باب 7

مادے کی حرارتی خصوصیات
(Thermal Properties of Matter)

طلبہ کے حاصلاتِ تعلّم

اس باب کو پڑھنے کے بعد طلبہ اس قابل ہو جائیں گے کہ وہ:

- معیاری طور پر ٹھوس، مائع اور گیسوں کی ذراتی ساخت کی وضاحت کریں،
[ان کی خصوصیات کو ذرات کے درمیان فورسز اور فاصلے اور ذرات (ایٹم، مالیکیول، آئن اور الیکٹرونز) کی حرکت کے تعلق سے بیان کرتے ہوئے]۔
- مادے کی چوتھی حالت کے طور پر پلازما کی وضاحت کریں [جس میں مادے کا ایک اہم حصہ آئینز یا الیکٹرونز پر مشتمل ہوتا ہے، مثلاً ستاروں، نیون کی روشنی اور بجلی کی چمکنے والے دھاروں میں]۔
- ذرات کی موشن اور ٹمپریچر کے درمیان تعلق کی وضاحت کریں [اس تصور سمیت کہ ایک کم سے کم ممکنہ ٹمپریچر (تقریباً 273°C-) ہوتا ہے، جسے مطلق صفر کہا جاتا ہے، جہاں ذرات کی کائی نیٹک انرجی کم سے کم ہوتی ہے۔
- بیان کریں کہ کسی چیز کا ٹمپریچر بڑھنے سے اس کی انٹرنل انرجی میں اضافہ ہوتا ہے۔
- مثالوں کے ساتھ وضاحت کریں کہ ٹمپریچر میں تبدیلی کے ساتھ متغیر جسمانی خصوصیت کو ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے کیسے استعمال کیا جاسکتا ہے۔
- تھرمامیٹرز کی کیلیبریشن (Calibration) میں مقررہ نکات کی ضرورت کی وضاحت کریں [برف کے نقطے اور بھاپ کے نقطے کا کیا مطلب ہے، اس میں شامل کریں]۔
- تھرمامیٹرز کی حساسیت، رینج اور خطی پن (Linearity) کی وضاحت کریں۔
- شیشے میں مائع قسم اور تھرموکپل تھرمامیٹرز کی ساخت اور افعال میں فرق کر سکیں۔
- بحث کریں کہ شیشے میں مائع قسم کے تھرمامیٹر کی ساخت، اس کی حساسیت، رینج اور خطی پن پر کیسے اثر انداز ہوتی ہے۔

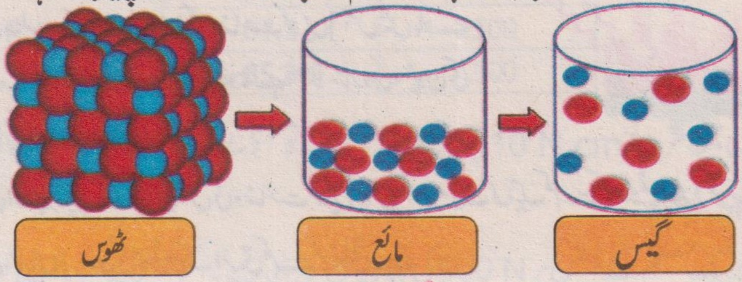
اس دُنیا میں حرارت اور حرارتی انرجی ہمیشہ سے انسانوں، جانوروں اور پودوں کی ضرورت رہی ہے۔ حرارت کے بغیر ان کی بقاء ناممکن ہوتی۔ شروع میں روشنی اور حرارت کا ذریعہ صرف سورج تھا۔ آگ کی دریافت کے ساتھ ہی ایک نیا دور شروع ہو گیا۔ آگ سے پیدا ہونے والی حرارت کے استعمال دن بدن بڑھتے چلے گئے جس سے بنی نوع انسان کے آرام اور سہولتوں میں بے حد اضافہ ہوا۔ ابتدا میں اشیا کو چھو کر ان کے گرم یا ٹھنڈا ہونے کا اندازہ لگایا جاتا تھا لیکن یہ کسی شے کے گرم ہونے کی شدت کو جانچنے کا کوئی اچھا معیار نہیں تھا۔ اس لیے انسان نے اس کو پیمائش کرنے کے لیے مختلف طریقے اختیار کیے۔ پیمائش کے معیاری (Standard) آلات کی ایجاد کے بعد ٹمپریچر کو بھی ماس، لمبائی اور وقت کی طرح بنیادی طبیعی مقداروں کی فہرست میں شامل کر لیا گیا۔

یہ باب مادے کے پارٹیکلز کی کائی نیٹک تھیوری کے تعارف سے شروع ہوتا ہے، چونکہ ٹمپریچر اور حرارت یا انٹرنل انرجی (Internal Energy) کا تعلق مادے کے اندر پارٹیکلز کی حرکت سے ہے۔

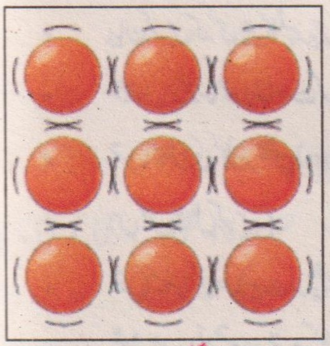
7.1 مادے کی مالیکیولر کائی نیٹک تھیوری (Kinetic Particle Theory of Matter)

اس تھیوری کے مطابق مادہ بہت چھوٹے چھوٹے پارٹیکلز سے مل کر بنا ہے جن کو مالیکیولر کہتے ہیں جو ہمیشہ حرکت میں رہتے ہیں۔ ان کی حرکت ارتعاشی، گردشی اور انتقالی ہوسکتی ہے۔ مالیکیولز کے درمیان آپس میں کشش کی فورس ہوتی ہے جو انٹر مالیکیولر (Intermolecular) فورس کہلاتی ہے۔ یہ فورس، مالیکیولز کے درمیان فاصلے پر منحصر ہوتی ہے۔ ان کے درمیان فاصلہ بڑھنے پر یہ فورس کم ہوتی جاتی ہے۔

مالیکیولز میں حرکت کی وجہ سے کائی نیٹک انرجی ہوتی ہے اور کشش کی فورس کی وجہ سے پوٹینشل انرجی ہوتی ہے۔ جب کسی مادے کو گرم کیا جاتا ہے تو اس کا ٹمپریچر بڑھتا ہے اور اس کے مالیکیولز کی حرکت تیز ہوجاتی ہے جس سے مالیکیولز کی کائی نیٹک انرجی بڑھ جاتی ہے۔ لٰہذا مادے کا ٹمپریچر مالیکیولز کی اوسط کائی نیٹک انرجی پر منحصر ہے۔ مادہ عام طور پر تین حالتوں میں پایا جاتا ہے، ٹھوس، مائع اور گیس، جیسا کہ شکل (7.1) میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 7.1



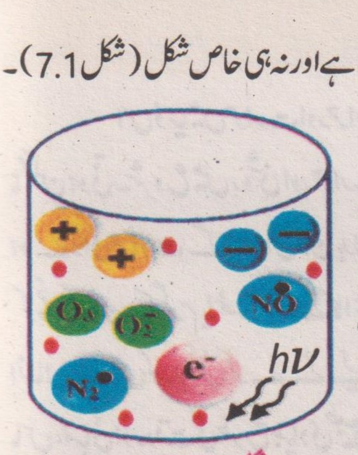
شکل 7.2

ٹھوس، مائع اور گیس اشیا کی زیادہ تر خصوصیات مادے کی مالیکیولر تھیوری کی بنیاد پر بیان کی جاسکتی ہے۔ ٹھوس ہونے کی صورت میں انٹر مالیکیولر فورسز اتنی طاقتور ہوتی ہیں کہ وہ مالیکیولز کو جوڑ کر رکھتی ہیں۔ لٰہذا وہ اپنی اپنی جگہوں پر مستقل جکڑے رہتے ہوئے ارتعاشی حرکت جاری رکھتے ہیں (شکل 7.2)۔

مائعات کی صورت میں انٹر مالیکیولر فورس اتنی کمزور ہوتی ہے کہ یہ مالیکیولز کو مستقل جگہوں پر جکڑے نہیں رکھ سکتی اور مالیکیولز ایک دوسرے کے پاس سے گزرتے ہوئے بے ترتیب سمتوں میں حرکت کرسکتے ہیں۔ اس لیے کوئی بھی مائع ایک خاص والیوم تو رکھتی ہے لیکن کوئی خاص شکل نہیں رکھتی۔ مالیکیولز کے بہاؤ کی وجہ سے وہ وہی شکل اختیار کرلیتی ہے جس شکل کے برتن میں وہ پڑی ہوتی ہیں۔

گیس کے مالیکیولز نسبتاً ایک دوسرے سے دُور ہوتے ہیں لٰہذا یہ نہ تو کوئی خاص والیوم رکھتی ہے اور نہ ہی خاص شکل (شکل 7.1)۔

پلازما (Plasma)



شکل 7.3(a) پلازما

پلازما ایک گیس ہے جس میں زیادہ تر ایٹمز آئنز (Ions) کی شکل میں ہوتے ہیں یعنی وہ مثبت آئنز اور الیکٹرونز پر مشتمل ہوتے ہیں (شکل 7.3-a)۔ وہ گیس کے اندر آزادانہ حرکت کررہے ہوتے ہیں۔ ان مثبت آئنز اور مالیکیولز کی موجودگی میں پلازما مادے کی ایک کنڈکٹنگ (Conducting) حالت میں ہوتا ہے۔ اس میں سے الیکٹرک کرنٹ گزر سکتی ہے۔ چونکہ پلازما کی حالت میں گیس ایسی خصوصیت رکھتی ہے جو عام گیس کے مقابلے میں بالکل مختلف ہوتی ہیں، اس لیے پلازما کو مادے کی چوتھی حالت سمجھا جاتا ہے۔

سورج اور زیادہ تر دیگر ستارے پلازما کی حالت میں ہیں۔ پلازما ٹی۔ وی اور گیس ڈسچارج ٹیوب (شکل 7.3-b) میں سے جب کرنٹ گزر رہی ہوتی ہے تو اس میں بھی پلازما پایا جاتا ہے۔ جب آسمانی بجلی (Lightning) پیدا ہوتی ہے تو اس کے بھی ابتدائی مرحلے میں پلازما کی حالت تشکیل پاتی ہے۔ آسمانی بجلی کے اس مرحلے کو بجلی کی جھالریں (Lightning Streamers) کہا جاتا ہے۔ یہ ایک قسم کے کنڈکٹنگ راستے ہیں جو ہوا کے مالیکیولز کے آئنز میں تبدیل ہونے کی وجہ سے پیدا ہوتے ہیں۔

شکل 7.3(b) گیس ڈسچارج ٹیوب

7.2 ٹمپریچر اور حرارت (Temperature and Heat)

برف کے ٹکڑے

نیم گرم پانی

شکل 7.4

جب ہم برف کو چھوتے ہیں تو ہم ٹھنڈک محسوس کرتے ہیں۔ جب ہم اپنی انگلیوں کو نیم گرم پانی میں ڈبوتے ہیں تو ہم گرمی محسوس کرتے ہیں۔ لہٰذا ہم چھونے کی حس کی بدولت بتا سکتے ہیں کہ کون سی شے گرم ہے اور کون سی ٹھنڈی۔ گرم شے کے متعلق ہم کہتے ہیں کہ ایک ٹھنڈی چیز کے مقابلے میں اس کا ٹمپریچر زیادہ ہے۔ ٹمپریچر کی تعریف یوں ہوگی:

ٹمپریچر کسی شے کے گرم یا ٹھنڈا ہونے کی شدت کا نام ہے۔

یہ ہمارا عام مشاہدہ ہے کہ جب ہم کسی شے کو گرم کرتے ہیں تو اس کا ٹمپریچر بڑھ جاتا ہے۔ گرم کرنے کا عمل شے کو حرارت یا حرارتی انرجی مہیا کرتا ہے جو اس کا ٹمپریچر بڑھنے کی وجہ ہے۔ مندرجہ ذیل سرگرمی ٹمپریچر کی تعریف کرنے میں مدد کرے گی:

سرگرمی 7.1

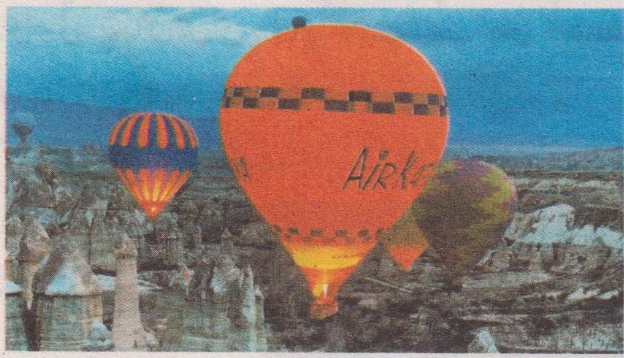
ٹیچر کچھ پیالیوں میں گرم پانی، تھرما میٹرز اور دھاتی چمچے مہیا کریں۔ طلبہ کے گروپ بنائیں۔ ہر گروپ، چمچہ گرم پانی میں ڈالے گا اور اسے ہلائے گا۔ ان سے پوچھیں کہ وہ کیسا محسوس کرتے ہیں۔ کیا چمچے کا دوسرا سرا بھی گرم ہو جاتا ہے؟ کیا وہ مشاہدہ کرتے ہیں کہ چمچہ بھی گرم ہو گیا ہے؟ اس کا مطلب ہے کہ حرارت گرم پانی سے چمچے میں منتقل ہو رہی ہے کیونکہ گرم پانی کا ٹمپریچر چمچے سے زیادہ ہے۔ پس چمچے کی یہ تعریف ہو سکتی ہے:

ٹمپریچر ایک طبعی مقدار ہے جو حرارتی انرجی کے بہاؤ کی سمت کا تعین کرتی ہے۔

اس کے معنی یہ ہیں کہ حرارتی انرجی دو اشیا کے ٹمپریچر میں فرق کی وجہ سے ایک شے سے دوسری میں منتقل ہوتی ہے۔ اس لیے ہم حرارت کی تعریف یوں کر سکتے ہیں:

حرارت وہ انرجی ہے جو دو اشیا کے ٹمپریچرز میں فرق کی وجہ سے ایک شے سے دوسری میں منتقل ہوتی ہے۔

ٹمپریچر اور انٹرنل انرجی (Temperature and Internal Energy)



شکل 7.5 گرم ہوا والے غبارے کے اندر ٹمپریچر بڑھنے سے ہوا کی انٹرنل انرجی بڑھتی ہے۔

ہم جانتے ہیں کہ مادہ مالیکیولز سے مل کر بنتا ہے جو حرکت میں رہتے ہیں۔ ٹھوس اشیا کے مالیکیولز اپنی مستقل جگہوں پر ارتعاشی حرکت کرتے ہیں۔ کسی مائع کے مالیکیولز ایک دوسرے کے پاس سے گزر جاتے ہیں اور گیس کے مالیکیولز بے ترتیب حرکت میں رہتے ہیں۔ مالیکیولز میں اپنی حرکت کی بدولت کائی نیٹک انرجی ہوتی ہے۔ مالیکیولز کے درمیان باہم کشش کی وجہ سے اُن میں پوٹینشل انرجی بھی ہوتی ہے۔

کسی شے کے مالیکیولز کی کائی نیٹک اور پوٹینشل انرجی کا مجموعہ اس کی انٹرنل انرجی کہلاتا ہے۔

جب ہم کسی شے کو گرم کرتے ہیں تو اس کے مالیکیولز کی حرکت مزید زوردار ہو جاتی ہے جس کا مطلب ہے اس کی انٹرنل انرجی میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ اس کے نتیجے میں اس شے کا ٹمپریچر بڑھ جاتا ہے۔ کسی شے کو منتقل کی جانے والی حرارتی انرجی، اس کے مالیکیولز کی انٹرنل انرجی کو بڑھا دیتی ہے جس کی وجہ سے اس کا ٹمپریچر بڑھ جاتا ہے۔

یاد رکھیں کہ یہ کہنا درست نہیں کہ کوئی شے اپنے اندر حرارت رکھتی ہے۔ کوئی بھی شے اپنے اندر انٹرنل انرجی رکھتی ہے۔ لفظ حرارت صرف اسی وقت استعمال کیا جاتا ہے جب انرجی ایک شے سے دوسری شے میں منتقل ہو رہی ہوتی ہے۔

7.3 تھرمامیٹر (Thermometer)

ہماری چُھونے کی حِس ہمیں یہ بتا سکتی ہے کہ کوئی شے گرم ہے یا ٹھنڈی۔ اس سے ہمیں کسی شے کے ٹمپریچر کے متعلق صرف اندازہ ہو سکتا ہے لیکن صرف چُھو کر ہم شے کا درست ٹمپریچر معلوم نہیں کر سکتے۔ کسی شے کے گرم ہونے کی بالکل درست پیمائش کے لیے ہمیں ایک آلہ درکار ہوتا ہے جسے تھرمامیٹر کہتے ہیں۔ تھرمامیٹرز میں کسی مادے کی ایسی خصوصیت کا استعمال کیا جاتا ہے جس میں ٹمپریچر تبدیل ہونے سے خاطر خواہ تبدیلی واقع ہو۔

بنیادی تھرمومیٹرک خصوصیات (Basic Thermometric Properties)

تھرمامیٹر بنانے کے لیے کسی موزوں میٹریل میں مندرجہ ذیل تھرمومیٹرک خصوصیات ہونی چاہییں:

1۔ یہ حرارت کا ایک اچھا کنڈکٹر ہو۔

2۔ ٹمپریچر تبدیل ہونے کے ساتھ اس میں جلد تبدیلی رُونما ہوتی ہو۔

3۔ حرارت کے ساتھ اس کا پھیلاؤ یکساں ہو۔

4۔ اس کا نقطۂ اُبال بہت زیادہ ہو۔

5۔ اس کا نقطۂ انجماد بہت کم ہو۔

6۔ اس کے پھیلاؤ کی صلاحیت زیادہ ہو (حرارتِ مخصوصہ کم ہو)۔

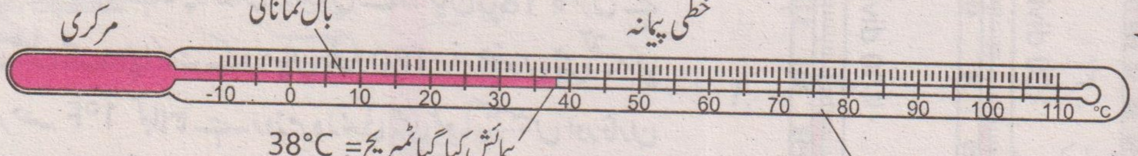
7۔ یہ شیشے کو گیلا نہ کرے۔

8۔ اس کے بخارات نہ بنیں۔

9۔ یہ دکھائی دینے والا (غیر شفاف) ہو۔

شیشے میں مائع قسم کا تھرمامیٹر (Liquid-in-Glass Therometer)

ہم جانتے ہیں کہ گرم ہونے پر مائعات پھیلتے ہیں۔ لہٰذا کسی مائع کے والیوم میں پھیلاؤ کو ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اسے شیشے میں مائع قسم کا تھرمامیٹر کہا جاتا ہے۔ ایسی ایک مائع جو عام طور پر تھرمامیٹرز میں استعمال کی جاتی ہے، مرکری (پارہ) ہے۔ شکل (7.6) میں ایک مرکری تھرمامیٹر دکھایا گیا ہے۔ یہ شیشے کا بنا ہوا ہے۔ اس کے ایک سرے پر ایک بلب ہے جس میں مرکری بھرا ہوتا ہے۔



شکل 7.6

جب ٹمپریچر بڑھتا ہے تو مرکری پھیلتا ہے اور بال نما نالی (Capillary tube) میں مرکری کے دھاگے کی شکل میں اُوپر چڑھ جاتا ہے، جیسا کہ شکل (7.6) میں دکھایا گیا ہے اس دھاگے کا آخری سرا ٹمپریچر کی پیمائش پڑھتا ہے۔ مرکری غیر شفاف ہوتا ہے اس لیے اپنے چاندی جیسے رنگ کی وجہ سے بڑی آسانی سے دیکھا جاسکتا ہے۔ الکوحل کو بھی تھرمومیٹرک مائع کے طور پر منتخب کیا جاسکتا ہے لیکن دکھائی دیے جانے کے لیے اس کو رنگ دار کردیا جاتا ہے۔

دماغ لڑائیے!

(الف) تھرمامیٹر کے بلب کی دیواریں پتلی کیوں ہوتی ہیں؟

(ب) تھرمامیٹر کے اندر کا سوراخ (Inner bore) تنگ کیوں ہونا چاہیے؟

غور فرمائیے!

اگر شیشے کا پھیلاؤ مرکری سے زیادہ ہو تو کیا ہم مرکری تھرمامیٹر بنا سکتے ہیں؟

ٹمپریچر کی سکیلز (Temperature Scales)

ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے ایک سکیل (پیمانہ) بنانے کی ضرورت ہوتی ہے جس کے لیے دو مقررہ ٹمپریچرز درکار ہوتے ہیں جنھیں دو فکسڈ پوائنٹس کہا جاتا ہے۔ ایک بھاپ کا ٹمپریچر ہے جو معیاری فضائی پریشر پر اُبلتے پانی سے ذرا زیادہ ہوتا ہے۔ اسے سکیل کا بالائی فِکسڈ پوائنٹ شمار کیا جاتا ہے۔ دوسرا فِکسڈ پوائنٹ خالص برف کا نقطہ پگھلاؤ یا صرف برف کا ٹمپریچر ہے۔ یہ نچلا (ابتدائی) فِکسڈ پوائنٹ ہے۔ ان دو فکسڈ پوائنٹس کے درمیان عددی قیمتوں کے لحاظ سے ٹمپریچر کی مختلف سکیلز بنائی گئی ہیں۔

آپ کی معلومات کے لیے

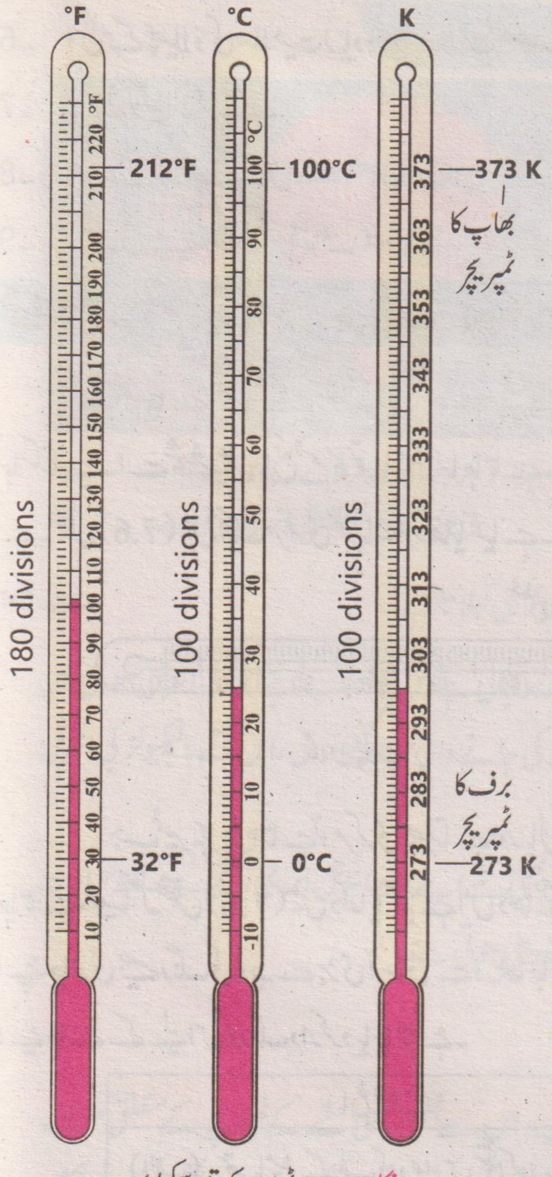
کسی دی گئی ماس کی گیس کا ٹمپریچر بڑھنے سے اس کا پریشر بھی بڑھتا ہے۔ اس لیے گیس کا پریشر بھی ایک تھرمومیٹرک خاصیت ہے جو گیس تھرمامیٹرز میں استعمال کی جاتی ہے۔ دی گئی کسی وائر کی لمبائی کی رزسٹنس بھی ٹمپریچر پر منحصر ہے۔ ٹمپریچر بڑھنے سے یہ بھی بڑھتی ہے۔ اس لیے وائر کی رزسٹنس بھی ایک تھرمومیٹرک خصوصیت ہے اور پلاٹینیم رزسٹنس تھرمامیٹر میں استعمال کی جاتی ہے۔

تین مختلف سکیلز یہ ہیں:

1- سیلسیس یا سینٹی گریڈ سکیل (Celsius or Centrigrade Scale)

2- فارن ہائیٹ سکیل (Fahrenheight Scale)

3- کیلون سکیل (Kelvin Scale)



شکل 7.7 ٹمپریچر کی تین سکیلز کا موازنہ

سیلسیس یا سینٹی گریڈ سکیل میں نچلے اور بالائی فکسڈ پوائنٹس کی عددی قیمتیں صفر (0) اور 100 رکھی گئی ہیں لہٰذا ان پوائنٹس کی درمیانی جگہ کو 100 برابر حصوں میں تقسیم کیا گیا ہے۔ ہر حصہ 1°C کہلاتا ہے۔

فارن ہائیٹ سکیل میں نچلے فکسڈ پوائنٹ کو 32 اور بالائی فکسڈ پوائنٹ کو 212 رکھا گیا ہے۔ چونکہ ان دو عدول کے درمیان 180 کا فرق ہے اس لیے اس سکیل میں دو پوائنٹ کے درمیان جگہ کو 180 برابر حصوں میں تقسیم کیا گیا ہے۔ ہر حصہ 1°F کہلاتا ہے۔ روزمرہ زندگی میں عموماً سیلسیس اور فارن ہائیٹ سکیلز استعمال کی جاتی ہیں۔

ٹمپریچر کی تیسری سکیل کیلون یا مطلق (Absolute) ٹمپریچر سکیل کہلاتی ہے۔ یہ سائنسی پیمائشوں کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔ کیلون سکیل میں نچلے اور بالائی فکسڈ پوائنٹس کی قیمتیں 273 اور 373 رکھی گئی ہیں۔ چونکہ ان قیمتوں میں 100 کا فرق ہے اس لیے 1K کی قیمت اتنی ہی ہے جتنی کہ 1 °C کی ہے۔ اس سکیل کا صفر پوائنٹ وہ ٹمپریچر ہے جس پر کسی بھی مادے کے مالیکیولز کی حرکت مکمل طور پر ختم ہو جاتی ہے۔ یعنی ان کی اوسط کائی نیٹک انرجی صفر ہو جاتی ہے۔ اسے مطلق صفر کہا جاتا ہے۔ اس کی قیمت -273.15°C کے برابر ہے۔ لیکن عام طور پر اسے صرف -273°C رکھا جاتا ہے۔ مطلق صفر تمام کائنات میں سب سے کم ممکنہ ٹمپریچر ہے۔ مطلق صفر ٹمپریچر سے نیچے مادہ وجود نہیں رکھتا۔

ٹمپریچر کی ایک سکیل سے دوسری سکیل میں منتقلی
(Conversion of Temperature from One Scale to another)

اگر کسی شے کا ٹمپریچر سیلسیس میں T_C ہو، فارن ہائیٹ سکیل میں T_F ہو اور کیلون سکیل میں T_K ہو تو یہ مندرجہ ذیل فارمولوں کے تحت قابلِ منتقل ہوں گے:

(i) سیلسیس (سینٹی گریڈ) سے فارن ہائیٹ سکیل میں منتقلی:

$$T_F = \frac{9}{5} \times T_C + 32 \qquad .... (7.1)$$

(ii) فارن ہائیٹ سے سیلسیس سکیل میں منتقلی:

$$T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32) \quad .... (7.2)$$

(iii) کیلون اور سیلسیس سکیلز کے درمیان تعلق:

$$T_k = T_C + 273 \quad .... (7.3)$$

مثال 7.1

30°C ٹمپریچر، فارن ہائیٹ اور کیلون سکیلز میں کتنا ہو گا؟

حل:

ٹمپریچر $T_C = 30°C$

فارمولا استعمال کرنے سے

$$T_F = \frac{9}{5} \times T_C + 32°$$

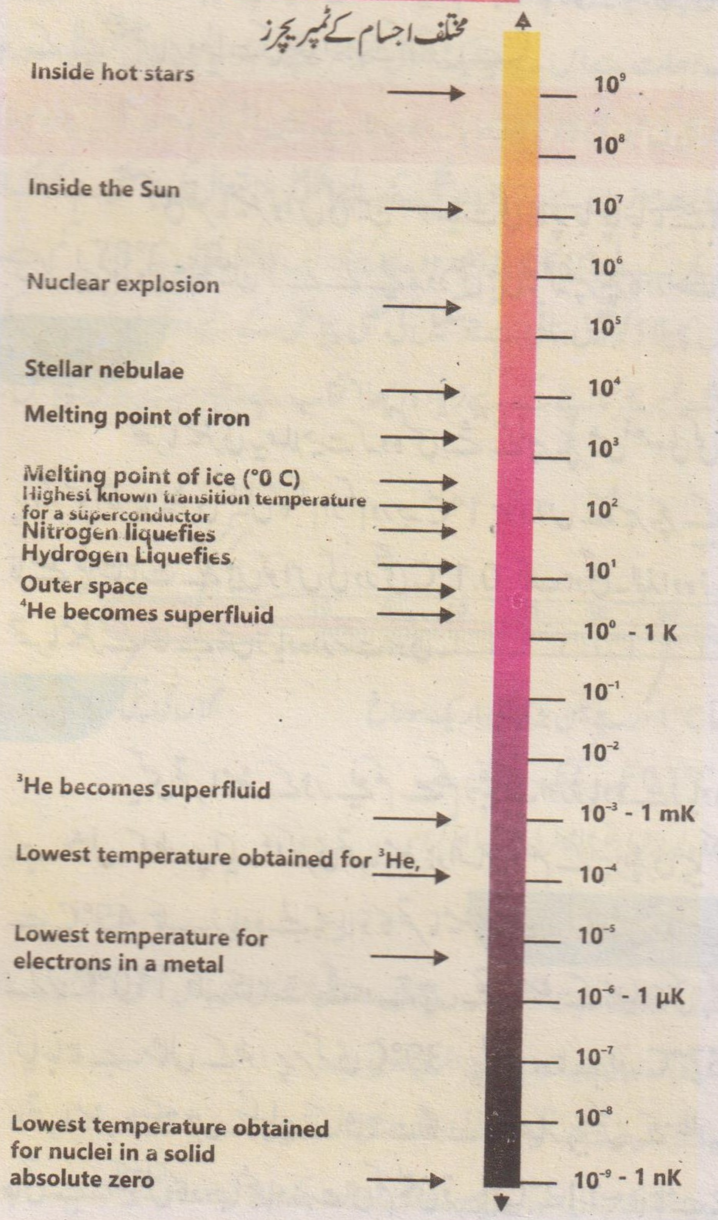
$$= \frac{9}{5} \times 30°C + 32° = 86°F$$

اب یہ فارمولا استعمال کرنے سے

$$T_k = T_C + 273$$

$$= 30°C + 273 = 303K$$

آپ کی معلومات کے لیے

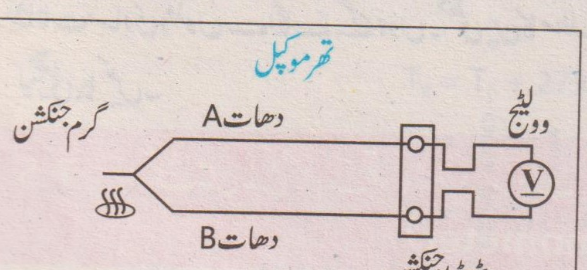


تھرموکپل تھرمامیٹر (Thermocouple Thermometer)

آپ کی معلومات کے لیے

تھرموالیکٹرک کرنٹ، تھرموکپل میں تھرمومیٹرک خصوصیت ہے۔

یہ تھرمامیٹر مختلف میٹریلز مثلاً تانبے اور لوہے کی دو تاروں پر مشتمل ہوتا ہے۔ ان کے سروں کو آپس میں جوڑ کر دو جنکشن بنا دیے جاتے ہیں۔ اگر دو جنکشن مختلف ٹمپریچرز پر ہوں تو ان کے درمیان ایک معمولی سی کرنٹ بہنا شروع ہو جاتی ہے۔ یہ کرنٹ دو جنکشنز کے درمیان پوٹینشل ڈفرینس پیدا ہونے کی وجہ سے بہتی ہے، کیونکہ کرنٹ بہنے کے لیے دو تاروں کی رزسٹنس مختلف ہوتی ہے۔ ٹمپریچرز میں جتنا زیادہ فرق ہو گا جنکشنز کے درمیان اتنا ہی زیادہ پوٹینشل ڈفرینس یا وولٹیج ہو گا۔ اگر ایک جنکشن کو ایک مستقل کم ٹمپریچر پر رکھا جائے مثلاً 0°C یعنی برف میں میں رکھ دیا جائے تو زیادہ ٹمپریچر والے دوسرے جنکشن پر کسی ملی وولٹ میٹر پر مرتب شدہ سکیل کی مدد سے ٹمپریچر کی پیمائش کی جا سکتی ہے (شکل 7.8)۔



شکل 7.8

اس قسم کا تھرمامیٹر خاص طور پر بہت ہائی ٹمپریچر یا تیزی سے بدلنے والے ٹمپریچر کے لیے استعمال کیا جاتا ہے، کیونکہ گرم ہونے کے لیے جنکشن پر دھات کی مقدار بہت کم ہوتی ہے۔

7.4 تھرمامیٹر کی حساسیت، رینج اور خطی پن (Sensitivity, Range and Linearity of Thermometers)

کسی تھرمامیٹر کو اس کی تین خصوصیات کی بنا پر جانچا جاتا ہے جو کہ حساسیّت، رینج اور خطی پن ہیں۔ یہ تھرمامیٹر کسی خاص استعمال کے لیے موزونیت کا تعین کرنے کے لیے مدد دیتی ہیں تاکہ ٹمپریچر کا درست اور قابلِ اعتماد ہونا یقینی ہو۔

حساسیّت

تھرمامیٹر کی یہ صلاحیت کہ وہ کسی شے کے ٹمپریچر میں معمولی کمی بیشی کا بھی پتہ لگا سکے، اس کی حساسیت کہلاتی ہے۔ مثال کے طور پر اگر کسی تھرمامیٹر کی سکیل کا کم از کم درجہ 1°C ہو تو اس کے ٹمپریچر کے پیمائش کی درستگی 1°C ہوگی۔ اگر کسی اور تھرمامیٹر پر 0.1°C فاصلے پر نشانات لگے ہیں تو اس کی درستگی 0.1°C تک ہوگی۔ لہٰذا وہ زیادہ حساس کہلائے گا۔ اس کی پیمائش، 1°C تک درستگی والے تھرمامیٹر کے مقابلے میں زیادہ درست ہوگی۔

رینج

یہ کسی تھرمامیٹر کے ذریعے کم سے کم ریڈنگ اور زیادہ سے زیادہ ریڈنگ کے درمیان پھیلاؤ ہے جس میں یہ درست پیمائش کر سکتا ہے۔ مثال کے طور پر ایک ڈاکٹری تھرمامیٹر جو انسانی جسم کے ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے بنایا گیا ہے، اس کا پھیلاؤ تھوڑا ہوتا ہے یعنی 35°C سے 45°C تک۔ زیادہ لمبے پھیلاؤ کا تھرمامیٹر عموماً لیبارٹری میں سائنس کے تجربات کے لیے استعمال کیا جاتا ہے جس پر -10°C سے لے کر 110°C تک نشانات لگے ہوتے ہیں۔ تھرمامیٹر کے پھیلاؤ کی نچلی اور بالائی حد کو مدِ نظر رکھ کر اس کے لیے موزوں مائع کا انتخاب کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر مرکری -39°C پر منجمد ہوتا ہے اور 357°C پر اُبلتا ہے۔ لہٰذا ہم اس پھیلاؤ کے اندر اندر شیشے میں مرکری کا تھرمامیٹر بنا سکتے ہیں۔ سکیل کے نشانات لگانے کا انحصار پیمائش کے مطلوبہ پھیلاؤ پر ہوتا ہے۔ نہایت کم ٹمپریچرز کے لیے الکوحل استعمال کی جاتی ہے۔ الکوحل کا درجہ انجماد بہت ہی کم یعنی تقریباً -112°C ہوتا ہے جو اس کے پھیلاؤ کی نچلی حد کو بڑھاتی ہے لیکن اس کی بالائی حد کم ہو جاتی ہے کیونکہ یہ 78°C پر اُبلنے لگتی ہے۔

خطی پن

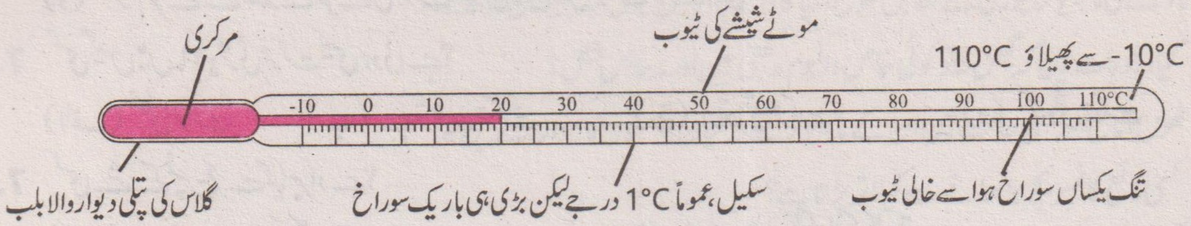
یہ ٹمپریچر اور پیمائش کے پورے پھیلاؤ پر سکیل کی ریڈنگ کے درمیان براہ راست متناسب تعلق کو ظاہر کرتی ہے۔ ایک خطی تھرمامیٹر ٹمپریچر میں برابر تبدیلیوں کو سکیل کے برابر درجوں کی صورت میں پیمائش کرتا ہے۔ اس کا مطلب ہے کہ پورے پھیلاؤ پر سکیل کے نشانات مساوی وقفوں سے لگائے گئے ہوں۔ خطی پن کا مطلب ہے کہ پورے پھیلاؤ پر زیادہ مستحکم اور تناسبی ریڈنگ ہوں جو پیمائش کی درستگی کو یقینی بنائیں۔

7.5 شیشے میں مائع قسم کے تھرمامیٹر کی ساخت (Structure of a liquid-in-Glass Thermometer)

شیشے میں مائع قسم کے تھرمامیٹر میں ایک تنگ اور بال نما یکساں سوراخ والی شیشے کی ٹیوب ہوتی ہے جس کے نچلے سرے پر ایک

بلب ہوتا ہے جس میں مرکری یا الکوحل بھری ہوتی ہے۔ بلب کی پتلی دیوار کی وجہ سے گرم شے سے جس کا ٹمپریچر ماپنا ہو، حرارت تیزی سے شیشے میں سے گزر کر مائع تک پہنچ جاتی ہے۔ چونکہ مرکری ایک دھات ہے اس لیے یہ ایک اچھی کنڈکٹر ہے۔ لہٰذا یہ ٹمپریچر کی تبدیلی سے جلد متاثر ہوتی ہے۔ مائع کی مقدار تھوڑی ہونے کی وجہ سے بھی ٹمپریچر کی تبدیلی کا اثر جلد نمایاں ہو جاتا ہے۔ اس اثر کی بدولت آلہ زیادہ حساس بن جاتا ہے۔ ٹمپریچر کی عام پیمائش کے لیے مرکری کا استعمال نہایت موزوں ہے۔ زیادہ درستگی کے لیے الکوحل استعمال کی جاسکتی ہے کیونکہ اس کی پھیلاؤ کی صلاحیت مرکری سے چھ گنا زیادہ ہے لیکن بلند ٹمپریچر کے لیے اس کا پھیلاؤ محدود ہے کیونکہ اس کا نقطہ اُبال 78°C کم ہے۔

ٹیوب کے تنگ سوراخ کی یکسانیت مائع کے یکساں پھیلاؤ کو یقینی بناتی ہے جو سکیل کی خطی پیمائش کے لیے درکار ہوتی ہے۔ مرکری اپنے نچلے نقطہ انجماد اور بلند نقطہ اُبال کی وجہ سے لمبے پھیلاؤ تک ٹمپریچر ماپنے کے لیے زیادہ اچھا انتخاب ہے۔ لہٰذا یہ ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے ایک لمبی رینج مہیا کرتا ہے۔



شکل 7.9 نشان زدہ لیبارٹری تھرمامیٹر کی لیبل ڈایا گرام

اہم نکات

- مادے کی مالیکیولر کائی نیٹک تھیوری کے مطابق مادہ مالیکیولز سے مل کر بنا ہوتا ہے، جو حرکت میں رہتے ہیں۔ مالیکیولز آپس میں باہمی کشش رکھتے ہیں۔ مالیکیولز کی حرکت کی بدولت ان میں کائی نیٹک انرجی ہوتی ہے اور کشش کی فورس کی وجہ سے پوٹینشل انرجی ہوتی ہے۔
- پلازما ایک گیس ہے جس میں ایٹمز آئنز کی شکل میں ہوتے ہیں۔ ان میں مثبت اور منفی چارجز برابر تعداد میں ہوتے ہیں۔
- ٹمپریچر کسی شے کے گرم یا ٹھنڈا ہونے کی شدت کا نام ہے اور یہ دو اشیا کے حرارتی اتصال کی صورت میں حرارت کے بہاؤ کی سمت کا تعین کرتا ہے۔
- حرارت وہ انرجی ہے جو دو اشیا کے ٹمپریچر میں فرق کی وجہ سے ایک شے سے دوسری میں منتقل ہوتی ہے۔
- کوئی شے اپنے اندر حرارت نہیں رکھتی۔ یہ اپنے اندر انٹرنل انرجی رکھتی ہے جو اس شے کے تمام مالیکیولز کی کائی نیٹک اور پوٹینشل انرجی کا مجموعہ ہوتی ہے۔
- مادے کی مالیکیولر تھیوری کے مطابق یہ کسی شے کے مالیکیولز کی اوسط انٹرنل انرجی کی پیمائش ہے۔
- تھرمامیٹر ایک آلہ ہے جو کسی شے کے ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے استعمال ہوتا ہے۔
- تھرمامیٹر کی ایک سکیل سے دوسرے سکیل میں منتقلی:

الف۔ کیلون (T_K) اور سیلسیس (T_C) ٹمپریچر کے درمیان تعلق:
$$T_K = T_C + 273$$

ب۔ سیلسیس یا سینٹی گریڈ (T_C) سے فارن ہائیٹ (T_F) میں منتقلی:
$$T_F = \frac{9}{5} \times T_C + 32$$

ج۔ فارن ہائیٹ (T_F) سے سیلسیس (T_C) میں منتقلی:
$$T_C = \frac{5}{9}(T_F - 32)$$

- تھرموکپل کی بنیاد مختلف میٹریلز کی دو تاروں کے جنکشنز کے درمیان بہنے والی کرنٹ ہے جو جنکشنز کے ٹمپریچر میں فرق کی وجہ سے بہتی ہے۔

1 درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں

7.1 کسی ٹھوس مادے میں مالیکیولز کا طرزِ عمل کیا ہوتا ہے؟

(الف) بے ترتیب حرکت کرتے ہیں

(ب) اپنی مستقل جگہوں پر ارتعاشی حرکت کرتے ہیں

(ج) اپنی جگہوں پر گھومتے اور بے ترتیب ارتعاشی حرکت کرتے ہیں

(د) گرم سرے سے ٹھنڈے سرے کی طرف سیدھی لائن میں حرکت کرتے ہیں

7.2 کسی گیس میں مالیکیولز کی حرکت کیسی ہوتی ہے؟

(الف) خطی حرکت (ب) بے ترتیب حرکت (ج) ارتعاشی حرکت (د) گردشی حرکت

7.3 کسی شے کے ٹمپریچر سے کیا مراد ہے؟

(الف) اس میں حرارت کی کل مقدار (ب) اس میں مالیکیولز کی کل تعداد

(ج) گرم یا ٹھنڈا ہونے کی شدت (د) مالیکیولز کے درمیان فاصلے پر منحصر

7.4 حرارت کیا ہے؟

(الف) مالیکیولز کی کُل کائی نیٹک انرجی (ب) انٹرنل انرجی

(ج) مالیکیولز کا کیا گیا ورک (د) دورانِ انتقال انرجی

7.5 کیلون سکیل میں برف کے نقطۂ پگھلاؤ کا ٹمپریچر ہے:

(الف) صفر (ب) 32 (ج) 273- (د) 273

7.6 کون سا ٹمپریچر سیلسیس اور فارن ہائیٹ پر ایک ہی ہوتا ہے؟

(الف) 40- (ب) 40 (ج) 45 (د) 45-

7.7 شیشے میں مائع قسم کے تھرمامیٹر کے لیے کون سا بہتر انتخاب ہے؟

(الف) بغیر رنگ کے شفاف ہو (ب) بُرا کنڈکٹر ہو (ج) پھیلاؤ خطی ہو (د) شیشے کو گیلا کرتا ہو

7.8 شیشے میں مائع تھرمامیٹر کے اندر الکوحل استعمال کرنے کا ایک نقصان یہ ہے کہ:

(الف) یہ زیادہ پھیلاؤ کی صلاحیت رکھتی ہے (ب) اس کا نقطۂ انجماد (112°C–) بہت نیچا ہے

(ج) یہ شیشے کی ٹیوب کو گیلا کرتی ہے (د) اس کا پھیلاؤ خطی ہے

7.9 پانی کو تھرمومیٹرک مائع کے طور پر استعمال نہ کرنے کی بڑی وجہ یہ ہے کہ:

(الف) یہ بے رنگ شفاف ہے (ب) یہ حرارت کا اچھا کنڈکٹر نہیں ہے

(ج) اس کا پھیلاؤ خطی نہیں ہے (د) اس کا نقطۂ اُبال (100°C) نیچا ہے

7.10 تھرمامیٹر کی ٹیوب تنگ بال نما سوراخ والی ہوتی ہے تاکہ:
(الف) ٹمپریچر کی تبدیلیوں کو جلد ظاہر کرے (ب) ٹمپریچر کو پڑھ سکے
(ج) کسی ٹمپریچر میں اضافے کو زیادہ تبدیلی میں ظاہر کر سکے (د) ٹمپریچر کے لمبے پھیلاؤ کی پیمائش کر سکے

7.11 کون سا تھرمامیٹر تیزی سے تبدیل ہوتے ہوئے ٹمپریچر کو بڑھنے کے لیے سب سے زیادہ موزوں ہے؟
(الف) تھرموکپل تھرمامیٹر (ب) شیشے میں مرکری کا لیبارٹری تھرمامیٹر
(ج) شیشے میں الکوحل تھرمامیٹر (د) شیشے میں مرکری کا ڈاکٹری تھرمامیٹر

2 مختصر جوابات کے سوالات

7.1 مادے کی مالیکیولر تھیوری کے مطابق ٹھوس اشیا کا والیوم اور شکل کیوں تبدیل نہیں ہوتے؟

7.2 کیا وجوہات ہیں کہ گیس نہ تو کوئی خاص والیوم رکھتی ہیں اور نہ خاص شکل؟

7.3 ٹھوس، مائع اور گیسی حالت میں ان کے مالیکیولز کے درمیان فاصلوں کا موازنہ کریں۔

7.4 کسی مائع کا ٹمپریچر بڑھانے سے کیا اثر پڑتا ہے؟

7.5 کسی شے کے ٹمپریچر سے کیا مراد ہے؟

7.6 حرارت کی تعریف کریں۔ وضاحت کریں کہ ایک شے سے دوسری شے میں انرجی منتقل ہوتے ہوئے حرارت کہلاتی ہے۔

7.7 کسی مادے کی تھرمومیٹرک خصوصیت سے کیا مراد ہے؟ چند ایک تھرمومیٹرک خصوصیات بتائیں۔

7.8 ٹمپریچر کی پیمائش کے لیے استعمال ہونے والی بڑی سکیلز بیان کریں۔

7.9 کسی تھرمامیٹر کی حساسیت سے کیا مراد ہے؟

7.10 کسی تھرمامیٹر کی خطی پن سے آپ کی کیا مراد ہے؟

7.11 کون سی شے تھرمامیٹر کی ریڈنگ بالکل درست بناتی ہے؟

7.12 حرارت کے بہاؤ کا تعین کون سی چیز کرتی ہے؟

7.13 حرارت اور انٹرنل انرجی میں فرق بیان کریں۔

7.14 جب آپ کسی سرد سطح کو چھوتے ہیں تو کیا اس سطح سے انرجی آپ کے ہاتھ میں منتقل ہوتی ہے یا آپ کے ہاتھ سے انرجی اس سطح میں منتقل ہوتی ہے؟

7.15 کیا آپ اپنا بخار اپنی پیشانی کو خود چھو کر محسوس کر سکتے ہیں؟ وضاحت کریں۔

3 تعمیری فکر کے سوالات

7.1 کیا مادے کے مالیکیولز کی کائی نیٹک تھیوری کا اطلاق مادے کی پلازما کی حالت پر ہوتا ہے؟ مختصر طور پر بیان کریں۔

7.2 مرکری کو عام طور پر الکوحل کے مقابلے میں تھرمومیٹرک مائع کے طور پر کیوں ترجیح دی جاتی ہے؟

7.3 پانی کو تھرمومیٹرز میں کیوں نہیں استعمال کیا جاتا؟ بغیر حساب کے اندازہ لگائیں کہ 373 K ٹمپریچر سیلسیس اور فارن ہائیٹ سکیل پر کتنا ہوگا؟

7.4 دو طریقے بیان کریں جن کے مطابق شیشے میں مائع تھرمامیٹر کی حساسیت بڑھانے کے لیے تبدیل کیا جاسکے۔

7.5 ایک لٹر پانی کو چولہے پر گرم کیا گیا تو اس کا ٹمپریچر 2°C بڑھ گیا۔ اگر اسی چولہے پر دو لٹر پانی کو اتنے ہی وقت کے لیے گرم کیا جائے تو اس کا ٹمپریچر کتنا بڑھے گے؟

7.6 کیلون سکیل پر منفی ٹمپریچر کا کوئی نشان کیوں نہیں ہوتا؟

7.7 اس بیان پر تبصرہ کریں۔ ''تھرمامیٹر اپنا ٹمپریچر ماپتا ہے''۔

7.8 سردی کی ایک رات کو روئی، لکڑی، پلاسٹک، دھاتوں وغیرہ کی بنی مختلف اشیا موجود ہیں۔ اپنے ہاتھ سے ان کو چھو کر ان کے ٹمپریچر کا ہوا کے ٹمپریچر سے موازنہ کریں۔

7.9 ٹمپریچر میں اور اضافہ میں سے کون سا بڑا ہے؟ 1°C یا 1°F ۔

7.10 آپ یہ کیوں توقع نہیں رکھتے کہ کسی گیس کے تمام مالیکیولز ایک ہی سپیڈ سے حرکت کر رہے ہوں؟

7.11 اس بیان پر تبصرہ کریں۔ ''ایک گرم شے اپنے اندر حرارت نہیں رکھتی''۔

7.12 کیا خلا کے ٹمپریچر کے متعلق بات کرنا کوئی معنی رکھتا ہے؟

7.13 بحث کریں کہ کیا سورج ایک مادہ ہے۔

4 تفصیلی سوالات

7.1 مادے کی پارٹیکلز تھیوری کے اہم نکات بیان کریں جو ٹھوس اشیا، مائعات اور گیسوں میں فرق واضح کرتے ہیں۔

7.2 ٹمپریچر کیا ہے؟ یہ کیسے ماپا جاتا ہے؟ مختصر طور پر شیشے میں مرکری تھرمامیٹر کی ساخت بیان کریں۔

7.3 ٹمپریچر ماپنے والی تین سکیلز کا موازنہ کریں۔

7.4 تھرمامیٹرز کی حساسیت، پھیلاؤ اور خطی پن سے کیا مراد ہے؟ مثالوں کے ساتھ واضح کریں۔

7.5 وضاحت کریں کہ سوال 7.4 میں بیان کردہ پیرامیٹرز شیشے میں مائع تھرمامیٹر کی ساخت میں کیسے بہتر کیے جاسکتے ہیں۔

5 حسابی سوالات

7.1 عام انسانی جسم کا ٹمپریچر فارن ہائیٹ سکیل میں 98.6°F ہوتا ہے۔ اسے سیلسیس اور کیلون سکیل میں تبدیل کریں۔

(37°C, 310 K)

7.2 کس ٹمپریچر پر سیلسیس اور فارن ہائیٹ سکیلز پر ریڈنگ ایک جیسی ہوں گی؟ اسے ثابت کریں۔ (–40°)

7.3 ٹمپریچر 5°F کو سیلسیس اور فارن ہائیٹ سکیل میں تبدیل کریں۔ (-15°C, 258 K)

7.4 25°C کے برابر فارن ہائیٹ اور کیلون سکیلز میں کیا ٹمپریچرز ہوں گے؟ (77°F, 298 K)

7.5 بغیر نشانات لگے ایک تھرمامیٹر پر برف اور بھاپ کے نقاط کے درمیان 192 mm کا فاصلہ ہے۔ اگر مرکری دھاگا (کالم) کی لمبائی برف کے نقطہ سے 67.2 mm اُوپر تک ہو تو سیلسیس سکیل پر ٹمپریچر کیا ہوگا؟ (35°C)

7.6 شیشے میں مائع والے ایک تھرمامیٹر کے دو مقرر نقاط کے درمیانی لمبائی 20 سینٹی میٹر ہے۔ اگر نچلے نشان سے مرکری کی سطح 4.5 سینٹی میٹر اوپر ہو تو فارن ہائیٹ سکیل میں ٹمپریچر کیا ہوگا؟ (72.5°F)