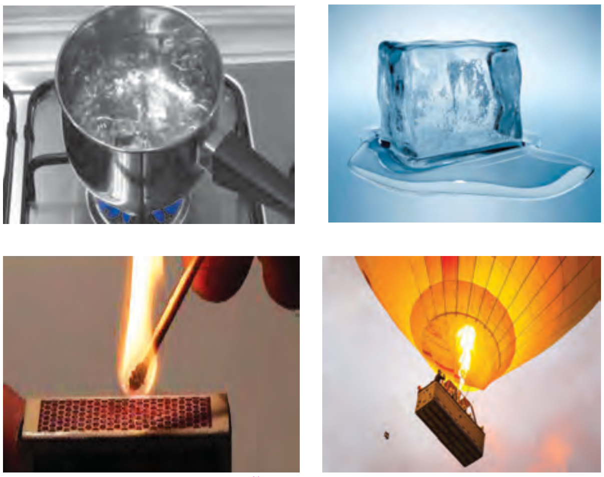
14. حرارت کی پیمائش اور اثرات



14.1 : حرارت کے مختلف اثرات

ذرا یاد کیجیے۔

1. کن کن ذرائع سے ہم کو حرارت حاصل ہوتی ہے؟
2. حرارت کس طرح منتقل ہوتی ہے؟
3. آپ کو حرارت کے کون کون سے اثرات معلوم ہیں؟

شکل 14.1 میں حرارت کے اثرات دِکھائے گئے ہیں۔ وہ کون سے ہیں؟

گزشتہ جماعتوں میں آپ نے پڑھا ہے کہ حرارت ایک قسم کی توانائی ہے جو زیادہ درجۂ حرارت والے جسم سے کم درجۂ حرارت والے جسم کی طرف بہتی ہے۔ کسی جسم کے درجۂ حرارت سے معلوم ہوتا ہے کہ وہ کتنی گرم یا سرد ہے۔ سرد شے کا درجۂ حرارت گرم شے کے درجۂ حرارت کے مقابلے کم ہوتا ہے۔ یعنی آئس کریم کا درجۂ حرارت چائے کے درجۂ حرارت سے کم ہوتا ہے۔

آپ نے یہ بھی دیکھا ہے کہ حرارت دینے پر اشیا پھیلتی ہیں اور سرد کرنے پر سکڑتی ہیں۔ اسی طرح حرارت کی وجہ سے مائع کی حالت تبدیل ہوتی ہے۔ SI نظام میں حرارت کی اکائی 'جول' (Joule) اور CGS نظام میں اس کی اکائی کیلوری (Calorie) ہے۔ 1 کیلوری حرارت 4.18 J کے مساوی ہوتی ہے۔ ایک گرام پانی کا درجۂ حرارت $1^{\circ}C$ سے بڑھانے کے لیے ایک cal توانائی درکار ہوتی ہے۔

حل کردہ مثالیں

مثال 1. : 1.5 kg پانی کا درجۂ حرارت $15^{\circ}C$ سے $45^{\circ}C$ تک بڑھانے کے لیے کتنی توانائی درکار ہوگی؟ جواب کیلوری اور جول دونوں اکائیوں میں لکھیے۔

دیا ہوا ہے:

پانی کی کمیت = 1.5 kg = 1500 gm,

درجۂ حرارت میں تبدیلی = $45^{\circ}C - 15^{\circ}C = 30^{\circ}C$

درجۂ حرارت میں اضافے کے لیے درکار توانائی = ?

درجۂ حرارت میں اضافے کے لیے درکار توانائی = پانی کی کمیت (gm) × درجۂ حرارت میں اضافہ ($^{\circ}C$) cal

$= 1500 \times 30^{\circ}C = 45000$ cal

$= 45000 \times 4.18$ J

$= 188100$ J

مثال 2. : 300 cal حرارت دینے پر پانی کا درجۂ حرارت $10^{\circ}C$ بڑھتا ہو تو پانی کی کمیت کتنی ہوگی؟

دیا ہوا ہے:

دی گئی حرارت = 300 cal,

درجۂ حرارت میں اضافہ = $10^{\circ}C$، پانی کی کمیت = m = ?

حرارت = پانی کی کمیت (gm) × درجۂ حرارت میں اضافہ ($^{\circ}C$)

$300 = m \times 10$

$m = 30$ gm

حرارت کے ذرائع (Sources of heat)

1. سورج : زمین کو ملنے والی سب سے زیادہ حرارت کا ذریعہ سورج ہے۔ سورج کے مرکز میں ہونے والے نیوکلیائی ملاپ (Nuclear fusion) سے بہت بڑی مقدار میں توانائی پیدا ہوتی ہے۔ نیوکلیائی ملاپ میں ہائیڈروجن کے مرکزوں کا ملاپ ہوکر ہیلیم کا مرکزہ تیار ہوتا ہے اور اس سے توانائی پیدا ہوتی ہے۔ اس میں سے کچھ توانائی روشنی اور حرارت کی شکل میں زمین تک پہنچتی ہے۔

2. زمین : زمین کے مرکز کا درجۂ حرارت بہت زیادہ ہونے سے زمین بھی حرارت کا ذریعہ ہے۔ اس حرارت کو زمینی حرارتی توانائی کہتے ہیں۔

3. کیمیائی توانائی : لکڑی، کوئلہ، پٹرول وغیرہ ایندھن جلانے پر آکسیجن کے ساتھ کیمیائی عمل ہونے سے حرارت پیدا ہوتی ہے۔

4. برقی توانائی : روزمرہ زندگی میں آپ نے دیکھا ہوگا کہ بہت سے طریقوں سے برقی توانائی کا استعمال کر کے حرارت پیدا کی جاتی ہے جیسے برقی استری، برقی چولھا وغیرہ یعنی برق بھی حرارت کا ذریعہ ہے۔

.5 جوہری توانائی : یورینیم ،تھوریم جیسے کچھ عناصر کے جوہروں کے مرکزوں کوشق کرنے پر بہت ہی کم عرصے میں بہت بڑی مقدار میں توانائی اور حرارت پیدا ہوتی ہے۔ جوہری توانائی کے پروجیکٹ میں یہی طریقہ استعمال ہوتا ہے۔

.6 ہوا : ہمارے اطراف موجود ہوا میں بھی کافی حرارت پائی جاتی ہے۔

درجۂ حرارت (Temperature) : کوئی شے کتنی گرم یا کتنی سرد ہے، ہم اس شے کو ہاتھ لگا کر محسوس کر سکتے ہیں لیکن ہم کو محسوس ہونے والی گرمی یا سردی کا تعلق حس سے ہوتا ہے۔ یہ ہم ذیل کے عمل سے سمجھ سکتے ہیں۔

عمل کیجیے۔

14.2 : تقابلی احساس

1. تین ایک جیسے برتن لیجیے۔ انھیں الف، ب اور ج نام دیجیے۔ (دیکھیے شکل 14.2)
2. الف میں گرم اور ب میں سرد پانی لیجیے۔ ج میں الف اور ب سے تھوڑا تھوڑا پانی لیجیے۔
3. آپ اپنا دایاں ہاتھ برتن الف میں اور بایاں ہاتھ برتن ب میں ڈوبا کر دو سے تین منٹ رکھیں۔
4. اب دونوں ہاتھ ایک ساتھ ج میں ڈالیے۔ آپ کو کیا محسوس ہوا؟

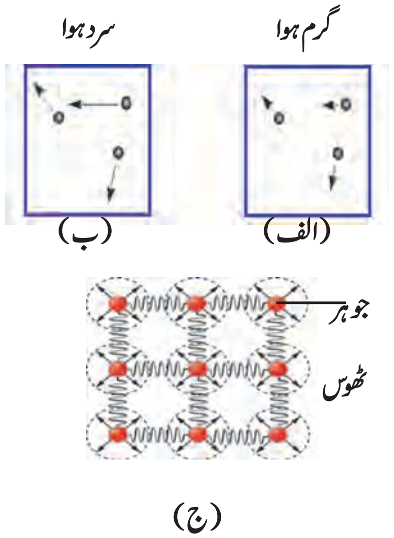
اگر دونوں ہاتھ ایک ہی درجۂ حرارت کے پانی میں ڈبائے جائیں تب بھی دائیں ہاتھ کو پانی سرد محسوس ہوتا ہے اور بائیں ہاتھ کو وہی پانی گرم محسوس ہوتا ہے۔ اس کی کیا وجہ ہے، اس پر غور کیجیے۔

درج بالا عمل سے آپ جان گئے ہوں گے کہ صرف چھوکر کسی چیز یا شے کا درجۂ حرارت ہم صحیح طور پر نہیں بتا سکتے۔ اسی طرح زیادہ گرم یا سرد شے کو ہاتھ لگانے سے تکلیف کا بھی امکان ہوتا ہے۔ اس لیے درجۂ حرارت کی پیمائش کے لیے ہم کو ایک آلے کی ضرورت ہوتی ہے۔ درجۂ حرارت کی پیمائش کا آلہ تپش پیما (thermometer) ہے۔ گزشتہ جماعت میں آپ نے تپش پیما کے متعلق پڑھا ہے۔ اس سبق میں ہم تپش پیما کی ساخت کے متعلق معلومات حاصل کریں گے۔

ذرا یاد کیجیے۔ توانائی بالقوی اور توانائی بالحرکت سے کیا مراد ہے؟

حرارت اور درجۂ حرارت (Heat and temperature) : حرارت اور درجۂ حرارت میں کیا فرق ہے؟ آپ جانتے ہیں کہ شے جوہروں سے مل کر بنتی ہے۔ شے کے جوہر ہمیشہ متحرک رہتے ہیں۔ اس کی کل توانائی بالحرکت ہی اس شے کی حرارت کی پیمائش ہوتی ہے۔ جبکہ درجۂ حرارت جوہروں کی توانائی بالحرکت کے اوسط پر منحصر ہوتا ہے۔ دو اشیا کے جوہروں کی اوسط توانائی بالحرکت مساوی ہو تو ان کا درجۂ حرارت مساوی ہوتا ہے۔

شکل 14.3 (الف) اور (ب) میں زیادہ درجۂ حرارت اور اس سے کم درجۂ حرارت کی ہوا کے جوہروں کی حرکت ترتیب سے دِکھائی گئی ہے۔ جوہروں کو جوڑ کر دِکھائے گئے تیر کی سمت اور لمبائی بالترتیب جوہر کی رفتار کی سمت اور قدر دِکھاتی ہے۔ گرم ہوا کے جوہر کی رفتار سرد ہوا کے جوہروں کی رفتار کے مقابلے زیادہ ہے۔



14.3 : ہوا اور ٹھوس میں جوہروں کی رفتار

شکل (ج) میں ٹھوس شے کے جوہروں کی رفتار کو بندشوں کے ذریعے دِکھایا گیا ہے۔ٹھوس شے کے جوہر باہمی قوت سے بندھے ہوتے ہیں جس کی وجہ سے وہ اپنے مقام کو نہیں چھوڑتے۔حرارت کی وجہ سے وہ اپنے مقام پر اہتزاز کرتے ہیں۔ٹھوس شے کا درجۂ حرارت جتنا زیادہ ہوگا ان کی اہتزاز کی رفتار بھی اتنی ہی زیادہ ہوگی۔

فرض کیجیے (الف) اور (ب) ایک ہی مادّے کی بنی ہوئی دو اشیا ہیں۔الف کی کمیت ب کی کمیت کا دگنا ہے۔یعنی الف کے جوہروں کی تعداد ب کے جوہروں کی تعداد کا دگنا ہے۔اگر الف اور ب کے درجۂ حرارت مساوی ہوں یعنی ان کے جوہروں کی توانائی بالحرکت کا اوسط مساوی ہو تب بھی الف کے جوہروں کی کل توانائی بالحرکت، ب کے جوہروں کی کل توانائی بالحرکت کے دگنا ہوگی۔مطلب الف اور ب کے درجۂ حرارت مساوی ہونے کے باوجود الف کی حرارت ب کی حرارت کا دگنا ہوگی۔

عمل کیجیے۔

1. ایک ہی جسامت کے اسٹیل کے دو برتن (الف اور ب) لیجیے۔
2. الف میں تھوڑا پانی لیجیے اور ب میں اس کا دگنا پانی لیجیے۔خیال رہے کہ دونوں برتنوں کے پانی کا درجۂ حرارت مساوی ہو۔(شکل 14.4 دیکھیے)
3. ایک اسپرٹ لیمپ لے کر 'الف' اور 'ب' میں پانی کا درجۂ حرارت 10°C سے بڑھائیے۔کیا دونوں برتنوں کا درجۂ حرارت بڑھانے کے لیے آپ کو یکساں وقت لگا؟

برتن 'ب' میں پانی کا درجۂ حرارت بڑھانے کے لیے آپ کو زیادہ وقت لگا ہوگا یعنی مساوی درجۂ حرارت میں اضافے کے لیے 'ب' کو زیادہ حرارت دی گئی۔مطلب 'الف' اور 'ب' میں پانی کا درجۂ حرارت مساوی ہونے کے باوجود 'ب' کے پانی میں حرارت 'الف' کے پانی میں موجود حرارت سے زیادہ ہوگی۔درجۂ حرارت کی پیمائش کے لیے سیلسی اَس (°C)، فارین ہائٹ (°F) اور کیلوین (K) اکائیاں استعمال ہوتی ہیں۔کیلوین اکائی سائنسی تجربات میں جبکہ دیگر دونوں اکائیاں روزمرہ کاروبار میں استعمال کی جاتی ہیں۔ان تینوں کا تعلق ذیل کے ضابطوں کے ذریعے دِکھایا جا سکتا ہے۔

$$\frac{(F-32)}{9} = \frac{C}{5} \quad ----- \quad (1)$$

$$K = C + 273.15 \quad ------ \quad (2)$$

درج ذیل جدول میں کچھ مخصوص درجۂ حرارت کو سیلسی اَس، فارین ہائٹ اور کیلوین اِن تینوں اکائیوں میں دیا گیا ہے۔یہ درج بالا ضابطوں کے مطابق ہیں یا نہیں، جانچ کر کے دیکھیے اور خالی جگہوں میں مناسب قیمت لکھیے۔

K	°C	°F	خلاصہ
373	100	212	پانی کا نقطۂ جوش
273	0	32	پانی کا نقطۂ انجماد
296	23	72	کمرے کا درجۂ حرارت
......	356.7	......	پارے کا نقطۂ جوش
......	-38.8	....	پارے کا نقطۂ انجماد

حل کردہ مثالیں

مثال 1 : درجۂ حرارت 68°F، سیلسی اَس اور کیلوین اکائیوں میں کیا ہوگا؟

دیا ہوا ہے: K = ? = کیلوین میں درجۂ حرارت، C = ? = سیلسی اَس میں درجۂ حرارت، F = 68 = فارین ہائٹ میں درجۂ حرارت

$$\frac{(F-32)}{9} = \frac{C}{5} \quad ...$$ ضابطہ (1) کے مطابق

$$\frac{(68-32)}{9} = \frac{C}{5}$$

$$C = 5 \times \frac{36}{9} = 20\ ^{0}C \ ; \quad ...$$ ضابطہ (2) کے مطابق $K = C + 273.15$

$$K = 20 + 273.15 = 293.15\ K$$

سیلسی اَس میں درجۂ حرارت = 20°C اور کیلوین میں درجۂ حرارت = 293.15 K

مثال 2. : کون سا درجۂ حرارت سیلسی اَس اور فارن ہائٹ ان دونوں اکائیوں میں مساوی ہوگا؟

دیا ہوا ہے : سیلسی اَس میں درجۂ حرارت C اور فارن ہائٹ میں درجۂ حرارت F یہ مساوی ہیں یعنی F = C

ضابطہ (1) کے مطابق ... $\frac{C}{5} = \frac{(F-32)}{9}$

یعنی $\frac{C}{5} = \frac{(C-32)}{9}$

$(C - 32) \times 5 = C \times 9$

$5\,C - 160 = 9\,C$

$4\,C = -160$

$C = -40^{\circ}C = -40^{\circ}F$

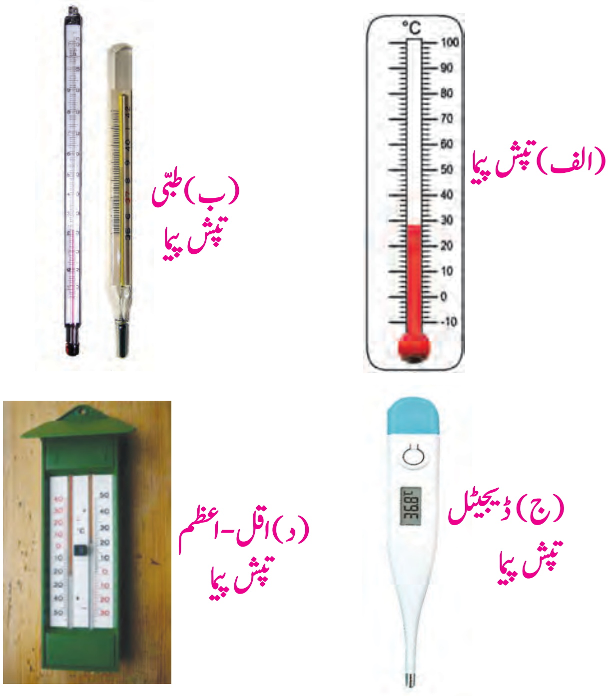
سیلسی اَس اور فارن ہائٹ میں درجۂ حرارت = -40° ہو تو مساوی ہوں گے۔

تپش پیا (Thermometer) : گھر میں کسی کو بخار آنے پر استعمال ہونے والا تپش پیا آپ نے دیکھا ہوگا۔ اس تپش پیا کو طبّی تپش پیا کہتے ہیں۔ اس کے علاوہ مختلف قسم کے تپش پیا الگ الگ پیائش کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ پہلے ہم سادہ تپش پیا کے کام کے متعلق معلومات حاصل کریں گے۔

شکل 14.4 (الف) میں ایک تپش پیا کی شکل دِکھائی گئی ہے۔ تپش پیا میں کانچ کی ایک باریک نلی ہوتی ہے جس کے ایک سرے پر جوف (بلب) ہوتا ہے۔ پہلے نلی میں پارہ بھرتے تھے لیکن پارہ ہمارے لیے نقصان دہ ہونے کی وجہ سے اس کی جگہ اب الکحل استعمال ہوتا ہے۔ باقی نلی کا حصہ خالی ہوتا ہے اور دوسرا سرا بند کیا جاتا ہے۔ جس شے کے درجۂ حرارت کی پیائش کرنی ہو، تپش پیا کا جوف کچھ دیر کے لیے اس شے سے مس کرتا ہوا رکھا جاتا ہے جس کی وجہ سے اس کا درجۂ حرارت شے کے درجۂ حرارت کے برابر ہوجاتا ہے۔ درجۂ حرارت میں اضافے کی وجہ سے الکحل کا پھیلاؤ ہوتا ہے۔ نلی میں الکحل کی سطح بڑھتی ہے۔ الکحل کے پھیلنے کی خاصیت کا استعمال کرکے (اس سبق میں اس تعلق سے آگے دیا ہوا ہے) نلی میں سطح کے ذریعے درجۂ حرارت معلوم کیا جاسکتا ہے اور تپش پیا کی نلی کو نشان زد کیا جاتا ہے۔

شکل 14.4 (ب) میں طبّی تپش پیا دِکھایا گیا ہے۔ ایک صحت مند انسان کے جسم کا درجۂ حرارت 37°C ہوتا ہے اس لیے طبّی تپش پیا میں تقریباً 35°C سے 42°C کے درمیان درجۂ حرارت کی پیائش کی جاسکتی ہے۔ آج کل طبّی استعمال کے لیے اس قسم کے تپش پیا کی بجائے ڈیجیٹل تپش پیا استعمال ہوتے ہیں۔ یہ شکل 14.4 (ج) میں دِکھایا گیا ہے۔ اس میں درجۂ حرارت کی پیائش کے لیے مائع میں حرارت سے ہونے والے پھیلاؤ کا استعمال نہ کرتے ہوئے ایک حساس (sensor) استعمال ہوتا ہے جو جسم سے نکلنے والی حرارت اور اس پر سے درجۂ حرارت کی راست پیائش کرتا ہے۔

شکل 14.4 (الف) کے مطابق تجربہ گاہ میں استعمال ہونے والے تپش پیا اسی طرح کے ہوتے ہیں لیکن اس تپش پیا کی پیائش کرنے کی صلاحیت زیادہ ہوتی ہے۔ اس کی مدد سے 40°C سے 110°C کے درمیان یا اس سے کم یا زیادہ درجۂ حرارت کی پیائش کی جاسکتی ہے۔ دن بھر کی اقل ترین اور اعظم درجۂ حرارت کی پیائش کرنے کے لیے ایک مخصوص قسم کا تپش پیا استعمال ہوتا ہے جسے اقل-اعظم تپش پیا کہتے ہیں جسے شکل 14.4 (د) میں دِکھایا گیا ہے۔



14.4 : مختلف تپش پیا

کسی گرم اور سرد شے کو ایک ساتھ مس کر کے رکھنے پر ان دونوں میں حرارت کا لین دین ہوتا ہے۔ گرم شے حرارت خارج کرتی ہے اور سرد شے حرارت جذب کرتی ہے۔ اس لیے گرم شے کا درجۂ حرارت کم ہونے لگتا ہے جبکہ سرد شے کا درجۂ حرارت بڑھنے لگتا ہے۔ یعنی گرم شے کے جوہروں کی توانائی بالحرکت کم ہوتی جاتی ہے اور سرد شے کے جوہروں کی توانائی بالحرکت بڑھنے لگتی ہے۔ اس دوران ایک وقت ایسا آتا ہے کہ دونوں کے جوہروں کی اوسط توانائی بالحرکت مساوی ہوجاتی ہے۔ یعنی ان کا درجۂ حرارت بھی مساوی ہوجاتا ہے۔

حرارتِ خصوصی (Specific heat) : اکائی کمیت کی شے کا درجۂ حرارت ایک درجہ بڑھانے کے لیے درکار حرارت کو حرارتِ خصوصی کہتے ہیں۔ اس کو حرف 'C' سے ظاہر کرتے ہیں۔ SI نظام میں اس کی اکائی J/(kg°C) اور CGS نظام میں cal/(gm°C) ہوتی ہے۔ حرارتِ خصوصی 'c' اور کمیت 'm' والی شے کا درجۂ حرارت T_i سے T_f تک بڑھانے کے لیے Q توانائی درکار ہوتی ہے۔ یہ توانائی شے کی کمیت، حرارتِ خصوصی اور درجۂ حرارت میں اضافے پر منحصر ہوتی ہے۔ اسے ہم ذیل کے ضابطے کے مطابق لکھ سکتے ہیں۔

$$Q = m \times c \times (T_f - T_i) \quad ... \quad (3)$$

مختلف اشیا کی حرارتِ خصوصی مختلف ہوتی ہے۔ آپ آئندہ جماعتوں میں اس کے متعلق زیادہ معلومات حاصل کریں گے۔ آگے جدول میں کچھ اشیا کی حرارتِ خصوصی دی ہوئی ہے۔

شے	حرارتِ خصوصی cal / (gm°C)	شے	حرارتِ خصوصی cal / (gm°C)
ایلومینیم	0.21	لوہا	0.11
الکحل	0.58	تانبا	0.09
سونا	0.03	پارا	0.03
ہائیڈروجن	3.42	پانی	1.0

کیلوری میٹر : آپ نے دیکھا کہ شے کے درجۂ حرارت کی پیمائش کے لیے تپش پیما استعمال ہوتا ہے۔ شے کی حرارت کی پیمائش کے لیے کیلوری میٹر آلہ استعمال کیا جاتا ہے۔ اس آلے کی مدد سے کسی کیمیائی یا طبعی عمل میں خارج ہونے والی یا جذب ہونے والی حرارت کی پیمائش کی جاسکتی ہے۔ شکل 14.5 میں ایک کیلوری میٹر دِکھایا گیا ہے۔ اس میں تھرماس کی طرح اندر اور باہر اس طرح دو برتن ہوتے ہیں جس کی وجہ سے اندر کے برتن میں رکھی گئی شے کی حرارت باہر نہیں جاسکتی اور اسی طرح حرارت باہر سے اندر نہیں آسکتی۔ یعنی اندر کے برتن اور اس میں موجود شے کے اطراف کا ماحول اس طرح رکھا جاتا ہے کہ حرارت کی منتقلی نہ ہو۔ یہ برتن تانبے کے ہوتے ہیں۔ اس میں درجۂ حرارت کی پیمائش کے لیے ایک تپش پیما اور مائع کو ہلانے کے لیے ایک ہلانی بھی ہوتی ہے۔

آئیے، دماغ پر زور دیں۔

1. بخار آنے پر ماں فوراً پیشانی پر پانی کی پٹیاں رکھتی ہیں۔ کیوں؟
2. کیلوری میٹر تانبے کے کیوں بنائے جاتے ہیں؟

کیلوری میٹر میں ایک مستقل درجۂ حرارت کا پانی رکھا جاتا ہے یعنی پانی اور اندرونی برتن کے درجۂ حرارت مساوی ہوتے ہیں۔ اس میں کسی گرم شے کو ڈالنے پر اس شے، پانی اور اندرونی برتن کے درمیان حرارت کا تبادلہ شروع ہوجاتا ہے اور ان کا درجۂ حرارت مساوی ہوجاتا ہے۔ کیلوری میٹر کے اندرونی برتن اور اس میں موجود شے کو غیر موصل کے درمیان رکھنے سے اس میں موجود حرارت کا اطراف و اکناف کی اشیا اور ماحول سے تعلق ٹوٹ جاتا ہے۔ اس لیے گرم شے سے خارج کل حرارت اور پانی و کیلوری میٹر کی جذب کردہ کل حرارت مساوی ہوتے ہیں۔

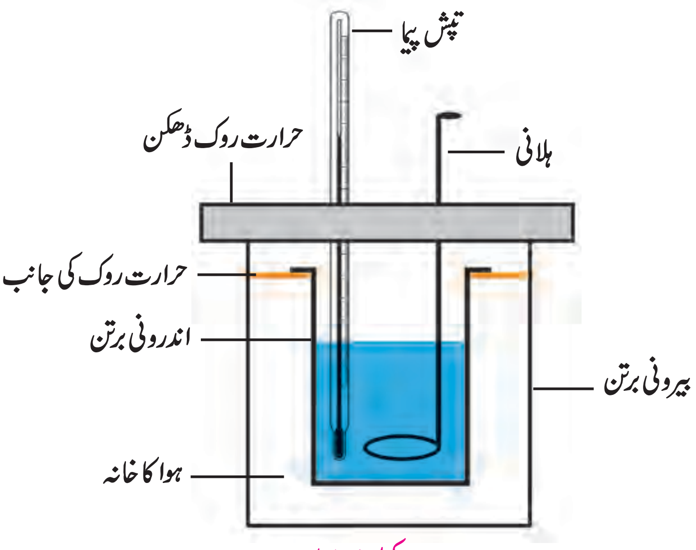
اسی طرح کیلوری میٹر میں اگر گرم شے کی بجائے سرد شے ڈالی جائے تب وہ شے پانی سے حرارت جذب کرے گی اور شے کی تپش میں اضافہ ہوگا۔ پانی اور کیلوری میٹر کی حرارت کم ہوکر ان کے درجۂ حرارت میں کمی ہوگی۔

فرض کیجیے کہ کیلوری میٹر کے اندرونی برتن کی کمیت 'm_C' اور درجۂ حرارت 'T_I' ہے اور اس میں رکھے پانی کی کمیت 'm_W' ہے تب پانی کا درجۂ حرارت کیلوری میٹر کے درجۂ حرارت کے برابر 'T_I' ہوگا۔ اگر اس میں 'm_O' کمیت اور 'T_O' درجۂ حرارت والی شے ڈالی جائے تو 'T_O'، 'T_I' سے زیادہ ہونے کی وجہ سے وہ شے اپنی حرارت پانی اور کیلوری میٹر کو دے گی اور جلد ہی تینوں کا درجۂ حرارت مساوی ہوجائے گا۔

اس آخری درجۂ حرارت کو ہم 'T_F' کہیں گے۔ شے کے ذریعے خارج کردہ حرارت (Q_O) پانی کے ذریعے جذب کردہ حرارت (Q_W) اور کیلوری میٹر کی جذب کردہ حرارت (Q_C) کے مجموعے کے برابر ہوگی۔ یہی مساوات ہم اس طرح لکھ سکتے ہیں :

$$Q_O = Q_W + Q_C \quad \ldots \quad (4)$$

اوپر دِکھائے گئے طریقے کے مطابق Q_O ، Q_W اور Q_C کمیت ، درجۂ حرارت میں تبدیلی یعنی ΔT (ڈیلٹا T) اور شے کی حرارتِ خصوصی پر منحصر ہوتی ہے۔ کیلوری میٹر کا مادّہ، پانی اور گرم شے کے مادّے کی حرارتِ خصوصی بالترتیب C_C ، C_W اور C_O ہو تو ضابطہ (3) کا استعمال کرکے،



14.5 : کیلوری میٹر

$$Q_O = m_O \times \Delta T_O \times C_O, \quad \Delta T_O = T_O - T_f$$

$$Q_W = m_W \times \Delta T_W \times C_W, \quad \Delta T_W = T_f - T_i$$

$$Q_C = m_C \times \Delta T_C \times C_C, \quad \Delta T_C = T_f - T_i = \Delta T_W$$

ضابطہ (4) کے مطابق $m_O \times \Delta T_O \times C_O = m_W \times \Delta T_W \times C_W + m_C \times \Delta T_C \times C_C$ ------------ (5)

اس طرح تمام کمیت اور درجۂ حرارت کی پیائش ہم کر سکتے ہیں۔ اگر پانی اور کیلوری میٹر کی یعنی تانبے کی حرارتِ خصوصی معلوم ہو تو شے کے مادّے کی حرارتِ خصوصی ضابطہ (5) کی مدد سے معلوم کر سکتے ہیں۔ اس کے متعلق آئندہ جماعتوں میں تفصیل سے مطالعہ کریں گے۔

حل کردہ مثالیں

مثال 1. فرض کیجیے کیلوری میٹر، اس میں موجود پانی اور اس میں ڈالی ہوئی تانبے کی گرم شے کی کمّیتیں مساوی ہیں۔ گرم شے کا درجۂ حرارت 60°C اور پانی کا درجۂ حرارت 30°C ہے۔ تانبے اور پانی کی حرارتِ خصوصی بالترتیب 0.09 cal/(gm°C) اور 1 cal/(gm°C) ہے۔ پانی کا آخری درجۂ حرارت کیا ہوگا؟

دیا ہوا ہے : $m_s = m_w = m_c = m, \; T_i = 30°C, \; T_o = 60°C, \; T_f = ?$

ضابطہ (4) سے ... $m \times (60 - T_f) \times 0.09$

$= m \times (T_f - 30) \times 1 + m \times (T_f - 30) \times 0.09$

$\therefore \; (60 - T_f) \times 0.09 = (T_f - 30) \times 1.09$

$60 \times 0.09 + 30 \times 1.09 = (1.09 + 0.09)\, T_f$

$T_f = 32.29\,^0C$

لہٰذا پانی کا آخری درجۂ حرارت 32.29°C ہوگا۔

حرارت کے اثرات (Effects of heat) : گزشتہ جماعتوں میں آپ نے مادّے پر حرارت کے ہونے والے دو اثرات دیکھے ہیں : (1) سکڑنا / پھیلنا (2) منتقل ہونا۔ اِس سبق میں آپ پھیلاؤ کے متعلق مزید معلومات حاصل کریں گے۔ حرارت کی منتقلی کے متعلق مطالعہ آپ آئندہ جماعتوں میں کریں گے۔

پھیلاؤ (Expansion) : کسی بھی شے کو حرارت دینے پر اس کا درجۂ حرارت بڑھتا ہے اور وہ پھیلتی ہے۔ ہونے والا پھیلاؤ اس کے درجۂ حرارت پر منحصر ہوتا ہے۔ حرارت کی وجہ سے ٹھوس، مائع اور گیس ایسے تمام مادّوں کا پھیلاؤ ہوتا ہے۔

ٹھوس کا پھیلاؤ (Expansion of solids)

خطی پھیلاؤ (Linear expansions) : درجۂ حرارت میں اضافے سے تار یا سلاخ نما ٹھوس کی لمبائی میں ہونے والے اضافے کو خطی پھیلاؤ کہتے ہیں۔

l_1 لمبائی کی ایک سلاخ کا درجۂ حرارت T_1 سے T_2 تک بڑھانے پر اس کی لمبائی l_2 ہو جاتی ہے۔ سلاخ کی لمبائی میں اضافہ اس کی ابتدائی لمبائی اور درجۂ حرارت میں اضافے $(\Delta T = T_2 - T_1)$ کے راست تناسب میں ہوتا ہے یعنی لمبائی میں تبدیلی کو ہم ذیل کے طریقے سے لکھ سکتے ہیں۔

درجہ حرارت میں فرق × ابتدائی لمبائی α لمبائی میں تبدیلی

$\therefore\ l_2 - l_1\ \alpha\ l_1 \times \Delta T$

$\therefore\ l_2 - l_1 = \lambda \times l_1 \times \Delta T$ ------------(6)

$\therefore\ l_2 = l_1\ (1 + \lambda\,\Delta T)$ ---------------(7)

یہاں λ (لیمبڈا) تناسب کا مستقل ہے اور اسے یک خطی پھیلاؤ کی شرح کہتے ہیں۔ مختلف اشیا کے پھیلاؤ کی شرح مختلف ہوتی ہے۔

مندرجہ بالا ضابطے سے ظاہر ہوتا ہے کہ دو مادّوں کی مساوی لمبائی کی سلاخ کے درجۂ حرارت کو یکساں مقدار سے بڑھانے پر (یعنی ΔT مساوی ہو) جس شے کی پھیلاؤ کی شرح زیادہ ہوگی اس کا پھیلاؤ بھی زیادہ ہوگا اور اس سلاخ کی لمبائی زیادہ بڑھے گی۔

درج بالا ضابطے کے مطابق ہم مادّے کے پھیلاؤ کو ذیل کی طرح لکھ سکتے ہیں۔

$\lambda = (l_2 - l_1) / (l_1\,\Delta T)$ -----------(8)

یعنی پھیلاؤ کی شرح اکائی لمبائی کی سلاخ کے درجۂ حرارت میں اکائی اضافہ کرنے پر اس کی لمبائی میں ہونے والی تبدیلی ظاہر کرتی ہے۔ مندرجہ بالا ضابطے سے ظاہر ہوتا ہے کہ پھیلاؤ کی شرح کی اکائی درجۂ حرارت کی اکائی کا ضربی معکوس یعنی 1/°C ہے۔ ذیل کی جدول میں کچھ اشیا کے پھیلاؤ کی شرح دی ہوئی ہے۔

ٹھوس شے	خطی پھیلاؤ کی شرح $\times 10^{-6}$ (1/°C)	مائع	حجم کے پھیلاؤ کی شرح $\times 10^{-3}$ (1/°C)	گیس	پھیلاؤ کی شرح $\times 10^{-3}$ (1/°C)
تانبا	17	الکحل	1.0	ہائیڈروجن	3.66
ایلومینیم	23.1	پانی	0.2	ہیلیم	3.66
لوہا	11.5	پارا	0.2	نائٹروجن	3.67
چاندی	18	کلوروفارم	1.3	سلفرڈائی آکسائیڈ	3.90

14.6 : چند مادّوں کا پھیلاؤ

حل کردہ مثالیں

مثال 1. : اسٹیل کی آدھا میٹر لمبی سلاخ کے درجۂ حرارت کو 60°C سے بڑھانے پر اس کی لمبائی میں کتنا اضافہ ہوگا؟
اسٹیل کے خطی پھیلاؤ کی شرح = 0.0000131/ °C ہے۔

دیا ہوا ہے : سلاخ کی بنیادی لمبائی = 0.5 m، درجۂ حرارت میں اضافہ = 60°C، لمبائی میں اضافہ = Δl = ?

ضابطہ (6) استعمال کرکے : $\Delta l = \lambda \times l_1 \times \Delta T = 0.000013 \times 0.5 \times 60 = 0.00039$ m

لمبائی میں اضافہ = 0.039 cm

ٹھوس کا سطحی پھیلاؤ (Planar expansion of solids) : ٹھوس کے خطی پھیلاؤ کی طرح ہی ٹھوس چادر کا درجۂ حرارت بڑھانے پر اس کے رقبے میں اضافہ ہوتا ہے۔ اسی کو ٹھوس کا سطحی پھیلاؤ کہتے ہیں جو ذیل کے ضابطے میں دیا ہوا ہے۔

$A_2 = A_1\ (1 + \sigma\Delta T)$-----------------------(9)

یہاں ΔT درجۂ حرارت میں فرق ہے، A_1 اور A_2 چادر کے ابتدائی اور آخری رقبے ہیں۔ σ (سِگما) شے کی سطحی پھیلاؤ کی شرح ہے۔

ٹھوس کا حجمی پھیلاؤ (Volumetric expansion of solids) : چادر کی طرح ٹھوس کے سہ رُخی ٹکڑے کو حرارت دینے پر اس میں ہر جانب سے پھیلاؤ ہوتا ہے اور اس کا حجم بڑھتا ہے۔ اسی کو ٹھوس کا حجمی پھیلاؤ کہتے ہیں۔ اس اضافے کا ضابطہ ہم اس طرح لکھ سکتے ہیں۔

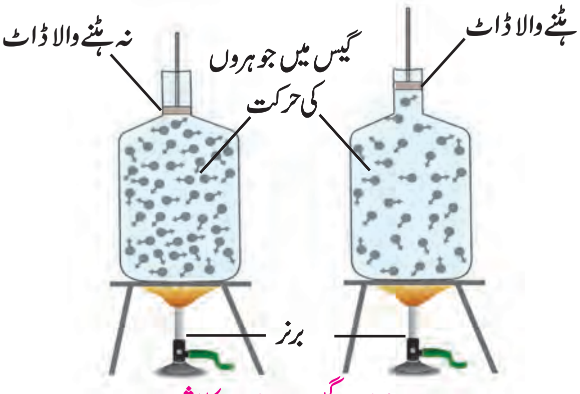
$V_2 = V_1(1 + \beta\Delta T)$--------------(10)

یہاں ΔT درجۂ حرارت میں فرق ہے۔ V_2 اور V_1 ٹھوس کے آخری اور ابتدائی حجم ہیں جبکہ β (بیٹا) ٹھوس کے حجمی پھیلاؤ کی شرح ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

کیا آپ نے ریل کی پٹریاں دیکھی ہیں؟ وہ مسلسل لمبی نہیں ہوتیں۔ شکل میں دِکھائے گئے طریقے سے دو پٹریوں کے درمیان کچھ مقررہ فاصلے پر خالی جگہ ہوتی ہے۔ یعنی درجۂ حرارت میں تبدیلی کے مطابق ان کی لمبائی کم یا زیادہ ہوسکتی ہے۔ یہ جگہ نہ چھوڑی جائے تو حرارت کی وجہ سے پھیلاؤ ہوکر پٹریاں ٹیڑھی ہوں گی اور حادثے کا خطرہ پیدا ہوگا۔

ریل کی پٹریوں کی طرح ہی گرما میں پھیلاؤ کی وجہ سے پلوں کی لمبائی میں اضافے کا اندیشہ ہوتا ہے۔ موسم گرما میں ڈنمارک کے 18km لمبائی کے پل The great belt bridge کی لمبائی 4.7 m تک بڑھ جاتی ہے۔ اسی لیے پلوں میں بھی اس پھیلاؤ کو برداشت کرنے کے لیے مناسب طریقۂ کار (نظم) اپنایا جاتا ہے۔



14.7 : گیس پر حرارت کا اثر

شکل 14.7 کا مشاہدہ کرکے دیے ہوئے سوالوں کے جواب تلاش کیجیے۔

1. کثافت = $\frac{\text{کمیت}}{\text{حجم}}$ اِس ضابطے کے مطابق بند بوتل کی گیس کا درجۂ حرارت بڑھانے پر اس کی کثافت پر کیا اثر ہوگا؟

2. اگر بوتل بند نہ ہو اور اس میں ایک حرکت کرنے والا ڈاٹ لگا دیا جائے تو گیس کی کثافت پر کیا اثر ہوگا؟ اس کی وجہ سے دباؤ مستقل رکھ کر گیس کے پھیلاؤ کی پیمائش کی جاسکتی ہے۔ ایسے پھیلاؤ کی شرح کو مستقل دباؤ پر پھیلاؤ کی شرح کہتے ہیں۔ جو ذیل کے ضابطے میں دیا ہوا ہے۔

$V_2 = V_1(1 + \beta\,\Delta T)$----------- (12)

یہاں ΔT درجۂ حرارت میں فرق ہے، V_2 اور V_1 گیس کے مساوی دباؤ پر آخری اور ابتدائی حجم ہیں جبکہ β گیس کی مستقل دباؤ پر پھیلاؤ کی شرح ہے۔

مائع کا پھیلاؤ (Expansion of liquids)

مائع کی کوئی شکل نہیں ہوتی لیکن ان کا حجم مقرر ہوتا ہے، اسی لیے ہم مائع کے حجم کے پھیلاؤ کی شرح اوپر کے ضابطے کے مطابق لکھ سکتے ہیں۔

$V_2 = V_1(1 + \beta\,\Delta T)$-------------(11)

یہاں ΔT درجۂ حرارت میں فرق ہے، V_2 اور V_1 مائع کے آخری اور ابتدائی حجم ہیں اور β مائع کے پھیلاؤ کی شرح ہے۔

آیئے، دماغ پر زور دیں۔

روزمرہ زندگی میں مائع کے پھیلاؤ کے کون سے استعمال آپ جانتے ہیں؟

حرارت کا پانی پر ہونے والا اثر دوسرے مائع کے مقابلے کسی قدر الگ ہوتا ہے۔ اس کو پانی کا خلافِ معمول رویہ کہتے ہیں۔ اس کے متعلق ہم آئندہ جماعتوں میں پڑھیں گے۔

گیسوں کا پھیلاؤ (Expansion of gases)

گیس کا کوئی مقررہ حجم نہیں ہوتا۔ گیس کو حرارت ملنے پر اس میں پھیلاؤ ہوتا ہے لیکن اگر گیس کو ایک مخصوص بوتل میں بند کردیا جائے تو اس کا حجم بڑھ نہیں سکتا بلکہ اس کے دباؤ میں اضافہ ہوتا ہے۔ شکل 14.7 میں یہ دِکھایا گیا ہے۔

آیئے، دماغ پر زور دیں۔

گیس کو حرارت دینے پر اس کی کثافت کم ہوتی ہے۔ اس کا استعمال شکل 14.1 میں کس تصویر میں نظر آتا ہے؟

مشق

1. A. میرا ساتھی کون؟

گروہ 'الف'	گروہ 'ب'
(الف) صحت مند انسان کا جسمانی درجۂ حرارت	i) 296 K
(ب) پانی کا نقطۂ جوش	ii) $98.6^{\circ}F$
(ج) کمرے کا درجۂ حرارت	iii) $0^{\circ}C$
(د) پانی کا نقطۂ انجماد	iv) $212^{\circ}F$

B. کون سچ بول رہا ہے؟

(الف) شے کا درجۂ حرارت جول میں ناپا جاتا ہے۔
(ب) حرارت گرم شے سے سرد شے کی طرف بہتی ہے۔
(ج) حرارت کی اکائی جول ہے۔
(د) حرارت دینے پر اشیا سکڑتی ہیں۔
(ہ) ٹھوس کے جوہر آزاد ہوتے ہیں۔
(و) گرم شے کے جوہروں کی توانائی بالحرکت کا اوسط سرد شے کے جوہروں کی توانائی بالحرکت کے اوسط سے کم ہوتا ہے۔

C. ڈھونڈو تو ملے گا۔

(الف) تپش پیما................کی پیمائش کے لیے استعمال ہوتا ہے۔
(ب) حرارت کی پیمائش کے لیے..............استعمال کرتے ہیں۔
(ج) درجۂ حرارت شے کے جوہروں کے .... توانائی بالحرکت کے تناسب میں ہوتی ہے۔
(د) کسی شے کی حرارت اس کے جوہروں کی .... توانائی بالحرکت کے تناسب میں ہوتی ہے۔

2. چائے بنانے کے لیے تمام ضروری اشیا برتن میں ڈال کر شاذیہ نے وہ برتن شمسی چولھے پر رکھ دیا۔ ہادیہ نے اسی طرح کا برتن گیس چولھے پر رکھا۔ کس کی چائے جلد تیار ہوگی اور کیوں؟

3. مختصر جواب لکھیے۔

(الف) طبّی تپش پیما کی ساخت بیان کیجیے۔ اس میں اور تجربہ گاہ میں استعمال ہونے والے تپش پیما میں کیا فرق ہوتا ہے؟
(ب) حرارت اور درجۂ حرارت میں کیا فرق ہے؟ ان کی اکائیاں لکھیے۔
(ج) شکل کے ذریعے کیلوری میٹر کی ساخت بیان کیجیے۔
(د) ریل کی پٹریوں کے درمیان مخصوص فاصلے پر خلا کیوں چھوڑا جاتا ہے۔ وضاحت کیجیے۔
(ہ) گیس اور مائع کے پھیلاؤ کی شرح سے کیا مراد ہے؟ ضابطوں کی مدد سے واضح کیجیے۔

4. ذیل کی مثالیں حل کیجیے۔

(الف) فارین ہائٹ اکائی میں درجۂ حرارت کتنا ہو کہ وہ سیلسی اس اکائی کے درجۂ حرارت کا دگنا ہو جائے؟
(جواب: $320^{\circ}F$)

(ب) لوہے کی 20 m لمبائی کی سلاخ سے ایک پل تیار کیا گیا ہے۔ $18^{\circ}C$ پر دو سلاخوں کے درمیان 4 cm کا فاصلہ ہے۔ کتنے درجۂ حرارت تک وہ پل صحیح حالت میں رہے گا؟
(جواب: $35.4\ ^{\circ}C$)

(ج) آئیفل ٹاور کی $15^{\circ}C$ پر بلندی 324m ہے۔ اگر وہ ٹاور لوہے کا ہوتا تو $30^{\circ}C$ پر اس کی بلندی کتنے cm بڑھ جاتی؟
(جواب: 5.6 cm)

(د) 'الف' اور 'ب' مادّوں کی حرارتِ خصوصی بالترتیب $1^{\circ}C$ اور $2^{\circ}C$ ہے۔ 'الف' کو Q اور 'ب' کو 4Q مقدار کی حرارت دینے پر دونوں کے درجۂ حرارت میں یکساں تبدیلی ہوتی ہے۔ اگر 'الف' کی کمیت m ہو تو 'ب' کی کمیت کتنی ہوگی؟
(جواب: 2 m)

(ہ) 3 kg کمیت کی شے کو 600 کیلوری توانائی حاصل ہونے پر اس کا درجۂ حرارت $10^{\circ}C$ سے $70^{\circ}C$ تک بڑھ جاتا ہے تو اس شے کی حرارتِ خصوصی کتنی ہوگی؟
(جواب: $0.0033\ cal / (gm\ ^{\circ}C)$)

سرگرمی:

دو دھاتی پٹی (bimetallic strip) کے بارے میں معلومات حاصل کیجیے اور اس کا استعمال کر کے آتش مخبر آلہ (فائر الارم) کس طرح بناتے ہیں، اس تعلق سے جماعت میں بحث کیجیے۔

KAUK3X