहती हैं और दूसरे किसी भी अपेक्षाकृत ठंडे पदार्थ पर पड़ती है तो उसे गर्म कर देती है। सूर्य से पृथ्वी तक ऊष्मा विकिरण द्वारा ही पहुंचती है। सूर्य और पृथ्वी के बीच अधिकतर दूरी तक तो निर्वात ही है अतः विकिरण द्वारा ऊष्मा का स्थानांतरण निर्वात में भी हो सकता है।

यदि ऊष्मा के स्रोत से वस्तु की दूरी बढ़ाई जाए तो विकिरण द्वारा उस तक पहुँचने वाली ऊष्मा की मात्रा कम हो जाती है। यही कारण है कि सूर्य से जो ग्रह जितना ज्यादा दूर है उसकी सतह का औसत ताप उतना ही कम है।

ऊष्मीय विकिरणों के संबंध में एक महत्वपूर्ण तथ्य यह भी है कि किसी वस्तु द्वारा अवशोषित ऊष्मीय विकिरणों का परिमाण उस वस्तु के रंग पर निर्भर करता है। आइए इस तथ्य को एक क्रियाकलाप द्वारा सुनिश्चित करें।

क्रियाकलाप 8.12

आपको क्या करना है : सतह के रंगों का ऊष्मीय विकिरणों के अवशोषण पर प्रभाव का अध्ययन करना।

आपको क्या चाहिए : एक ही आयतन और आकृति वाले 4 टीन के डब्बे, काला सफेद, नीला, पीला पेंट, ब्रश, तापमापी।

आपको कैसे करना है :

1. एक डब्बे की बाहरी सतह काली, दूसरे की पीली, तीसरे की नीली और चौथे की सफेद पेंट करें।

2. चारों डब्बों मे पानी की समान मात्रा डालिए और एक घंटे के लिए धूप में रखिए।

3. एक-एक कर चारों डब्बों के पानी का ताप ज्ञात करें।

आपने क्या देखा : कि सफेद डब्बे के पानी में सबसे कम ताप वृद्धि हुई और काले डब्बे के पानी में सबसे अधिक।

निष्कर्ष : हम कह सकते हैं कि काले रंग की सतह द्वारा ऊष्मीय विकिरणों का सबसे अधिक अवशोषण होता है और सफेद सतह द्वारा सबसे कम।

इसी प्रकार यह भी देखा जा सकता है कि काला रंग ऊष्मा का सबसे अच्छा उत्सर्जक है और सफेद रंग सबसे कम।

पाठगत प्रश्न 8.7

1. हम गर्मी में हल्के रंग के और सर्दी में गहरे रंग के कपड़े क्यों पहनते हैं?

2. बुध एवं मंगल ग्रहों में से किस ग्रह की सतह का औसत ताप कम है? क्यों?

आपने क्या सीखा

- गतिमान वस्तु में गतिज ऊर्जा होती है।
- वस्तु की स्थिति के कारण उसमें कार्य करने की जो क्षमता आती है उसे स्थितिज ऊर्जा कहते हैं।
- किसी वस्तु की यांत्रिक ऊर्जा उसकी गतिज एवं स्थितिज ऊर्जा का योग होती है।
- ऊष्मा ऊर्जा का एक रूप है।

- गर्म करने पर पदार्थ फैलता है और ठंडा करने पर सिकुड़ता है।
- ऊष्मीय प्रसार ठोसों में सबसे कम होता है और गैसों में सबसे अधिक।
- थर्मामीटर द्वारा ताप मापने में द्रवों के ऊष्मीय प्रसार को उपयोग किया जाता है।
- 1g पानी का ताप 1^0C बढ़ाने के लिए 1 कैलोरी ऊष्मा की आवश्यकता होती है।
- ऊष्मा का मानक मात्रक जूल है। 1 कैलोरी = 4.18 जूल।
- गलनांक पर ठोस द्रव में एवं क्वथनांक पर द्रव गैस में परिवर्तित हो जाते हैं।
- ऊष्मा गर्म वस्तु से ठंडी वस्तु की ओर तब तक प्रवाहित होती है, जब तक दोनों का ताप समान न हो जाए।
- ऊष्मा के स्थानांतरण की तीन विधियाँ हैं चालन, संवहन एवं विकिरण।
- गहरे रंग की वस्तुएं हल्के रंग की वस्तुओं की अपेक्षा ऊष्मीय विकिरणों की अधिक अच्छी अवशोषक एवं अच्छी उत्सर्जक होती है।

पाठांत प्रश्न

1. गतिज ऊर्जा के पाँच उदाहरण लिखिए।
2. स्थितिज ऊर्जा के पाँच उदाहरण लिखिए।
3. एक उदाहरण द्वारा स्पष्ट कीजिए कि यांत्रिक ऊर्जा, स्थितिज ऊर्जा तथा गतिज ऊर्जा का योग होती है।
4. ऊष्मा के दो प्रभाव लिखिए।
5. ताप मापने के लिए द्रवों और गैसों का उपयोग ही व्यवहारिक है, क्यों?

6. यह कैसे सिद्ध करेंगे कि किसी पदार्थ के भिन्न-भिन्न द्रव्यमानों को समान मात्रा में ऊष्मा देने पर हुई तापवृद्धि उनके द्रव्यमानों के ऊपर निर्भर करती है।

7. ताप और ऊष्मा में अंतर स्पष्ट कीलिए।

8. चालन और संवहन में क्या अंतर है?

9. ऊनी कपड़े पहनने पर हमें ठंड का अनुभव क्यों नहीं होता?

10. एक ऐसे प्रयोग का वर्णन कीजिए जिससे पता चले कि किसी वस्तु द्वारा ऊष्मा का विकिरण उसकी सतह के रंग पर निर्भर करता है।

11. तूफान क्यों आतें हैं? व्याख्या कीजिए।

उत्तरमाला

8.1

1. गतिज ऊर्जा
2. गतिज ऊर्जा, स्थितिज ऊर्जा
3. यांत्रिक
4. स्थितिज
5. दो

8.2

1. बोतल को मुँह की तरफ से गर्म पानी में रखेंगे, क्यों कि ऐसा करने से मुँह का प्रसार होगा।
2. नहीं।
3. क्योंकि ठोसों में ऊष्मीय प्रसार बहुत कम होता है।

4. थर्मामीटर बनाने में, घोड़ा गाडी के लकड़ी के पहियों पर लोहे से रिम चढ़ाने के लिए।
5. गैस

8.3

1. 30^0C से 42^0C
2. प्रयोगशाला तापमापी
3. पारा
4. क्योंकि डाक्टरी तापमापी में बल्ब के ठीक ऊपर नली में एक छोटा सा मोड़ होता है।

8.4

1. एक कैलोरी
2. 1000 कैलोरी
3. 0^0C
4. 100^0C

8.5

1. दोनों वस्तुओं के मध्य तापान्तर होना चाहिए।
2. क्योंकि एवोनाइट ऊष्मा का कुचालक होता है।
3. नहीं, श्रीलंका भूमध्य रेखा के पास होने के कारण वहाँ बहुत गर्मी होती है और क्योंकि सोना ऊष्मा का बहुत अच्छा चालक है इसलिए घरों के अंदर भी बहुत गर्मी रहती होगी।
4. क्योंकि थर्मामीटर के बल्ब के पास नली में एक छोटा सा मोड़ होता है जिसके कारण पारा अपने आप नीचे नहीं गिरता है।

8.6

1. फर्श के पास
2. ठोस अवस्था में
3. संवहन द्वारा

8.7

1. क्योंकि हल्के रंग के कपड़े ऊष्मीय विकिरणों का कम अवशोषण करते हैं, इसलिए गर्मी के दिनों में हमें गर्मी से बचाते हैं, जबकि गहरे रंग के कपड़े ऊष्मीय विकिरणों का सबसे अधिक अवशोषण करते हैं इसलिए जाडे के दिनों में हमें अधिक गर्मी देते हैं।
2. मंगल ग्रह क्योंकि, सूर्य से बुध की अपेक्षा मंगल ग्रह अधिक दूरी पर है, जिसके कारण ऊष्मीय विकिरण वहां कम पहुँचते हैं।