5. حرارت (Heat)

- حرارتِ مخفی
- پانی کا خلافِ معمول رویہ
- حرارتِ خصوصی کی استعداد
- باز انجماد
- نقطۂ شبنم اور رطوبت

ذرا یاد کیجیے۔

1. حرارت اور درجۂ حرارت کے درمیان کیا فرق ہے؟
2. کتنے طریقوں سے حرارت منتقل ہوتی ہے؟ وہ کون کون سے ہیں؟

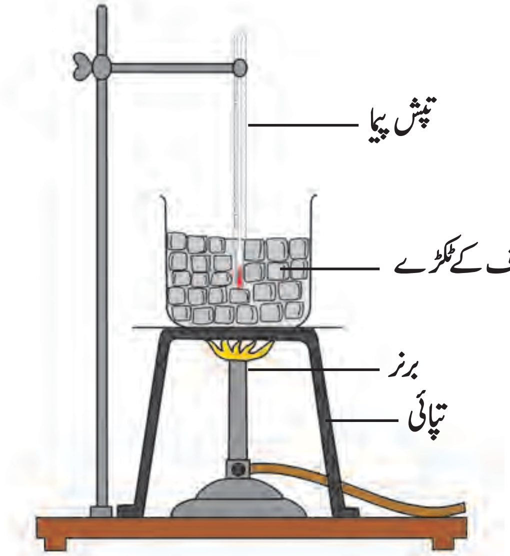
پچھلی جماعتوں میں آپ نے حرارت اور حرارت کی منتقلی کے مختلف طریقوں کی معلومات حاصل کی ہے۔ آپ نے ٹھوس، مائع اور گیس کے پھیلنے اور سکڑنے کے کچھ تجربات بھی کیے ہیں۔ حرارت اور درجۂ حرارت کے درمیان فرق کو بھی جان لیا ہے۔ تپش پیما سے درجۂ حرارت کی پیمائش کس طرح کی جاتی ہے، اس کا بھی آپ مطالعہ کر چکے ہیں۔

اشیا کی حالت کی تبدیلی کے دوران پائی جانے والی حرارتِ مخفی، پانی کا خلافِ معمول رویہ، نقطۂ شبنم، رطوبت، حرارتِ خصوصی کی استعداد؛ ان سب تصورات کا ہماری روزمرہ زندگی میں استعمال ہوتا ہے۔ ان کے متعلق مزید معلومات حاصل کریں گے۔

حرارتِ مخفی (Latent heat)

آیئے، عمل کر کے دیکھیں۔

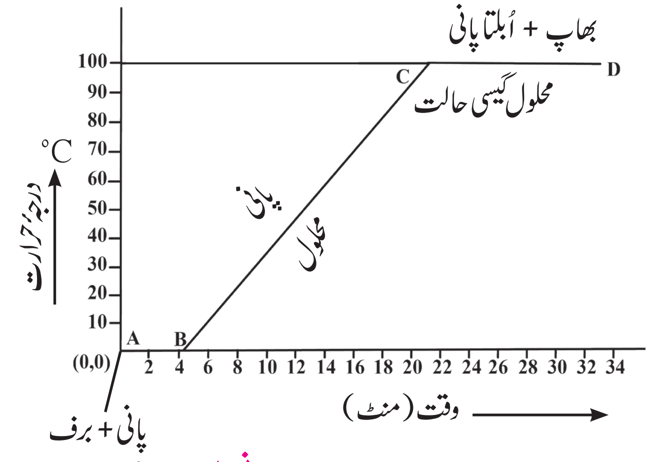
1. شکل 5.1 کے مطابق شیشے کے ایک برتن میں برف کے کچھ ٹکڑے لیجیے۔
2. تپش پیما کے جوف کو پوری طرح برف میں ڈبائے رکھیے اور تپش پیما سے برف کا درجۂ حرارت ناپیے۔
3. برف کے برتن کو تپائی پر رکھ کر اُسے حرارت دیجیے۔
4. ہر ایک منٹ پر درجۂ حرارت نوٹ کیجیے۔
5. حرارت دینا جاری رکھیے۔ برف آہستہ آہستہ پگھلنے لگے گی۔ پگھلتے وقت برف اور پانی کے آمیزے کو ہلاتے رہیے۔
6. پانی اُبلنے لگے تب بھی حرارت دینا جاری رکھیے۔
7. درجۂ حرارت میں ہونے والی تبدیلی اور وقت کے تعلق کو دِکھانے والی ترسیم بنایئے۔



5.1 : حرارتِ مخفی

جب تک برف کے تمام ٹکڑے پانی میں تبدیل نہیں ہو جاتے تب تک آمیزے کا درجۂ حرارت 0°C ہی رہتا ہے۔ مکمل برف پانی بننے کے بعد بھی حرارت دینا جاری رکھیں تو درجۂ حرارت بڑھنے لگے گا اور پانی کا درجۂ حرارت 100°C تک پہنچے گا۔ اس پانی کی بہت زیادہ مقدار بھاپ بننے لگے گی۔ تمام پانی بھاپ میں تبدیل ہوتے وقت پانی کا درجۂ حرارت 100°C پر مستقل رہے گا۔ درجۂ حرارت میں ہونے والی تبدیلی اور اس کے لیے درکار وقت کے تعلق کو ظاہر کرنے کے لیے آگے ترسیم دی ہوئی ہے۔ (شکل 5.2)

اِس ترسیم میں خط AB مستقل درجۂ حرارت کو، برف کی پانی میں تبدیلی کے عمل کو ظاہر کرتا ہے۔ برف کو حرارت دینے پر برف ایک مخصوص درجۂ حرارت یعنی 0°C پر پگھل کر پانی میں تبدیل ہوتا رہتا ہے۔ اس تبدیلی کے وقت برف حرارت کو جذب کرتا ہے۔ برف کا حرارت کو جذب کرنے کا عمل اس کے مائع میں مکمل تبدیل ہونے تک جاری رہتا ہے۔



5.2: درجۂ حرارت - زمانی ترسیم

اس دوران آمیزے کا درجۂ حرارت مستقل رہتا ہے۔ جس مستقل درجۂ حرارت پر برف پانی میں تبدیل ہوتا ہے اُس درجۂ حرارت کو برف کا نقطۂ پگھلاؤ کہتے ہیں۔

شے کے ٹھوس حالت سے مائع میں تبدیل ہوتے وقت شے یعنی برف حرارت جذب کرتا ہے لیکن اس کے درجۂ حرارت میں اضافہ نہیں ہوتا۔ اس جذب شدہ حرارت کا استعمال جواہر اور سالمات کی بندش کو کمزور کرکے ٹھوس کی مائع میں تبدیلی کے لیے ہوتا ہے۔ ٹھوس کی مائع میں تبدیلی کے وقت مستقل درجۂ حرارت پر جو حرارت جذب کی جاتی ہے اُسے پگھلاؤ کی حرارتِ مخفی (Latent heat of melting) کہتے ہیں۔

مستقل درجۂ حرارت پر اکائی کمیت کے ٹھوس کو مکمل طور پر مائع میں تبدیل ہونے کے لیے جو حرارت جذب ہوتی ہے اُس حرارت کو پگھلاؤ کی مخصوص حرارتِ مخفی (Specific latent heat of melting) کہتے ہیں۔

برف کا پوری طرح سے پانی میں تبدیل ہونے کے بعد درجۂ حرارت بڑھنے لگتا ہے جو 100°C تک بڑھتا ہے۔ خط BC پانی کے درجۂ حرارت کا 0°C سے 100°C تک بڑھنے کو ظاہر کرتا ہے۔ اس کے بعد حرارت دینے پر بھی پانی کے درجۂ حرارت میں اضافہ نہیں ہوتا۔ اس درجۂ حرارت پر جذب کردہ پوری حرارت جوہری بندش کو توڑنے اور مائع کو گیسی حالت میں تبدیل کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔ مائع کے گیس میں تبدیل ہوتے وقت حرارت جذب کی جاتی ہے لیکن درجۂ حرارت میں اضافہ نہیں ہوتا۔ جس مستقل درجۂ حرارت پر مائع کی تبدیلی گیس بننے کے لیے ہوتی ہے اس وقت جذب کردہ حرارت کو بھاپ کی حرارتِ مخفی (Latent heat of vaporisation) کہتے ہیں۔

مستقل درجۂ حرارت پر اکائی کمیت کے مائع کو مکمل طور پر گیس میں تبدیل کرنے کے لیے جو حرارت جذب ہوتی ہے اس حرارت کو بھاپ کی مخصوص حرارتِ مخفی (Specific latent heat of vaporisation) کہتے ہیں۔

مختلف اشیا کے نقطۂ پگھلاؤ مختلف ہوتے ہیں۔ اسی طرح مختلف اشیا کے نقطۂ جوش بھی مختلف ہوتے ہیں۔ ذیل کی جدول میں چند اشیا کے نقطۂ پگھلاؤ اور نقطۂ جوش، پگھلاؤ کی مخصوص حرارتِ مخفی اور بھاپ کی مخصوص حرارتِ مخفی دی ہوئی ہے۔ ہوا کا دباؤ سطحِ سمندر کے ہوا کے دباؤ سے کم یا زیادہ ہو تو نقطۂ پگھلاؤ، نقطۂ جوش اور حرارتِ مخفی بدلتی رہتی ہے۔ نیچے کی جدول میں سمندر پر کے ہوا کے دباؤ کی پیائش کی گئی ہے۔

اشیا	نقطۂ پگھلاؤ °C	نقطۂ جوش °C	پگھلاؤ کی مخصوص حرارتِ مخفی		بھاپ کی مخصوص حرارتِ مخفی	
			kJ/kg	cal/g	kJ/kg	cal/g
برف/ پانی	0	100	333	80	2256	540
تانبا	1083	2562	134	49	5060	1212
ایتھل الکوحل	-117	78	104	26	8540	200
سونا	1063	2700	144	15.3	1580	392
چاندی	962	2162	88.2	25	2330	564
سیسہ	327.5	1749	26.2	5.9	859	207

آیئے، دماغ پر زور دیں۔

1. کیا گیس کی مائع میں یا مائع کی ٹھوس میں تبدیلی کے وقت بھی حرارتِ مخفی کا تصور لاگو ہوگا؟
2. مائع کی ٹھوس میں تبدیلی کے دوران یا گیس کی مائع میں تبدیلی کے دوران حرارتِ مخفی کا کیا ہوتا ہوگا؟

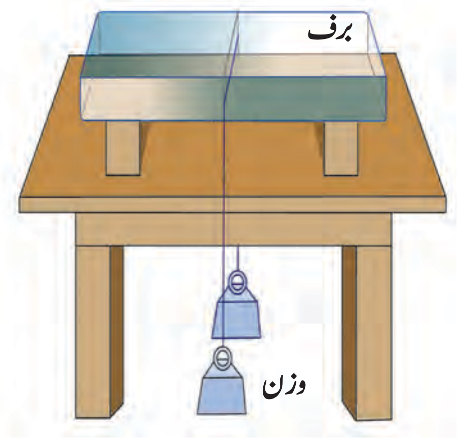
بازانجماد (Regelation)

آپ نے برف کا گولا تیار کرتے ہوئے دیکھا ہوگا۔ برف کو گھس کر اس کا برادہ کاڑی کے ایک سرے پر ہاتھ سے دبا کر گولا تیار کیا جاتا ہے۔ برف کے برادہ کا سخت گولا کس طرح بنتا ہے؟ برف کے دو ٹکڑے ایک کے اوپر ایک رکھ کر دبانے سے تھوڑی ہی دیر میں وہ ٹکڑے سختی سے ایک دوسرے کو چپک جاتے ہیں۔ یہ کس وجہ سے ہوتا ہے؟

آئیے، عمل کر کے دیکھیں۔ اشیا : برف کی ایک چھوٹی سِل ، باریک تار، دو ہم وزن باٹ۔

عمل :

1. شکل 5.3 میں دِکھائے ہوئے طریقے سے برف کی سِل اسٹینڈ پر رکھیے۔
2. ایک تار کے دونوں سروں پر دو ہم وزن باٹ باندھ کر برف کی سِل پر رکھیے۔ مشاہدہ کیجیے۔ کیا ہوتا ہے؟



5.3 : بازانجماد

تار کے دونوں سروں پر دو ہم وزن باٹ باندھ کر برف کی سِل پر رکھنے سے تار آہستہ آہستہ برف کی سِل میں گہرائی تک دھنستا چلا جاتا ہے۔ کچھ دیر بعد تار برف کے سِل سے باہر نیچے گرتا ہے۔ پھر بھی برف کے ٹکڑے نہیں ہوتے۔ دباؤ کی وجہ سے برف کا پگھلنا اور دباؤ ہٹانے پر اس کا پھر برف بننا اس عمل کو ہی **'باز انجماد'** کہتے ہیں۔ دباؤ کی وجہ سے برف کا نقطۂ انجماد صفر سے بھی کم ہوجاتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہوا کہ $0^\circ C$ پر برف پانی بن جاتا ہے اور دباؤ ہٹاتے ہی نقطۂ انجماد پھر سے $0^\circ C$ ہوجاتا ہے اور اس طرح پانی پھر سے برف بن جاتا ہے۔

آئیے، دماغ پر زور دیں۔

1. مندرجہ بالا سرگرمی میں برف کی سِل سے تار باہر آتا ہے۔ پھر بھی برف کے ٹکڑے نہیں ہوتے۔ ایسا کیوں ہوتا ہے؟
2. حرارتِ مخفی کا باز انجماد سے کیا تعلق ہے؟
3. سطحِ سمندر سے بلند مقام پر جانے پر پانی کا نقطۂ جوش کم ہوتا ہے، یہ آپ کو معلوم ہے۔ ایسی حالت میں شے کے نقطۂ پگھلاؤ میں کیا تبدیلی ہوگی؟

پانی کا خلافِ معمول رویہ (Anomalous behaviour of water)

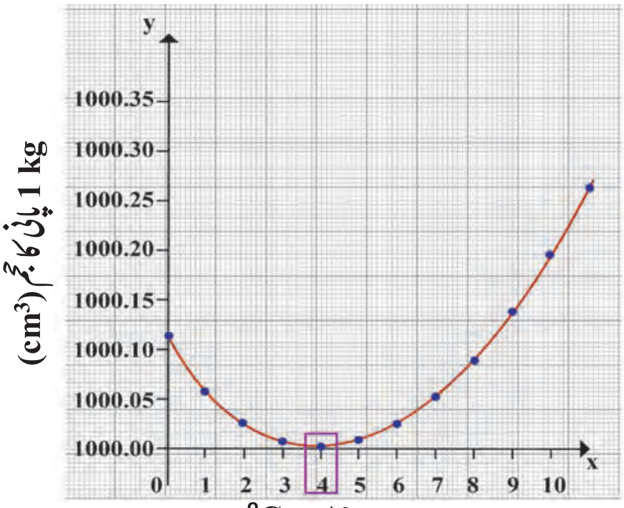
بتائیے تو بھلا! شے سرد ہے یا گرم، اس کا ہمارے جسمانی درجۂ حرارت سے کیا تعلق ہے؟

عام طور پر مائعات محدود درجۂ حرارت تک گرم کرنے پر پھیلتے ہیں اور سرد کرنے پر سکڑتے ہیں لیکن پانی کچھ مخصوص اور غیر معمولی خصوصیات رکھتا ہے۔ $0^\circ C$ درجۂ حرارت کے پانی کو گرم کرنے پر $4^\circ C$ درجۂ حرارت ہونے تک وہ پھیلنے کی بجائے سکڑتا ہے۔ $4^\circ C$ پر اس کا حجم سب سے کم ہوتا ہے اور $4^\circ C$ کے آگے درجۂ حرارت بڑھنے پر پانی کا حجم بڑھتا جاتا ہے۔ $0^\circ C$ سے $4^\circ C$ درجۂ حرارت کے درمیان پانی کے رویے کو ہی 'پانی کا خلافِ معمول رویہ' کہتے ہیں۔

$0^\circ C$ کے 1 kg کمیت کے پانی کو حرارت دینے سے درجۂ حرارت اور حجم کی پیمائش درج کر کے ترسیم بنانے پر بازو کی شکل 5.4 کے مطابق وہ منحنی ہوگی۔ اس منحنی ترسیم سے واضح ہوتا ہے کہ $0^\circ C$ سے $4^\circ C$ تک پانی کا درجۂ حرارت بڑھنے پر اس کا حجم بڑھنے کی بجائے کم ہوتا ہے۔ $4^\circ C$ پر پانی کا حجم سب سے کم ہوتا ہے یعنی $4^\circ C$ پر پانی کی کثافت سب سے زیادہ ہوتی ہے۔ (شکل 5.4 دیکھیے)

ہوپ کے آلے کی مدد سے پانی کے خلافِ معمول رویے کا مشاہدہ کرنا۔

پانی کے خلافِ معمول رویے کا مشاہدہ ہوپ کے آلے کی مدد سے کیا جا سکتا ہے۔ ہوپ کے آلے میں ایک کھڑا استوانہ نما برتن ہوتا ہے جس کے بیرونی حصے میں پیالہ نما برتن لگا ہوا ہوتا ہے۔ پیالہ نما برتن پھیلا ہوا اور نلکی کے ساتھ ہوتا ہے۔ استوانہ نما برتن میں پھیلے ہوئے برتن کے اوپر (T_1) اور نیچے (T_2) تپش پیما لگانے کی سہولت ہوتی ہے۔ کھڑے استوانہ نما برتن کو پانی سے بھرتے ہیں جبکہ پیالہ نما برتن میں برف اور نمک کا آمیزہ بھرتے ہیں۔ (دیکھیے شکل 5.5)



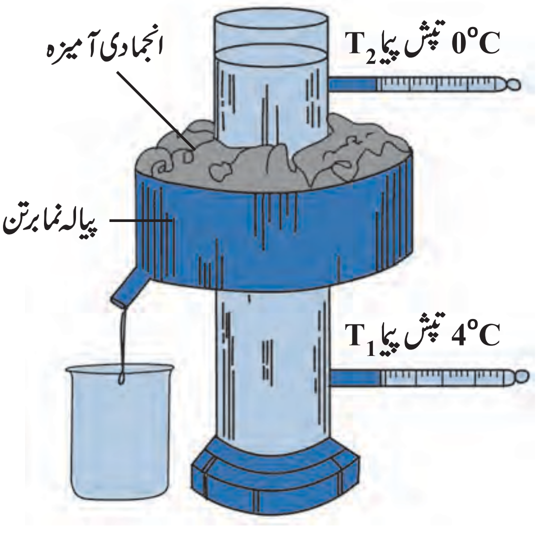
5.4 : پانی کا درجۂ حرارت اور حجم کی ترسیم

ہوپ کے آلے کی مدد سے پانی کے خلافِ معمول رویے کا مطالعہ کرتے وقت ہر 30 سیکنڈ کے بعد T_1 اور T_2 تپش پیما کے ذریعے دِکھائے گئے درجۂ حرارت کو درج کیا جاتا ہے۔

Y- محور پر درجۂ حرارت اور X- محور پر وقت لے کر ترسیم بناتے ہیں۔ شکل 5.6 کی ترسیم سے واضح ہوتا ہے کہ ابتدا میں دونوں تپش پیما یکساں درجۂ حرارت دِکھاتے ہیں۔ بعد میں برتن کی نچلی جانب کے پانی کا درجۂ حرارت (T_1) بہت تیزی سے کم ہوتا ہے جبکہ اوپری حصے کے پانی کا درجۂ حرارت (T_2) اس کے مقابلے آہستہ آہستہ کم ہوتا ہے۔

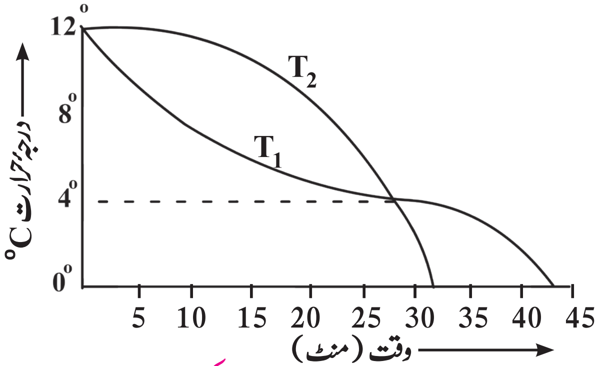
برتن کے نچلے حصے کے پانی کا درجۂ حرارت (T_1) جب 4°C پر پہنچتا ہے تو کچھ وقفے کے لیے قریب قریب مستقل رہتا ہے اور اوپری حصے کے پانی کا درجۂ حرارت (T_2) آہستہ آہستہ 4°C تک کم ہوتا ہے۔ اس وجہ سے T_1 اور T_2 ایک ہی وقت میں 4°C درجۂ حرارت دِکھاتے ہیں لیکن اس کے بعد پانی کا درجۂ حرارت تیزی سے کم ہونے سے اوپر کے تپش پیما (T_2) کا درجۂ حرارت پہلے 0°C درج ہو جاتا ہے۔ اس کے بعد نیچے کے تپش پیما T_1 کا درجۂ حرارت 0°C درج ہوگا۔ ترسیم کے دونوں منحنی جس نقطے پر قطع کرتے ہیں وہ سب سے زیادہ کثافت کو ظاہر کرتی ہے۔

ابتدا میں استوانے کے درمیانی حصے کے پانی کا درجۂ حرارت اطراف کے انجمادی آمیزے کی وجہ سے کم ہوتا ہے۔ استوانے کے درمیانی حصے کے پانی کا درجۂ حرارت کم ہو جانے سے اس کا حجم کم ہوتا ہے جس کے نتیجے میں اس کی کثافت بڑھ جاتی ہے۔ اس کے اثر سے زیادہ کثافت والا پانی نیچے جاتا ہے۔ اسی وجہ سے ابتدا میں نچلے حصے کے پانی کا درجۂ حرارت (T_1) ابتدا میں ہی تیزی سے کم ہوتا ہے۔ برتن کے نچلے حصے کا درجۂ حرارت جب 4°C ہوتا ہے تب اس پانی کی کثافت زیادہ ہوتی ہے۔ برتن کے درمیانی حصے میں پانی کا درجۂ حرارت 4°C سے کم ہوتا ہے تب وہ پھیلنے لگتا ہے اور اس کی کثافت کم ہوتی ہے اور وہ تہہ کی طرف نہ جاتے ہوئے اوپری حصے کی طرف جانے لگتا ہے۔ اس لیے اوپری حصے کے پانی کا درجۂ حرارت (T_2) تیزی سے 0°C تک کم ہوتا ہے لیکن تہہ میں موجود پانی کا درجۂ حرارت 4°C پر کچھ دیر مستقل رہتا ہے اور بعد میں وہ بھی 0°C تک کم ہو جاتا ہے۔



5.5 : ہوپ کا آلہ

5.7 : سرد ممالک میں آبی جاندار



5.6 : وقت اور درجۂ حرارت کی ترسیم

آیئے، دماغ پر زور دیں۔ **پانی کے خلافِ معمول رویے کی بنا پر ذیل کے بیانات کی وضاحت آپ کس طرح کریں گے؟**

1. سرد ممالک میں فضائی درجۂ حرارت 0°C یا اس سے کم ہونے کے باوجود وہاں کے آبی جاندار زندہ رہتے ہیں۔
2. سرد ممالک میں سرما کے دنوں میں آب رسانی کے پائپ پھوٹ جاتے ہیں اور چٹانوں میں دراڑیں پڑ جاتی ہیں۔

نقطۂ شبنم اور رطوبت (Dew point and Humidity)

زمین کی سطح کا 71% حصہ پانی سے ڈھکا ہے۔ پانی کی مسلسل تبخیر ہونے کی وجہ سے فضا میں ہمیشہ کچھ مقدار میں بھاپ موجود ہوتی ہے۔ فضا میں موجود بھاپ کی مقدار کی وجہ سے روزانہ کے موسم کو سمجھنے میں آسانی ہوتی ہے۔ پانی کی موجودگی کی وجہ سے ہوا میں پیدا ہونے والی خنکی یا نمی کو ہی ہم رطوبت کہتے ہیں۔

ایک مخصوص درجۂ حرارت پر ہوا کے دیے ہوئے حجم میں، آبی بخارات کو سمونے کی ایک حد ہوتی ہے۔ اگر یہ مقدار حد سے زیادہ ہوجائے تو یہ آبی بخارات پانی کے قطروں میں تبدیل ہوجاتے ہیں۔ جب ہوا میں آبی بخارات بہت زیادہ ہوجاتے ہیں تو یہ ہوا اس مخصوص درجۂ حرارت پر بخارات سے سیر شدہ ہوجاتی ہے۔ ہوا کو سیر شدہ ہونے کے لیے درکار آبی بخارات کی مقدار درجۂ حرارت پر منحصر ہوتی ہے۔ درجۂ حرارت کم ہونے سے ہوا کو سیر شدہ ہونے کے لیے کم بخارات درکار ہوتے ہیں۔ مثلاً 40°C والی 1 kg خشک ہوا میں زیادہ سے زیادہ 49 gm آبی بخارات سما سکتے ہیں اور تب وہ ہوا سیر شدہ ہوجائے گی۔ ایسی ہوا میں آبی بخارات کی مقدار زیادہ ہوجانے سے اس کی تکثیف ہوتی ہے لیکن خشک ہوا کا درجۂ حرارت 20°C ہو تو صرف 14.7 gm آبی بخارات سے ہی وہ ہوا سیر شدہ ہوجائے گی۔ اگر فضا میں شامل آبی بخارات ہوا کو سیر شدہ کرنے کے لیے درکار آبی بخارات کی مخصوص حد سے کم ہوں تو وہ ہوا غیر سیر شدہ کہلاتی ہے۔

ایک مخصوص درجۂ حرارت کی غیر سیر شدہ ہوا لے کر اس کا درجۂ حرارت کم کرتے رہیں تو جس درجۂ حرارت پر ہوا (بھاپ) آبی بخارات سے سیر شدہ ہوتی ہے اس درجۂ حرارت کو نقطۂ شبنم کہتے ہیں۔

ہوا میں آبی بخارات کی مقدار کو مطلق رطوبت (Absolute humidity) میں ناپتے ہیں۔ اکائی حجم والی ہوا میں موجود بھاپ کی کمیت کو مطلق رطوبت کہتے ہیں۔ عام طور پر مطلق رطوبت کو kg/m^3 میں ناپتے ہیں۔

ہوا خشک ہے یا مرطوب اس کا اندازہ صرف ہوا میں موجود بھاپ کی مقدار پر منحصر نہیں ہوتا بلکہ اس بات پر بھی ہوتا ہے کہ ہوا میں موجود آبی بخارات کی مقدار ہوا کو سیر شدہ کرنے کی حد کے کس قدر قریب ہے یعنی وہ ہوا کے درجۂ حرارت پر ہی منحصر ہوتا ہے۔ مرطوبیت کی پیائش اضافی رطوبت سے کی جاتی ہے۔ ہوا کے مخصوص حجم اور درجۂ حرارت پر اُس میں موجود بخارات کی کمیت اور ہوا کو سیر شدہ کرنے کے لیے درکار بخارات کی کمیت کی نسبت کو 'اضافی رطوبت' (Relative humidity) کہتے ہیں۔

$$\text{فی صدی اضافی رطوبت} = \frac{\text{مخصوص حجم میں موجود بھاپ کی کمیت}}{\text{مخصوص حجم کی ہوا کو سیر شدہ کرنے کے لیے درکار بھاپ کی کمیت}} \times 100$$

نقطۂ شبنم کے درجۂ حرارت پر اضافی رطوبت 100% ہوتی ہے۔ اگر ہوا میں اضافی رطوبت 60% سے زیادہ ہو تو ہوا مرطوب محسوس ہوتی ہے۔ اگر اضافی رطوبت 60% سے کم ہو تو ہوا خشک محسوس ہوتی ہے۔

سرما کے دنوں میں آپ نے دیکھا ہوگا کہ جب اونچائی پر سے ہوائی جہاز صاف آسمان سے گزرتا ہے تو جہاز کے پیچھے ایک سفید پٹہ (trail) تیار ہوتا ہے۔ ہوائی جہاز اُڑتے وقت انجن سے نکلنے والی بھاپ کی تکثیف (Condensation) ہوکر بادل تیار ہوتے ہیں۔ اگر اطراف کی فضا میں ہوا کی اضافی رطوبت زیادہ ہو تو بہت ہی لمبا پٹا دِکھائی دیتا ہے اور اسے غائب ہونے کے لیے زیادہ وقت لگتا ہے۔ اگر اضافی رطوبت کم ہو تو کبھی چھوٹا سفید پٹا بنتا ہے اور کبھی نہیں بھی بنتا ہے۔

آئیے، عمل کرکے دیکھیں۔

1. فریج سے پانی کی ٹھنڈی بوتل نکال کر ٹیبل پر رکھیے اور تھوڑی دیر بعد بوتل کی بیرونی سطح کا مشاہدہ کیجیے۔
2. سرما کے دنوں میں علی الصبح گھاس/ درخت کے پتوں کا مشاہدہ کیجیے۔ گاڑی کے شیشے کا مشاہدہ کیجیے۔

ٹھنڈے پانی کی بوتل فریج سے نکال کر ٹیبل پر رکھنے سے بوتل کی بیرونی سطح پر پانی کے قطرے دِکھائی دیتے ہیں۔ اسی طرح علی الصبح گھاس/ درخت کے پتوں یا گاڑی کے شیشے کا مشاہدہ کرنے پر پتوں اور گاڑی کے شیشوں پر پانی کے قطرے دِکھائی دیتے ہیں۔ مندرجہ بالا دونوں مشاہدوں میں ہمیں ہوا میں آبی بخارات کی موجودگی کا احساس ہوتا ہے۔

جب ہوا بہت سرد ہو تب درجۂ حرارت کم ہونے سے ہوا بخارات سے سیر شدہ ہو جاتی ہے اس لیے زائد بخارات کے چھوٹے چھوٹے قطرے بنتے ہیں۔ ہوا میں موجود بخارات کے تناسب پر نقطۂ شبنم کے درجۂ حرارت کا انحصار ہوتا ہے۔

حرارت کی اکائی (Unit of heat)

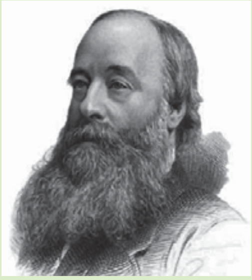
SI نظام میں حرارت کی پیمائش جول (J) اکائی میں اور CGS نظام میں کیلوری (cal) اکائی میں کی جاتی ہے۔

ایک کلوگرام پانی کا درجۂ حرارت 14.5°C سے 15.5°C تک 1°C بڑھانے کے لیے درکار حرارت کی مقدار کو ایک کلو کیلوری حرارت کہتے ہیں جبکہ ایک گرام پانی کا درجۂ حرارت 14.5°C سے 15.5°C تک بڑھانے کے لیے درکار حرارت کی مقدار کو ایک کیلوری حرارت کہتے ہیں۔ زیادہ مقدار میں حرارت کی پیمائش کرنے کے لیے اکائی (kcal) کلو کیلوری استعمال کرتے۔ (ایک کلو کیلوری = 10^3 کیلوری)

اسے ہمیشہ ذہن میں رکھیں۔

ایک کلوگرام پانی کا درجۂ حرارت 14.5°C سے 15.5°C تک کی بجائے دوسرے مختلف حدود کے درجۂ حرارت میں حرارت دینے پر 1°C درجۂ حرارت بڑھانے کے لیے دی جانے والی حرارت 1 کلو کیلوری سے تھوڑی مختلف ہوتی ہے۔ اس لیے حرارت کی اکائی طے کرتے وقت ہم 14.5°C سے 15.5°C یہی مخصوص درجۂ حرارت کی حد طے کرتے ہیں۔ حرارت کی پیمائش جول اکائی میں بھی کی جاتی ہے۔ کیلوری اور جول کے درمیان تعلق کو اس ضابطے سے دِکھا سکتے ہیں۔ (ایک کیلوری = 4.18 جول)

سائنس دانوں کا تعارف

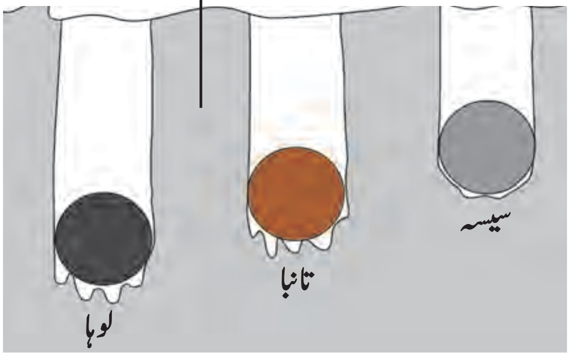


جیمس پریسکاٹ جول (1818-1889) نے دنیا کو سب سے پہلے اس بات سے متعارف کروایا کہ اشیا کے باریک باریک ذرّات کی توانائی بالحرکت حرارت کی شکل میں خارج ہوتی ہے۔ اسی طرح مختلف قسم کی توانائی ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل ہوتی ہے۔ توانائی کی حرارت میں تبدیلی سے ہی آگے چل کر تھرموڈائنامکس سائنس (حرحرکیات) کی اِس شاخ کا پہلا اُصول حاصل ہوا ہے۔ حرارت کی پیمائش کے لیے اکائی جول (J) انہی کے نام سے موسوم ہے۔

حرارتِ خصوصی کی استعداد (Specific heat capacity)

آ یئے، عمل کرکے دیکھیں۔

اشیا : موم کی موٹی تہہ کی ٹرے (کشتی)، لوہا، تانبا اور سیسے کے یکساں کمیت کے ٹھوس کرے، برنر یا اسپرٹ لیمپ، بڑا بیکر (منقارہ)



5.8 : دھاتوں کی حرارتِ خصوصی کی استعداد

عمل :

1. لوہا، تانبا اور سیسے کے یکساں کمیت والے ٹھوس کرے لیجیے۔ (شکل 5.8)
2. کچھ دیر تینوں کرے اُبلتے ہوئے پانی میں رکھیے۔
3. ان کو ایک ساتھ اُبلتے پانی سے باہر نکالیے اور ساتھ ہی موم کی موٹی تہہ پر رکھیے۔ تینوں کروں کا درجۂ حرارت اُبلتے پانی کے درجۂ حرارت کے برابر یعنی 100°C ہوگا۔
4. ہر کرہ موم میں کتنی گہرائی تک گیا؟ اس کا اندراج کیجیے۔

جو کرہ زیادہ حرارت جذب کرتا ہے وہ موم کو بھی زیادہ حرارت دے گا جس کی وجہ سے موم زیادہ مقدار میں پگھلتا ہے اور وہ کرہ موم میں زیادہ گہرائی تک دھنستا ہے۔ اوپر کے عمل میں لوہے کا کرہ زیادہ دھنستا ہے۔ سیسے کا کرہ موم میں سب سے کم دھنستا ہے۔ تانبے کا کرہ دونوں کے درمیانی حد تک موم میں دھنسا ہوا نظر آتا ہے۔ اس کا مطلب یہ ہے کہ اُبلتے پانی میں تینوں کروں کو ایک ساتھ یکساں مقدار میں حرارت پہنچائی گئی لیکن ان کی جذب کرنے کی صلاحیت الگ الگ ہے۔ یعنی حرارت جذب کرنے کی خاصیت ہر کرے کی الگ ہے۔ اس خاصیت کو حرارتِ خصوصی کی استعداد (Specific heat capacity) کہتے ہیں۔ **اکائی کمیت کی شے کا درجۂ حرارت 1°C سے بڑھانے کے لیے درکار حرارت ہی اس شے کی حرارتِ خصوصی کی استعداد ہے۔**

حرارتِ خصوصی کی استعداد کو حرف 'c' سے ظاہر کرتے ہیں۔ SI نظام میں حرارتِ خصوصی کی استعداد کی اکائی J/Kg°C ہے جبکہ CGS نظام میں اس کی اکائی cal/g°C ہے۔

نمبر شمار	اشیا	حرارتِ خصوصی کی استعداد (cal/g°C)	نمبر شمار	اشیا	حرارتِ خصوصی کی استعداد (cal/g°C)
.1	پانی	1.0	.5	لوہا	0.110
.2	پیرافین	0.54	.6	تانبا	0.095
.3	مٹی کا تیل	0.52	.7	چاندی	0.056
.4	ایلومینیم	0.215	.8	پارہ	0.033

5.9 : کچھ اشیا کی حرارتِ خصوصی کی استعداد

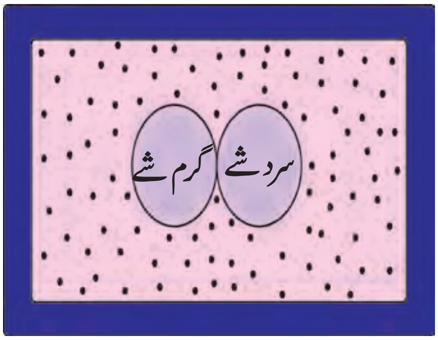
شے کی حرارتِ خصوصی کی استعداد 'c' اور اس کی کمیت 'm' ہو اور شے کا درجۂ حرارت ΔT°C بڑھائی جائے تو شے کی جذب کردہ حرارت دیے گئے ضابطے سے ظاہر کرتے ہیں۔

شے کی جذب کردہ حرارت $= m \times c \times \Delta T$ ... یہاں ΔT درجۂ حرارت میں اضافہ ہے۔

اسی طرح شے کی حرارتِ خصوصی کی استعداد 'c'، شے کی کمیت 'm' ہو اور شے کا درجۂ حرارت ΔT°C سے کم کیا گیا تو شے کی خارج کردہ حرارت ذیل کے ضابطے سے معلوم کر سکتے ہیں۔

شے کی خارج کردہ حرارت $= m \times c \times \Delta T$ ... یہاں ΔT درجۂ حرارت میں کمی ہے۔

حرارت کا تبادلہ:



شکل 5.10: مانعِ حرارت بکس

گرم اور سرد اشیا میں حرارت کی منتقلی سے گرم شے کا درجۂ حرارت کم ہوتا ہے اور سرد شے کے درجۂ حرارت میں اضافہ ہوتا ہے۔ جب تک دونوں اشیا کا درجۂ حرارت مساوی نہیں ہوجاتا تب تک منتقلی جاری رہتی ہے۔ اس عمل میں گرم شے حرارت خارج کرتی ہے اور سرد شے حرارت جذب کرتی ہے۔ دونوں اشیا توانائی کا یہ تبادلہ کرسکتی ہیں۔ یہ کیفیت اس وقت تک جاری رہتی ہے جب تک دونوں اشیا یکساں نظام (سسٹم) میں ہوں۔ سسٹم الگ کرنے پر یعنی مانعِ حرارت بکس میں دونوں اشیا رکھنے پر باہری حرارت اندر جاسکے گی نہ اندرونی حرارت باہر آسکے گی۔ اس حالت میں ہمیں ذیل کا کلیہ حاصل ہوتا ہے۔ (شکل 5.10 دیکھیے)

گرم شے سے خارج کردہ حرارت = سرد شے کی جذب کردہ حرارت۔ اس کلیے کو مبدلِ حرارت کا کلیہ کہتے ہیں۔

حرارتِ خصوصی کی استعداد کی پیائش (آمیزش کا طریقہ) اور کیلوری میٹر

حرارتِ خصوصی کی استعداد کی پیائش آمیزش کے طریقے سے کرسکتے ہیں۔ اس کے لیے کیلوری میٹر کا استعمال کیا جاتا ہے۔ کیلوری میٹر کے متعلق آپ نے پچھلی جماعتوں میں پڑھا ہے۔ ٹھوس شے کو حرارت دے کر کیلوری میٹر کے پانی میں ڈالنے سے حرارت پانی اور کیلوری میٹر میں منتقل ہونا شروع ہوتی ہے۔ ٹھوس شے، پانی اور کیلوری میٹر کا درجۂ حرارت یکساں ہونے تک یہ عمل جاری رہتا ہے۔ اس لیے،

کیلوری میٹر کے پانی کی جذب کردہ حرارت + کیلوری میٹر کی جذب کردہ حرارت = گرم ٹھوس کی خارج کردہ حرارت (Q)

درجۂ حرارت میں کمی × ٹھوس کی حرارتِ خصوصی کی استعداد × ٹھوس کی کمیت = (Q) ٹھوس کی خارج کردہ حرارت

درجۂ حرارت میں اضافہ × پانی کی حرارتِ خصوصی کی استعداد × پانی کی کمیت = (Q_1) پانی کی جذب کردہ حرارت

درجۂ حرارت میں اضافہ × کیلوری میٹر کی حرارتِ خصوصی کی استعداد × کیلوری میٹر کی کمیت = (Q_2) کیلوری میٹر کی جذب کردہ حرارت

$Q = Q_2 + Q_1$ اِس ضابطے کی مدد سے شے کی حرارتِ خصوصی کی استعداد معلوم کرسکتے ہیں۔

اطلاعاتی مواصلاتی ٹکنالوجی سے تعلق: اطلاعاتی مواصلاتی ٹکنالوجی کی مدد سے مختلف تصورات کی وضاحت کے لیے ویڈیو، خاکے، آڈیو (آواز کے ذریعے)، ترسیم ان سب کا استعمال کرکے پریزنٹیشن (پیشکش) تیار کرکے جماعت میں دِکھا سکتے ہیں۔

حل کردہ مثالیں

مثال 1: 5 کلوگرام کمیت کے پانی کے درجۂ حرارت کو $20^\circ C$ سے $100^\circ C$ تک بڑھانے کے لیے کتنی حرارت درکار ہوگی؟

دی ہوئی معلومات:

$m = 5\ kg$; $c = 1\ kcal/kg^\circ C$

درجۂ حرارت میں فرق $= \triangle T = 100 - 20 = 80^\circ C$

درکار حرارت = کمیت × حرارتِ خصوصی کی استعداد × درجۂ حرارت میں فرق

$= m \times c \times \triangle T$

$= 5 \times 1 \times 80$

$= 400\ kcal$

درجۂ حرارت بڑھانے کے لیے درکار حرارت = 400 kcal

مثال 2 : 100 گرام تانبے کے کرے کو $100^\circ C$ تک گرم کر کے 195 گرام کمیت اور $20^\circ C$ کے کیلوری میٹر کے پانی میں ڈالا گیا۔ کیلوری میٹر کی کمیت 50 گرام ہو تو آمیزے کا زیادہ سے زیادہ درجۂ حرارت کتنا ہوگا؟ (تانبے کی حرارتِ خصوصی کی استعداد = $0.1\ cal/g^\circ C$)

دی ہوئی معلومات : فرض کیجیے آمیزے کا زیادہ سے زیادہ درجۂ حرارت $T^\circ C$ ہے۔

تانبے کے کرے کی خارج کردہ حرارت (Q) = کرہ کی کمیت × کرہ کی حرارتِ خصوصی کی استعداد × درجۂ حرارت میں کمی

$= 100 \times 0.1 \times (100 - T)$

پانی کی جذب کردہ حرارت (Q_1) = پانی کی کمیت × پانی کی حرارتِ خصوصی کی استعداد × درجۂ حرارت میں اضافہ

$= 195 \times 1 \times (T - 20)$

کیلوری میٹر کی جذب کردہ حرارت (Q_2) = کیلوری میٹر کی کمیت × کیلوری میٹر کی حرارتِ خصوصی کی استعداد × درجۂ حرارت میں اضافہ

$= 50 \times 0.1 \times (T - 20)$

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$100 \times 0.1 \times (100 - T) = 195 \times 1 \times (T - 20) + 50 \times 0.1 \times (T - 20)$$

$$10\,(100 - T) = 195\,(T - 20) + 5\,(T - 20)$$

$$1000 - 10\,T = 200\,(T - 20)$$

$$210\,T = 5000$$

$$T = 23.80^\circ C$$

آمیزے کا درجۂ حرارت $23.80^\circ C$ ہوگا۔

مثال 3 : $0^\circ C$ درجۂ حرارت کی برف کی سِل پر $97^\circ C$ درجۂ حرارت والی 80 گرام پانی کی بھاپ کو گزارا گیا تب $0^\circ C$ درجۂ حرارت کا کتنا برف پگھلے گا؟ بھاپ کی پانی میں تبدیلی ہوتے وقت کتنی حرارت برف کو دی جائے گی؟

برف کے پگھلنے کی حرارتِ مخفی = L_{melt} = $80\ cal/g$

بھاپ کی حرارتِ مخفی = L_{vap} = $540\ cal/g$

دی ہوئی معلومات :

بھاپ کا درجۂ حرارت = $97^\circ C$

بھاپ کی کمیت = $m_{vap.} = 80\ g$

برف کا درجۂ حرارت = $T_{ice} = 0^\circ C$

$97^\circ C$ درجۂ حرارت کی بھاپ $97^\circ C$ درجۂ حرارت کے پانی میں تبدیل ہوتے وقت خارج ہونے والی حرارت

$= m_{vap} \times L_{vap}$

$= 80 \times 540$ .... (1)

$97^\circ C$ درجۂ حرارت کے پانی کا درجۂ حرارت $0^\circ C$ پر تبدیل ہوتے وقت خارج ہونے والی حرارت

$= m_{vap} \times \Delta T \times c$

$= 80 \times (97 - 0) \times 1$ .... (2)

مساوات (1) اور (2) سے ....

برف کو حاصل شدہ حرارت $= (80 \times 540) + (80 \times (97 - 0) \times 1)$

$= 80\,(540 + 97)$

$= 80 \times 637 = 50960\ cal.$

m_{ice} کمیت کے برف پر حرارت سے 0°C درجۂ حرارت کے پانی میں تبدیل ہونے پر

بھاپ کی خارج کردہ حرارت = برف کو حاصل شدہ حرارت

$$m_{ice} \times 80 = 80 \times 637$$

$$m_{ice} = 637 \text{ g.}$$

0°C درجۂ حرارت کا 637 گرام برف پگھلے گا اور بھاپ کی پانی میں تبدیلی کے وقت 50960 cal حرارت برف کو دی جائے گی۔

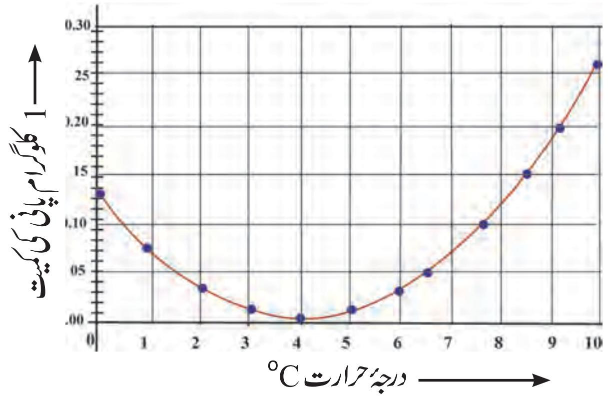
کتاب میری دوست : مزید معلومات کے لیے پڑھیے :

1. A Textbook of heat - J.B. Rajam
2. Heat - V.N. Kelkar
3. A Treatise on Heat - Saha and Srivastava

مشق

1. ذیل کی خالی جگہوں میں مناسب الفاظ لکھ کر مکمل جملے دوبارہ لکھیے۔
   (الف) ہوا میں موجود آبی بخارات کی مقدار کو .... میں ناپتے ہیں۔
   (ب) یکساں کمیت والی دو مختلف اشیا کو یکساں حرارت دی جائے تو ان کا بڑھنے والا درجۂ حرارت ان کی .... خاصیت کی بنا پر یکساں نہیں ہوتا۔
   (ج) اشیا کا مائع سے ٹھوس میں تبدیل ہوتے وقت اشیا کی حرارتِ مخفی .... ہوتی ہے۔

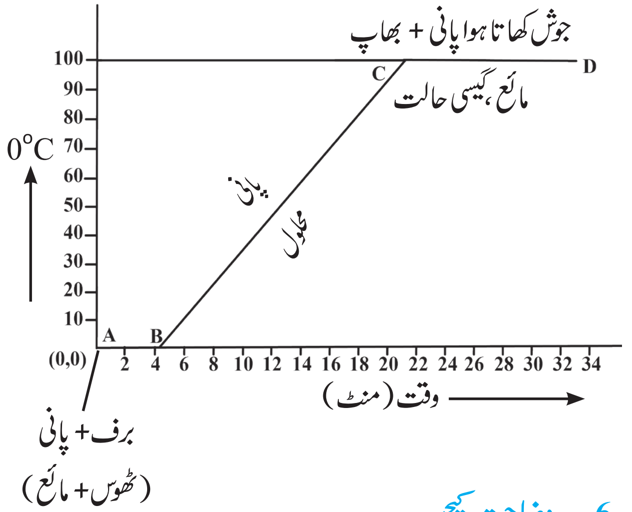
2. ذیل کی ترسیم کا مشاہدہ کیجیے۔ پانی کے درجۂ حرارت کو 0°C سے بڑھانے پر اس کے حجم میں ہونے والی تبدیلی کو ذہن میں رکھ کر پانی اور دیگر اشیا کے عمل میں کیا فرق ہے، واضح کیجیے۔ پانی کے اس رویے کو کیا کہتے ہیں؟



3. حرارتِ خصوصی کی استعداد سے کیا مراد ہے؟ ہر ایک شے کی حرارتِ خصوصی کی استعداد الگ الگ ہوتی ہے، اسے تجربے کی مدد سے کس طرح ثابت کریں گے؟

4. مخصوص حرارت کی اکائی طے کرتے وقت درجۂ حرارت کے لیے کون سے حدود طے کرتے ہیں؟ کیوں؟

5. ذیل کی درجۂ حرارت - وقت کی ترسیم کی وضاحت کیجیے۔



6. وضاحت کیجیے۔
   (الف) سرد علاقوں میں آبی نباتات اور آبی حیوانات کو زندہ رکھنے میں پانی کے خلافِ معمول رویے کے کردار کی وضاحت کیجیے۔
   (ب) کولڈ ڈرنک کی بوتل فریج سے نکال کر رکھنے پر بوتل کی بیرونی سطح پر پانی کے قطرے دِکھائی دیتے ہیں۔ نقطۂ شبنم کی مدد سے اس کی وضاحت کیجیے۔
   (ج) ''پانی کے خلافِ معمول رویے کی بنا پر چٹانیں ٹوٹ پھوٹ جاتی ہیں۔'' اس جملے کی وضاحت کیجیے۔

.7 ذیل کے سوالوں کے جواب لکھیے۔

(الف) حرارتِ مخفی سے کیا مراد ہے؟ شے کی حرارتِ مخفی شے سے باہر نکلنے پر شے کی حالت کس طرح تبدیل ہوتی ہے؟

(ب) شے کی حرارتِ خصوصی کی استعداد ناپنے کے لیے کون سا کلیہ استعمال کیا جاتا ہے؟

(ج) اشیا کی حالت کی تبدیلی کے دوران حرارتِ مخفی کے کردار کی وضاحت کیجیے۔

(د) ہوا مرطوب ہے یا خشک ہے، کس بنا پر طے کریں گے؟

.8 ذیل کا اقتباس پڑھیے اور پوچھے ہوئے سوالوں کے جواب لکھیے۔

گرم اور سرد اشیا کے درمیان حرارت کے تبادلے کے دوران سرد شے کا درجۂ حرارت بڑھتا جاتا ہے اور گرم شے کا درجۂ حرارت کم ہوتا جاتا ہے۔ یہ عمل تب تک جاری رہتا ہے جب تک کہ دونوں اشیا کا درجۂ حرارت یکساں نہ ہوجائے۔ اس عمل میں گرم شے حرارت خارج کرتی ہے اور سرد شے حرارت جذب کرتی ہے لیکن یہ عمل اسی وقت ہوسکتا ہے جب دونوں اشیا ایک ہی نظام (System) میں ہوں یعنی اکٹھا ہوں۔ اگر ان کو علیحدہ کردیا جائے تو نہ تو حرارت جذب ہوگی نہ خارج۔ اس حالت میں ہمیں ذیل کا اُصول حاصل ہوتا ہے۔

سرد شے کی جذب کردہ حرارت = گرم شے کی خارج کردہ حرارت

اسے حرارت کی تبدیلی کا قانون کہتے ہیں۔

(الف) حرارت کی منتقلی کہاں سے کہاں ہوتی ہے؟

(ب) ایسی حالت میں حرارت کا کون سا اُصول یا کلیہ آپ کے ذہن میں آتا ہے؟

(ج) یہ اُصول مختصراً کیسے بیان کیا جاسکتا ہے؟

(د) اس اُصول کا استعمال شے کی کون سی خصوصیت کی پیائش کے لیے کیا جاتا ہے؟

.9 مثالیں حل کیجیے۔

(الف) 1 گرام کمیت کی دو اشیا 'الف' اور 'ب' کو یکساں حرارت دینے پر الف کا درجۂ حرارت 3°C سے اور ب کا درجۂ حرارت 5°C سے بڑھنے پر 'الف' اور 'ب' میں سے کس کی حرارتِ خصوصی کی استعداد زیادہ ہے؟ اور کتنے گنا؟

جواب: الف، $\frac{5}{3}$

(ب) برف کے کارخانے میں پانی کی تپش کم کرکے برف بنانے کے لیے مائع امونیا کا استعمال ہوتا ہے۔ اگر 20°C درجۂ حرارت کا پانی 0°C درجۂ حرارت کے 2 kg برف میں تبدیل کرنا ہوتو کتنے گرام امونیا کی بھاپ کا استعمال کرنا ہوگا؟

(مائع امونیا کی بھاپ کی حرارتِ مخفی = 341 cal/g)

جواب: 586.4 g

(ج) حرارت کے ایک غیر موصل برتن میں 150 g کمیت کا 0°C درجۂ حرارت کا برف رکھا ہے۔ 100°C درجۂ حرارت کی کتنے گرام پانی کی بھاپ ملائیں گے کہ 50°C درجۂ حرارت کا پانی تیار ہو؟

(برف کے پگھلنے کی حرارتِ مخفی = 80 cal/g، پانی کے بھاپ کی حرارتِ مخفی = 540 cal/g، پانی کی حرارتِ خصوصی کی استعداد = 1 cal/g°C)

جواب: 33 گرام

(د) ایک کیلوری میٹر کی کمیت 100 g ہو اور حرارتِ خصوصی کی استعداد 0.1 kcal/kg°C ہے۔ اس میں 250 g کمیت کا و 0.4 kcal/kg°C حرارتِ خصوصی کی استعداد کا، اور 30°C درجۂ حرارت کا مائع ہے۔ اس میں اگر 10 g کمیت اور 0°C درجۂ حرارت کا برف کا ٹکڑا ڈالیں تو آمیزے کا درجۂ حرارت کتنا ہوگا؟

جواب: 20.8°C

سرگرمی :

اساتذہ کی مدد سے گروپ میں ہوپ کے آلے کا عملاً تجربہ کرکے اس پر سے تجرباتی معلومات لے کر نتیجے پر غور و خوص کیجیے۔

◈ ◈ ◈

IF9KX2