باب 11

انتقالِ تھرمل انرجی

(TRANSFER OF THERMAL ENERGY)

طلبہ کے حاصلاتِ تعلّم

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

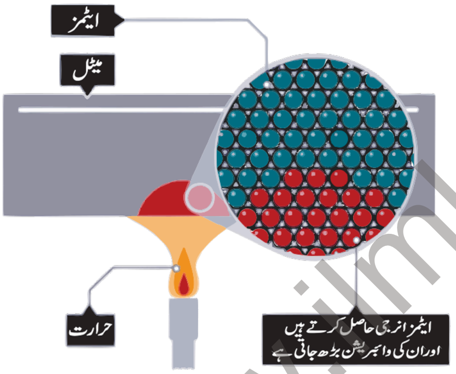
- تمام ٹھوس اجسام میں تھرمل کنڈکشن کی وضاحت کر سکیں چاہے وہ ایٹمی یا مالیکیولی کرسٹل (Lattice) ساخت کی وائبریشنز کی صورت میں ہو یا آزاد الیکٹرانز کی موشن کے ذریعے دھاتی کنڈکٹرز میں ہو
- روزمرّہ زندگی میں کنڈکشن، کنویکشن اور ریڈی ایشن کے استعمالات کا تجزیہ کر سکیں گے۔ (الف) جیسے باورچی خانے کے برتنوں کو گرم کرنا (ب) کسی مائع کا ٹمپریچر برقرار رکھنے اور عمارتوں میں انتقالِ تھرمل انرجی کم کرنے کے لیے تھرمل انسولیشن کا استعمال
- مائعات اور گیسوں میں کنویکشن کی وضاحت کر سکیں ڈینسٹی میں تبدیلی کی بنیاد پر، کنویکشن کو واضح کرنے والے تجربات کی وجہ بیان کر سکیں
- سمندری پانی میں کنویکشن کے عمل کی وضاحت کر کے یہ بتا سکیں گے کہ یہ کس طرح آبی حیات کی بقا میں مدد دیتا ہے۔ سمندری ہوا (Sea breeze) اور زمینی ہوا (Land breeze) کے کردار کو بیان کر سکیں گے کہ یہ کس طرح ساحلی علاقوں کا موسم معتدل رکھتے ہیں
- وضاحت کر سکیں گے کہ پرندے کس طرح گھنٹوں بغیر پروں کو ہلائے تھرمل کرنٹس کے ذریعے فضاء میں بلند رہتے ہیں، اور گلائیڈرز کس طرح اوپر اٹھتے ہیں۔ (الف) کنویکشن کے ذریعے کمروں کی حرارت کو برقرار رکھنے کا عمل بیان کر سکیں (ب) گھریلو گرم پانی کے سسٹم کے طریقہ کار کی وضاحت کر سکیں
- ریڈی ایشن کے ذریعے انتقالِ تھرمل انرجی کے عمل کو بیان کر سکیں گے، اور یہ بھی جان سکیں گے کہ اس عمل کے لیے کسی میڈیم کی ضرورت نہیں ہوتی
- سطح کے رنگ اور سطح کی ساخت کا انفراریڈ ریڈی ایشن کے اخراج، انجذاب (Absorption)، اور ریفلیکشن پر کیا اثر ہوتا ہے، اس کی وضاحت کر سکیں
- معیاری طور پر یہ بیان کر سکیں کہ کسی جسم کے ٹمپریچر اور سطح کے ایریا کے بڑھنے سے ریڈی ایشن کے اخراج (Emission) کی شرح کس طرح متاثر ہوتی ہے
- گرین ہاؤس ایفیکٹ میں تھرمل ریڈی ایشن کے اثرات اور گلوبل وارمنگ پر اس کے نتائج کا تجزیہ کر سکیں

www.ilmkidunya.com

حرارت انرجی کی ایک اہم شکل ہے جو ہماری زندگی کے لیے نہایت ضروری ہے۔ یہ ہمارے روزمرہ کاموں میں بنیادی کردار ادا کرتی ہے، جیسے کھانا پکانا، جسم کا ٹمپریچر قائم رکھنا، اور مختلف صنعتی عمل کو جاری رکھنا۔ حرارت کے بہاؤ کو سمجھنا اس لیے بھی ضروری ہے تاکہ ہم خود کو نہایت زیادہ یا نہایت کم حرارت سے محفوظ رکھ سکیں۔ اس باب میں ہم انتقالِ تھرمل انرجی کے مختلف طریقوں کا مطالعہ کریں گے۔ جب دو اجسام مختلف ٹمپریچر کے ساتھ ایک دوسرے کے رابطے میں آتے ہیں تو تھرمل انرجی گرم جسم سے ٹھنڈے جسم کی طرف بہتی ہے۔ اس عمل کو انتقالِ تھرمل انرجی کہا جاتا ہے۔ جب تک دونوں اجسام کے درمیان ٹمپریچر کا فرق موجود ہوتا ہے، یہ عمل جاری رہتا ہے۔ تھرمل انرجی تب تک ایک جسم سے دوسرے جسم میں منتقل ہوتی رہتی ہے جب تک دونوں اجسام تھرمل توازن (Thermal equilibrium) کی حالت تک نہ پہنچ جائیں۔ خواہ سورج کی حرارت سے زمین گرم ہو رہی ہو، یا گرم کافی کا کپ ٹھنڈا ہو رہا ہو، یا آگ میں رکھے گئے دھاتی سلاخ کا ٹمپریچر بڑھ رہا ہو انتقالِ تھرمل انرجی ہماری روزمرہ زندگی کا لازمی حصہ ہے۔ یہ باب حرارت کے تین بنیادی طریقوں کنڈکشن، کنوکشن، اور ریڈی ایشن کے بارے میں ہے۔ ان حرارتی عوامل کو سمجھنا نہ صرف قدرتی نظام میں ضروری ہے بلکہ انجینئرنگ، موسمیات اور جدید ٹیکنالوجی جیسے شعبوں میں بھی اس کی بہت اہمیت ہے۔

11.1 کنڈکشن (Conduction)

کنڈکشن وہ عمل ہے جس کے ذریعے حرارت کسی میٹریل کے پارٹیکلز کی وائبریٹری موشن سے منتقل ہوتی ہے، بغیر اس کے کہ میٹریل خود حرکت کرے۔ یہ تب ہوتا ہے جب تیز رفتار (زیادہ گرم) ذرات سست رفتار (زیادہ ٹھنڈے) ذرات سے ٹکراتے ہیں اور انہیں اپنی کائی نیٹک انرجی منتقل کر دیتے ہیں، جیسا شکل 11.1 میں دکھایا گیا ہے۔ حرارت کی منتقلی کا یہ طریقہ خصوصاً ٹھوس اجسام میں سب سے زیادہ مؤثر ہوتا ہے، خاص طور پر دھاتوں میں، کیونکہ ان کے ذرات بہت مضبوطی سے آپس میں جکڑے ہوتے ہیں اور میٹل میں موجود آزاد الیکٹران حرارت کی تیز رفتار منتقلی میں مدد دیتے ہیں۔



شکل 11.1: میٹلز میں کنڈکشن کے ذریعے انتقالِ تھرمل انرجی

ٹھوس اجسام میں تھرمل کنڈکشن (Thermal Conduction in Solids)

جب کسی میٹل کے چمچ کے دستے کو گرم پانی میں رکھا جاتا ہے تو وہ جلد ہی گرم ہو جاتا ہے، جبکہ لکڑی کا دستہ گرم نہیں ہوتا۔ یہ فرق ظاہر کرتا ہے کہ مختلف میٹریلز حرارت کو مختلف طریقوں سے منتقل کرتے ہیں۔ میٹلز اور نان میٹلز دونوں حرارت کو منتقل کر سکتے ہیں، لیکن میٹلز اس عمل میں عام طور پر بہت زیادہ مؤثر ہوتی ہیں۔ ٹھوس اجسام میں ایٹم اور مالیکیول ایک دوسرے کے ساتھ بہت مضبوطی سے جڑے ہوئے ہوتے ہیں اور اپنی وسطی پوزیشن کے اردگرد مسلسل وائبریٹ کرتے رہتے ہیں، جیسا کہ شکل 11.1 میں دکھایا گیا ہے۔

www.ilmkidunya.com

جب ٹھوس شے کے ایک سرے کو گرم کیا جاتا ہے تو اُس حصّے کے ذرّات زیادہ تیزی سے وائبریٹ کرنے لگتے ہیں۔ یہ وائبریٹ کرتے ہوئے ذرّات اپنے قریب موجود ایٹمز یا مالیکیولز سے ٹکراتے ہیں اور اپنی کچھ حرارت (انرجی) اُن تک منتقل کر دیتے ہیں۔ اس طرح قریبی ذرّات بھی تیزی سے وائبریٹ کرنے لگتے ہیں اور وہ آگے دوسرے ذرّات کو حرارت منتقل کر دیتے ہیں۔ آہستہ آہستہ حرارت پورے ٹھوس میں پھیلتی جاتی ہے، لیکن یہ عمل سست ہوتا ہے، کیونکہ گرم حصّے سے ٹھنڈے حصّے تک صرف تھوڑی مقدار میں حرارت منتقل ہوتی ہے۔ کنڈکشن میں حرارت ایک ٹھوس میڈیم کے ذریعے ٹمپریچر کے فرق کی وجہ سے منتقل ہوتی ہے۔

حرارت میٹلز میں نان میٹلز کی نسبت جلدی کیوں سفر کرتی ہے؟

دلچسپ معلومات

ڈائمنڈ میٹلز سے بھی کہیں بہتر حرارت کا کنڈکٹر ہے۔ ایک اعلیٰ معیار کے ڈائمنڈ میں سے تانبے سے 4 سے 5 گنا زیادہ حرارت گزر سکتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

حرارت ایک جسم سے دوسرے جسم میں منتقل ہوتی ہے، مثال کے طور پر جیسے چولہا برتن کو گرم کرتا ہے

میٹلز میں فری الیکٹرونز (Free electrons) موجود ہوتے ہیں جو میٹیریل کے اندر آسانی سے حرکت کر سکتے ہیں۔ یہ تیز رفتار الیکٹرونز حرارت کو بہت جلدی گرم حصّے سے ٹھنڈے حصّے تک لے جاتے ہیں۔ اسی وجہ سے میٹلز نان میٹلز کے مقابلے میں بہت زیادہ اچھی کنڈکٹر ہوتی ہیں اور ان میں حرارت کا پھیلاؤ زیادہ تیز ہوتا ہے۔

11.2 مائعات اور گیسوں میں کنویکشن (Convection in liquids and Gases)

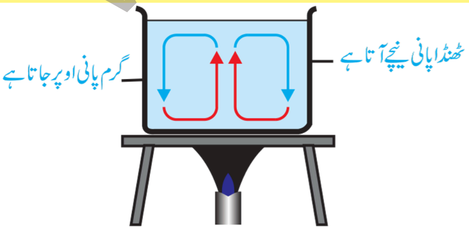
مائعات اور گیسیں حرارت کو کنڈکشن کے ذریعے زیادہ مؤثر طریقے سے منتقل نہیں کرتیں، لیکن حرارت پھر بھی ان فلیوڈز (Fluids) (مائع یا گیس) میں کنویکشن کے ذریعے منتقل ہو سکتی ہے۔

جب کسی مائع یا گیس کو گرم کیا جاتا ہے تو اس کی ڈینسٹی کم ہو جاتی ہے اور وہ پھیل کر ہلکی ہو جاتی ہے۔ گرم کیا ہوا مائع یا گیس اوپر اٹھ جاتی ہے، جبکہ اس کی جگہ لینے کے لیے ارد گرد کا ٹھنڈا مائع یا گیس اس حصے کی طرف بڑھتی ہے۔ یہ ٹھنڈا مائع یا گیس بھی گرم ہو جاتی ہے اور اسی طرح پورے مائع یا گیس میں حرارت منتقل ہوتی رہتی ہے۔ اس طرح گرم حصے سے ٹھنڈے حصے کی طرف مالیکیولز کی حرکت کے ذریعے مائع یا گیس میں حرارت منتقل ہوتی ہے۔

کنویکشن انتقالِ تھرمل انرجی کا وہ عمل ہے جس میں حرارت مالیکیولز کی حقیقی حرکت کے ذریعے گرم حصے سے ٹھنڈے حصے تک پہنچتی ہے۔

تجربہ: (مائع میں کنویکشن کو ظاہر کرنا)

ایک بیکر کو دو تہائی پانی سے بھر لیں اور اس کے نیچے برنر (Burner) رکھ کر پانی کو گرم کریں۔ اب پانی میں پوٹاشیم پرمینگنیٹ کے دو یا تین کرسٹل ڈالیں۔ ہم دیکھیں گے کہ شعلے کے اوپر والے حصے میں رنگ دار دھاریاں اوپر کی طرف اٹھتی ہیں، پھر بیکر کی دیواروں کے

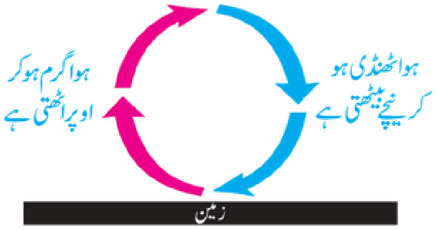


شکل 11.2: کنویکشن کرنٹس کے دوران گرم پانی اوپر کی جانب اور ٹھنڈا پانی نیچے کی جانب گھومتا ہے۔

www.ilmkidunya.com

ساتھ ساتھ نیچے کی طرف آتی ہیں، جیسا کہ شکل 11.2 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ رنگ دار دھاریاں مائع کے اندر بنتی ہوئی کنویکشن کرنٹس کی حرکت کو ظاہر کرتی ہیں۔ لیکن جب برنر ہٹا دیا جاتا ہے تو یہ کنویکشن کرنٹس کیوں رک جاتی ہیں؟ اس کی وجہ یہ ہے کہ بیکر کے نیچے موجود پانی گرم ہو کر پھیلتا ہے، ہلکا ہو جاتا ہے اور اوپر اٹھ جاتا ہے، جبکہ اوپر کا ٹھنڈا اور بھاری پانی نیچے آ کر اس کی جگہ لیتا ہے۔

ہوا میں کنویکشن کرنٹس (Convection Currents in Air)



شکل 11.3: کنویکشن کرنٹس سے گرم ہوا اوپر کی جانب اور ٹھنڈی ہوا نیچے کی جانب گھومتی ہے۔

جب گیسوں کو گرم کیا جاتا ہے تو وہ پھیلتی ہیں، اور اس طرح فضا کے مختلف حصوں میں ہوا کی ڈینسٹی میں فرق پیدا ہو جاتا ہے۔ اسی فرق کی وجہ سے کنویکشن کرنٹس بنتے ہیں۔ اس عمل کو ایک سادہ تجربے سے بھی دکھایا جا سکتا ہے، جیسا کہ شکل 11.3 میں دکھایا گیا ہے۔ کیا آپ اس عمل کی وضاحت کر سکتے ہیں؟

یہ عمل اُس وقت شروع ہوتا ہے جب سورج زمین کی سطح کو گرم کرتا ہے اور زمین کے قریب موجود ہوا کا ٹمپریچر بڑھ جاتا ہے۔ گرم ہوا ہلکی اور کم ڈینسٹی والی ہو جاتی ہے اور اوپر کی طرف اٹھنے لگتی ہے۔ اوپر جاتے ہوئے یہ ہوا ٹھنڈی ہوتی ہے، جس سے وہ زیادہ گھنی (Dense) ہو جاتی ہے اور دوبارہ زمین کی طرف نیچے آ جاتی ہے۔ جب ٹھنڈی ہوا نیچے آتی ہے تو زمین کے قریب دوبارہ گرم ہوتی ہے، اور یہ چکر بار بار دوہرایا جاتا رہتا ہے۔ اسی حرکت کو کنویکشن کرنٹس کہتے ہیں۔ یہ کنویکشن کرنٹس فضا میں ہونے والے کئی قدرتی عوامل (Natural phenomenon) کا سبب بنتے ہیں، جیسے ہوائیں، سمندری ہوا، زمینی ہوا اور مختلف موسمی رجحانات (Patterns)۔ یہ زمین کی فضا میں حرارت کو ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل کرتے ہیں اور زمین کے موسم اور آب و ہوا کو متوازن رکھنے میں بہت اہم کردار ادا کرتے ہیں۔

کنویکشن کرنٹس کے استعمالات (Applications of Convection Currents)

الیکٹرک، گیس یا کوئلے کے ہیٹر سے پیدا ہونے والے کنویکشن کرنٹس گھروں اور دفاتر کو گرم رکھنے کے لیے استعمال ہوتے ہیں۔ سینٹرل ہیٹنگ سسٹمز بھی پوری عمارت میں حرارت پھیلانے کے لیے کنویکشن پر ہی انحصار کرتے ہیں۔ وسیع پیمانے پر، فطرت میں بھی کنویکشن کرنٹس خود بخود بنتے ہیں۔ فضا میں روزانہ ٹمپریچر میں ہونے والی تبدیلیاں گرم اور ٹھنڈی ہوا کی حرکت کے باعث ہوتی ہیں۔ زمینی ہوا اور سمندری ہوا فطرت میں کنویکشن کرنٹس کی نمایاں مثالیں ہیں۔

زمینی اور سمندری ہوائیں (Land and Sea Breezes)

دن میں سمندری ہوا کیوں چلتی ہے، اور رات کے وقت زمینی ہوا کیوں بنتی ہے؟ اس کی وجہ کنویکشن ہے۔ دن کے وقت زمین کا ٹمپریچر سمندر کے مقابلے میں زیادہ تیزی سے بڑھ جاتا ہے کیونکہ زمین کی مخصوص حرارتی گنجائش (Specific heat capacity) کم ہوتی ہے۔ گرم زمین کے اوپر موجود ہوا ہلکی ہو کر اوپر اُٹھتی ہے اور اس کی جگہ لینے کے لیے سمندر کی ٹھنڈی ہوا زمین کی طرف آتی ہے۔

شکل 11.4: دن کے وقت سمندری ہوا سمندر سے زمین کی طرف چلتی ہے جبکہ گرم ہوا زمین سے اوپر کی طرف اُٹھتی ہے۔

www.ilmkidunya.com

اسی کو سمندری ہوا کہتے ہیں، جیسا کہ شکل 11.4 میں دکھایا گیا ہے۔

رات کے وقت زمین کا ٹمپریچر سمندر کے مقابلے میں زیادہ جلدی کم ہو جاتا ہے۔ اس دوران سمندر کے اوپر کی ہوا زیادہ گرم اور ہلکی ہو کر اوپر اٹھتی ہے اور زمین کی ٹھنڈی ہوا سمندر کی طرف بڑھتی ہے۔ اس عمل سے زمینی ہوا بنتی ہے، جیسا کہ شکل 11.5 میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 11.5: رات کے وقت زمینی ہوا زمین سے سمندر کی طرف چلتی ہے جبکہ گرم ہوا پانی سے اوپر کی طرف اُٹھتی ہے۔

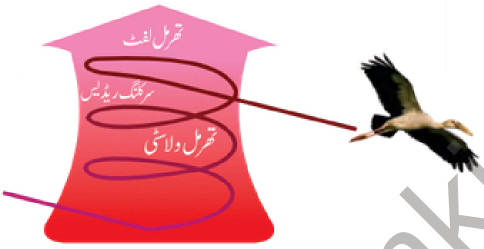
گلائیڈنگ (Gliding)

گلائیڈر (Glider) ہوا میں کس طرح رہتا ہے؟

گلائیڈر ایک ایسا ہوائی جہاز ہوتا ہے جس میں انجن نہیں ہوتا۔ یہ اوپر اٹھتی ہوئی گرم ہوا کی تھرملز (Thermals) پر انحصار کرتا ہے، جو کنویکشن کے ذریعے بنتی ہیں (شکل 11.6)۔

شکل 11.6: گلائیڈر

گلائیڈر ان گرم اوپر اٹھنے والی ہواؤں کا فائدہ اٹھاتا ہے اور لمبے عرصے تک ہوا میں رہ سکتا ہے۔ اسی طرح پرندے بھی تھرملز کے سہارے گھنٹوں تک پروں کو ہلائے بغیر فضا میں بلند رہتے ہیں۔ وہ اپنے پر پھیلا کر تھرملز میں دائرے بناتے ہیں، جس سے گرم ہوا کے اوپر اٹھنے کے ساتھ وہ بلندی حاصل کرتے رہتے ہیں۔ عقاب، باز اور گدھ جیسے پرندے تھرملز کو استعمال کرنے میں خاص مہارت رکھتے ہیں۔ وہ تھوڑی سی محنت سے بہت لمبے فاصلے طے کر لیتے ہیں اور انھیں بمشکل کبھی پروں کو پھڑپھڑانا پڑتا ہے (شکل 11.7)



شکل 11.7: پرندے اُڑنے کے لیے ہوا کے تھرمل کرنٹس سے فائدہ اٹھاتے ہیں

سمندری پانی میں کنویکشن اور آبی حیات
(Convection in Seawater and Marine Life)

سمندری پانی میں کنویکشن بہت اہم کردار ادا کرتا ہے اور آبی حیات کو برقرار رکھنے کے لیے ضروری ہے۔ جب سورج سمندر کی سطح کو گرم کرتا ہے تو اوپر والا پانی ہلکا ہو جاتا ہے اور سطح پر رہتا ہے، جبکہ نیچے موجود ٹھنڈا اور بھاری پانی نیچے ہی رہتا ہے۔ ٹمپریچر کے فرق کی وجہ سے سمندر میں کنویکشن کرنٹس بنتے ہیں۔ یہ کرنٹس پانی کو اوپر اور نیچے حرکت دیتے رہتے ہیں۔ اس عمل سے سطح پر موجود آکسیجن نیچے کی گہرائیوں تک پہنچتی ہے اور نیچے سے غذائی اجزا (Nutrients) اوپر آتے ہیں۔ یہ عمل سمندری جانوروں اور پودوں کی بقا کے لیے نہایت ضروری ہے، کیونکہ اس سے سمندر کی مختلف گہرائیوں میں آکسیجن اور غذا مناسب مقدار میں دستیاب رہتی ہے۔ اگر کنویکشن نہ ہوتا تو سمندر کی گہرائیوں میں آکسیجن کم ہو جاتی اور سطح کے پانی میں غذائی اجزا کم پڑ جاتے، جس سے آبی نظام (Marine Ecosystem) کی زندگی مشکل ہو جاتی۔

ذہنی آزمائش

ہمیں ساحل سمندر پر دن کے وقت سمندر کی طرف سے ٹھنڈی ہوا کیوں محسوس ہوتی ہے؟

ذہنی آزمائش

پرندے دھوپ والے موسم میں اپنے پروں کو زیادہ حرکت دیے بغیر گھنٹوں تک کیسے اُڑتے رہتے ہیں؟

www.ilmkidunya.com

11.3 ریڈی ایشن کے ذریعے انتقالِ تھرمل انرجی (Heat Transfer Through Radiation)

سورج ہماری زمین کے لیے حرارت کا بنیادی ذریعہ ہے۔ لیکن یہ حرارت نہ تو کنڈکشن کے ذریعے زمین تک پہنچتی ہے اور نہ ہی کنویکشن کے ذریعے، کیونکہ سورج اور زمین کی فضا کے درمیان کوئی میڈیم موجود نہیں ہے۔ اس کے بجائے یہ حرارت ریڈی ایشن کے ذریعے منتقل ہوتی ہے۔ یعنی ایسا عمل جس میں انرجی الیکٹرو میگنیٹک ویوز (Electromagnetic waves) کی صورت میں خلا میں سفر کرتی ہے۔ یہی وہ طریقہ ہے جس کے ذریعے سورج کی حرارت زمین تک پہنچتی ہے۔

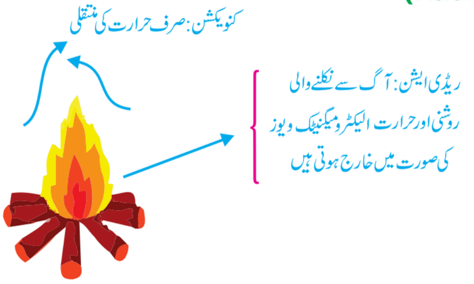
ریڈی ایشن میں انتقالِ تھرمل انرجی کسی بھی میڈیم کے بغیر الیکٹرو میگنیٹک ویوز کے ذریعے ہوتا ہے۔

آگ کے الاؤ سے حرارت کا پہنچنا (Radiation from a Fireplace)

الاؤ (Fireplace) سے حرارت ہمارے تک کیسے پہنچتی ہے (شکل 11.8)؟

حرارت ہوا کے ذریعے کنڈکشن سے نہیں پہنچ سکتی، کیونکہ ہوا نہ تو حرارت کو اچھی طرح چلاتی ہے اور نہ ہی اس میں وہ خصوصیت ہوتی ہے کہ وہ حرارت کو آگے منتقل کر سکے۔ ہم تک حرارت ریڈی ایشن کے ذریعے پہنچتی ہے۔ ریڈی ایشن کا اخراج (Emission) مختلف عوامل سے متاثر ہوتا ہے، جیسے:

- سطح کا رنگ اور ساخت
- سطح کا ٹمپریچر
- سطح کا ایریا



شکل 11.8: تھرمل ریڈی ایشن کا الیکٹرو میگنیٹک ویوز میں تبدیل ہونا

> **کیا آپ جانتے ہیں؟**
>
> - کنویکشن وہ عمل ہے جس میں مائع اور گیس گرم ہوتی ہیں
> - کنڈکشن وہ عمل ہے جس میں گرم چیز کسی دوسری گرم چیز کو چھو کر اُسے بھی گرم کر دیتی ہے۔
> - ریڈی ایشن وہ عمل ہے جس میں انرجی الیکٹرو میگنیٹک ویوز کے ذریعے سفر کر کے کسی چیز کو گرم کرتی ہے۔

چیزیں وقت کے ساتھ ٹھنڈی یا گرم کیوں ہوتی ہیں؟

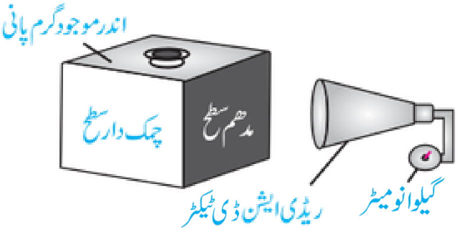
ایک گرم چائے کا کپ وقت کے ساتھ ٹھنڈا کیوں ہو جاتا ہے؟ ٹھنڈا پانی بھرا گلاس آہستہ آہستہ گرم کیوں ہو جاتا ہے؟ اس کی وجہ یہ ہے کہ کمرے میں موجود تمام اشیا، جیسا کہ دیواریں، چھت، فرش، فرنیچر وغیرہ حرارت خارج بھی کرتی ہیں اور جذب بھی کرتی ہیں۔ اگر کسی جسم کا ٹمپریچر اپنے آس پاس کی نسبت زیادہ ہو تو وہ زیادہ حرارت خارج کرتا ہے اور کم حرارت جذب کرتا ہے۔ نتیجتاً اس کا ٹمپریچر کم ہوتا جاتا ہے یہاں تک کہ وہ اردگرد کے ماحول کے ٹمپریچر کے برابر ہو جائے۔ دوسری طرف، اگر کسی جسم کا ٹمپریچر ماحول سے کم ہو تو وہ زیادہ حرارت جذب کرے گا اور کم حرارت خارج کرے گا، جس سے وہ آہستہ آہستہ گرم ہونے لگتا ہے اور آخرکار ماحول کے ساتھ توازن میں آ جاتا ہے۔ کسی سطح سے حرارت کے خارج ہونے کی سپیڈ (Emission Rate) اس کی اپنی خصوصیات پر منحصر ہوتی ہے۔ اس عمل کو واضح کرنے کے لیے لیزلی کا کیوب (Leslie's cube) استعمال کیا جاتا ہے (شکل 11.9)۔

لیزلی کا کیوب - ریڈی ایشن کا اخراج اور انجذاب (Leslie's Cube – Emission and Absorption of Radiation)

لیزلی کا کیوب ایک میٹل کا ڈبہ ہوتا ہے جس کی چاروں سطحیں مختلف قسم کی بنائی جاتی ہیں، جیسے:

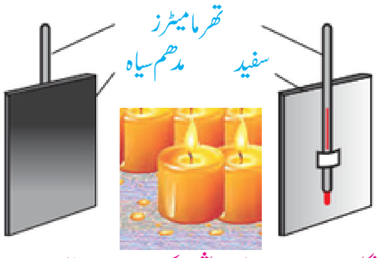
www.ilmkidunya.com

- پالش شدہ یا چمکیلی سطح
- مدھم سیاہ سطح
- سفید سطح
- کوئی رنگ دار سطح



شکل 11.9: لیزلی کے کیوب سے ریڈی ایشن

جب کیوب کو گرم پانی سے بھرا جاتا ہے اور اس کی کسی ایک سطح کو ریڈی ایشن ڈی ٹیکٹر (Radiation detector) کی طرف رکھا جاتا ہے تو معلوم ہوتا ہے کہ مدھم سیاہ سطح سب سے زیادہ حرارت خارج کرتی ہے (شکل 11.9)۔ اسی طرح مختلف سطحیں حرارت جذب کرنے میں بھی فرق رکھتی ہیں۔ مثال کے طور پر اگر مدھم سیاہ سطح کا مقابلہ پالش شدہ یا چمکیلی سطح سے کیا جائے تو مدھم سیاہ سطح زیادہ تیزی سے حرارت جذب کرتی ہے اور اس کا ٹمپریچر جلد بڑھ جاتا ہے، جبکہ چمکیلی یا پالش شدہ سطح حرارت کو بہت آہستہ جذب کرتی ہے، اس لیے وہ بہت سست رفتاری سے گرم ہوتی ہے۔ ان تمام مشاہدات کو نوٹ کیا جاتا ہے اور واضح فرق دکھانے کے لیے ایک ٹیبل یا گراف میں مرتب کیا جاتا ہے (شکل 11.10)۔



شکل 11.10: ریڈی ایشنز کے جذب ہونے کا موازنہ

سطح کے رنگ اور ٹیکسچر کا انفراریڈ ریڈی ایشنز پر اثر (Effect of Surface Colour and Texture on Infrared Radiations)

کسی بھی سطح کا رنگ اور ساخت (Texture) اس بات پر گہرے اثرات ڈالتے ہیں کہ وہ سطح انفراریڈ ریڈی ایشن کو کتنا خارج کرتی ہے، کتنا جذب کرتی ہے، اور کتنا رفلیکٹ کرتی ہے ۔ مدھم اور گہرے رنگ والی سطحیں انفراریڈ ریڈی ایشن کو بہت اچھی طرح جذب بھی کرتی ہیں اور خارج بھی کرتی ہیں۔ اسی وجہ سے مدھم سیاہ سطح جلدی گرم ہو جاتی ہے اور زیادہ حرارت خارج کر کے جلد ٹھنڈی بھی ہو جاتی ہے۔ اس کے برعکس چمکیلی اور ہلکے رنگ کی سطحیں ریڈی ایشن کی کمزور جذب کرنے والی اور کمزور خارج کرنے والی ہوتی ہیں۔ یہ زیادہ تر انفراریڈ ریڈی ایشن کو رفلیکٹ کر دیتی ہیں۔ اسی لیے چمکیلی سطحیں، جیسے پالش شدہ میٹلز، دھوپ میں بھی سیاہ سطحوں کے مقابلے میں ٹھنڈی رہتی ہیں۔ ساخت کا بھی اہم کردار ہے: کھردری سطحیں ریڈی ایشنز کو زیادہ جذب اور زیادہ خارج کرتی ہیں، جبکہ ہموار (Smooth) سطحیں زیادہ تر ریڈی ایشنز کو واپس رفلیکٹ کرتی ہیں، اس لیے وہ کم گرم ہوتی ہیں۔

سطح کے ٹمپریچر اور سطحی ایریا کا انتقالِ تھرمل انرجی پر اثر (Impact of Surface Temperature and Surface Area on Heat Transfer)

کسی جسم سے ریڈی ایشن کے ذریعے خارج ہونے والی حرارت کی سپیڈ دو اہم عوامل پر منحصر ہوتی ہے:

1۔ سطح کا ٹمپریچر 2۔ سطح کا ایریا

جب کسی جسم کی سطح کا ٹمپریچر بڑھتا ہے تو وہ زیادہ انرجی خارج کرتا ہے، کیونکہ گرم اجسام ٹھنڈے اجسام کے مقابلے میں زیادہ حرارت

دلچسپ معلومات

سورج کی روشنی ہم تک ریڈی ایشنز کے ذریعے پہنچتی ہے۔ یہ خالص انرجی ہے جسے ہوا کی ضرورت نہیں بلکہ خلاء میں سفر کرتی ہے۔

www.ilmkidunya.com

خارج کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر، گرم لوہے کی سلاخ چمکتی بھی ہے اور زیادہ حرارت خارج کرتی ہے ، جبکہ کم گرم سلاخ کم حرارت خارج کرے گی۔ اسی طرح سطح کا ایریا بھی بہت اہم کردار ادا کرتا ہے۔ اگر کسی جسم کی سطح بڑی ہو تو وہ زیادہ تیزی سے حرارت خارج یا جذب کر سکتا ہے۔ اسی لیے کمروں کو گرم رکھنے والے ریڈی ایٹرز میں بہت سی باریک پلیٹس یا فنز (Fins) بنائے جاتے ہیں۔ اس طرح زیادہ جگہ گھیرے بغیر سطح کا ایریا بڑھ جاتا ہے، اور زیادہ حرارت ایک ساتھ خارج ہوتی ہے۔

کیا آپ جانتے ہیں؟

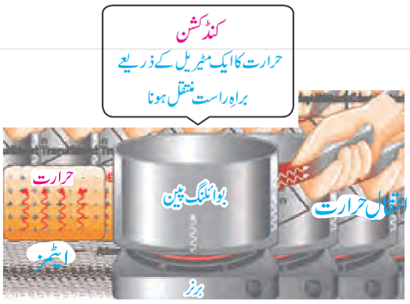
مدھم سیاہ سطحیں چمکیلی سطحوں کے مقابلے میں زیادہ انرجی جذب اور خارج کرتی ہیں اس لیے سولر پینل سیاہ رنگ کے ہوتے ہیں۔

لہٰذا زیادہ سطحی ٹمپریچر اور بڑا سطحی ایریا دونوں مل کر جسم کو ریڈی ایشن کے ذریعے تھرمل انرجی زیادہ تیزی سے خارج کرنے میں مدد دیتے ہیں۔

حرارت کی منتقلی کے استعمالات (Applications of Heat Transfer)

1۔ باورچی خانے کے برتنوں کو گرم کرنا

انتقالِ تھرمل انرجی کا ایک روزمرہ استعمال باورچی خانے کے برتنوں میں کھانا پکانے کے دوران سامنے آتا ہے۔ جب کوئی دیگچی یا پتیلی چولہے پر رکھی جاتی ہے تو حرارت کے شعلوں یا الیکٹرک ایلیمنٹ سے حرارت کنڈکشن کے ذریعے برتن تک پہنچتی ہے۔ برتن عموماً میٹل کے بنے ہوتے ہیں، اور میٹل چونکہ حرارت کی اچھی کنڈکٹر ہوتی ہے، اس لیے وہ حرارت کو تیزی سے جذب کر لیتی ہے اور اپنی سطح کے ذریعے آگے منتقل کرتی ہے۔ نتیجتاً پورا برتن گرم ہو جاتا ہے، جس سے اندر رکھا ہوا کھانا یکساں طور پر پک جاتا ہے (شکل 11.11)



شکل 11.11: اُبلتے ہوئے پین میں کنڈکشن کے ذریعے انتقالِ حرارت

شکل 11.12: تھرمس فلاسک

2۔ تھرمل انسولیشن کے ذریعے مائع کا ٹمپریچر برقرار رکھنا

تھرمل انسولیشن گرم چیزوں کو گرم اور ٹھنڈی چیزوں کو ٹھنڈا رکھنے میں مدد دیتی ہے۔ مثال کے طور پر تھرمس فلاسک (Thermos flask) کی دیواریں دوہری ہوتی ہیں اور ان کے درمیان خلاء موجود ہوتا ہے (شکل 11.12)۔ خلاء انتقالِ تھرمل انرجی کو کنڈکشن اور کنویکشن کے ذریعے روک دیتا ہے کیونکہ اس میں نہ ہوا ہوتی ہے اور نہ ہی کوئی ایسا میٹریل جو حرارت کو منتقل کر سکے۔ فلاسک کی اندرونی دیواروں پر چمکیلی پرت چڑھی ہوتی ہے جو ریڈی ایشن واپس رفلیکٹ کر دیتی ہے، جس سے اندر موجود مائع زیادہ دیر تک گرم رہتا ہے۔ فلاسک کا بیرونی حصہ اور اس کا ڈھکن انسولیٹنگ میٹریل جیسے پلاسٹک یا اسٹین لیس اسٹیل سے بنایا جاتا ہے تاکہ حرارت باہر نہ نکل سکے۔ یہ مخصوص ڈیزائن چائے، کافی یا سوپ جیسے مشروبات کو کئی گھنٹوں تک مناسب ٹمپریچر پر برقرار رکھتا ہے۔

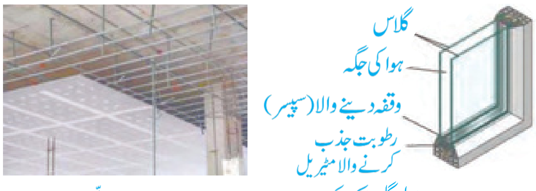
دلچسپ معلومات

کھانا پکانے والے برتن کا ہینڈل ٹھنڈا رہتا ہے کیونکہ وہ ناقص کنڈکٹرز جیسے لکڑی یا پلاسٹک سے بنایا جاتا ہے جو حرارت کو آگے منتقل نہیں کرتے۔

www.ilmkidunya.com

3۔ عمارتوں میں انتقالِ تھرمل انرجی کو کم کرنا (Reducing Thermal Energy Transfer in Buildings)

عمارتوں میں تھرمل انسولیشن سردیوں میں انہیں گرم اور گرمیوں میں ٹھنڈا رکھنے میں مدد دیتی ہے۔ اگر دیواروں میں فوم بھری جائے، موٹے پردے لگائے جائیں، ڈبل گلیزڈ کھڑکیاں (Double glazed windows) استعمال کی جائیں (شکل 11.13-الف)، یا معلّق چھت (False ceiling) لگائی جائے (شکل 11.13-ب)، تو ہم حرارت کے نقصان کو کنڈکشن، کنویکشن اور ریڈی ایشن کے ذریعے کم کر سکتے ہیں۔ سرد موسم میں انسولیشن اندر کی گرم ہوا کو باہر نکلنے سے روکتی ہے، جبکہ گرم موسم میں یہ باہر کی حرارت کو اندر آنے سے روک دیتی ہے۔



شکل 11.13: تھرمل انرجی کی منتقلی کو کم کرنا

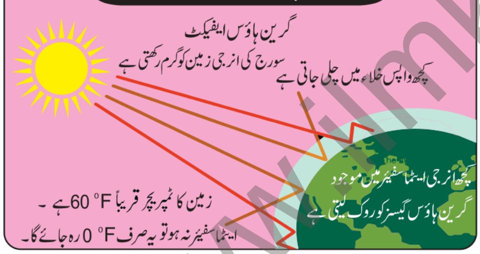
اس طرح ہیٹر اور ایئر کنڈیشنر کے استعمال میں کمی آتی ہے، جس سے انرجی کی بچت ہوتی ہے اور اخراجات بھی کم ہو جاتے ہیں۔ حتیٰ کہ کھڑکیوں کے باہر مناسب شیڈنگ کرنے یا گھر کے اندر اچھی وینٹی لیشن (Ventilation) رکھنا بھی کمرے کے ٹمپریچر کو قابو میں رکھنے میں اہم کردار ادا کرتا ہے۔

11.4 گرین ہاؤس ایفیکٹ (Greenhouse Effect)

گرین ہاؤس ایفیکٹ اس عمل کو کہتے ہیں جس کے ذریعے زمین کا ماحول سورج کی حرارت کے ایک حصّے کو اپنے اندر روک لیتا ہے، جس کی وجہ سے زمین کا ٹمپریچر زندگی کے لیے مناسب رہتا ہے۔

اگر یہ عمل نہ ہو تو زمین اتنی ٹھنڈی ہو جائے کہ موجودہ شکل کی زندگی برقرار نہ رہ سکے

آپ کی معلومات کے لیے



گرین ہاؤس میں ٹمپریچر کا برقرار رہنا (Temperature Regulation in a Greenhouse)

گرین ہاؤس کے اندر ٹمپریچر کس طرح برقرار رہتا ہے؟ سورج سے آنے والی شعاعوں میں کم ویولینگتھ (Wavelength) والی روشنی اور الٹرا وائلٹ ریڈی ایشن، اور زیادہ ویولینگتھ والی انفرا ریڈ ریڈی ایشن شامل ہوتی ہے۔ شیشہ اور پلاسٹک جیسے شفاف میٹیریلز کم ویولینگتھ والی شعاعوں کو اندر جانے دیتے ہیں، لیکن زیادہ ویولینگتھ والی انفرا ریڈ ریڈی ایشن کو باہر جانے نہیں دیتے۔ یعنی اندر حرارت پھنس جاتی ہے۔ سورج کی شعاعیں گرین ہاؤس کے اندر موجود پودوں، مٹی، اور اشیا کو گرم کرتی ہیں اور یہ اشیا حرارت کو زیادہ ویولینگتھ کی ریڈی ایشن کی صورت میں خارج کرتی ہیں۔ لیکن شیشہ یا پلاسٹک کی چادریں اس ریڈی ایشن کو باہر نہیں جانے دیتیں اور اسے واپس اندر ریفلیکٹ کر دیتی ہیں۔ اسی وجہ سے گرین ہاؤس کے اندر گرم ماحول قائم رہتا ہے جو پودوں کی نشوونما کے لیے موزوں ہے۔

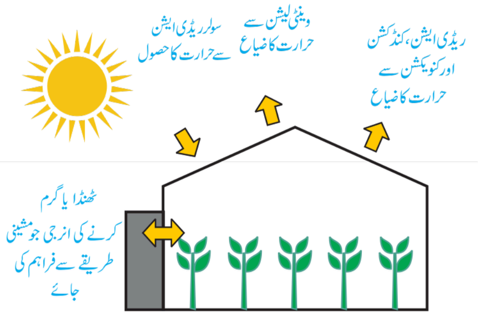
دلچسپ معلومات

لوگوں کو یہ باور کرایا گیا ہے کہ انسانی سرگرمیوں سے پیدا ہونے والی زائد کاربن ڈائی آکسائڈ گرین ہاؤس ایفیکٹ کو بڑھا کر زمین کو گرم کر رہی ہے۔ لیکن حقیقت یہ ہے کہ کاربن ڈائی آکسائڈ ہماری فضا کا صرف 0.035% حصہ ہے اور یہ بہت کمزور گرین ہاؤس گیس ہے۔

www.ilmkidunya.com

زمین پر گرین ہاؤس ایفیکٹ (Greenhouse Effect on Earth)

زمین کا ماحول بھی گرین ہاؤس کی طرح کام کرتا ہے۔ ماحول میں موجود کاربن ڈائی آکسائڈ، پانی کے بخارات اور کچھ دوسری گیسیں سورج کی حرارت کا ایک حصّہ زمین کے آس پاس روک لیتی ہیں (شکل 11.14)۔ اس سے زمین کا ٹمپریچر معتدل رہتا ہے۔ لیکن پچھلے چند سالوں میں فضا میں کاربن ڈائی آکسائڈ کی مقدار بہت بڑھ گئی ہے، جس سے گرین ہاؤس ایفیکٹ مزید مضبوط ہو گیا ہے۔ اس کے نتیجے میں زیادہ حرارت ماحول میں پھنس جاتی ہے اور زمین کا اوسط ٹمپریچر بڑھ جاتا ہے۔ اسی عمل کو گلوبل وارمنگ (Global warming) کہتے ہیں۔ ٹمپریچر میں یہ اضافہ دنیا بھر کے موسمی نظاموں پر سنگین اثرات ڈال رہا ہے؛ جیسے موسموں میں بے ترتیبی، برف کا پگھلنا، سمندری سطح کا بڑھنا، اور شدید موسموں کا بڑھ جانا۔



شکل 11.14: گرین ہاؤس میں حرارت کی منتقلی کے طریقے

کیا آپ جانتے ہیں؟

- گرین ہاؤس گیسیں سورج کی انرجی کو جذب کر کے ایٹما سفیئر میں روک لیتی ہیں۔
- اگر گرین ہاؤس گیسیں، گرین ہاؤس ایفیکٹ پیدا نہ کرتیں تو زمین اتنی گرم نہ ہوتی کہ انسانی زندگی قائم رہ سکتی۔

مشق

1۔ کثیر الانتخابی سوالات

درست جواب پر (✓) کا نشان لگائیں۔

11.1 انتقالِ تھرمل انرجی کے کون سے طریقہ میں پارٹیکلز براہِ راست جُڑے ہوتے ہیں؟

(الف) کنویکشن (ب) ریڈی ایشن (ج) کنڈکشن (د) اویپوریشن

11.2 مائعات اور گیسوں میں کنویکشن کرنٹس کس وجہ سے بنتے ہیں؟

(الف) پارٹیکلز کی ہر سمت مسلسل حرکت سے (ب) گرم حصّوں کے اوپر اٹھنے اور ٹھنڈے حصّوں کے نیچے آنے سے

(ج) حرارت کی کنڈکشن کے ذریعے (د) حرارت کی ویوز کے رفلیکٹ ہونے سے

11.3 کنویکشن کرنٹس سے پیدا ہونے والا قدرتی مظہر کون سا ہے؟

(الف) زلزلے (ب) زمینی اور سمندری ہوائیں (ج) میگنیٹک فیلڈز (د) سورج گرہن

11.4 ریڈی ایشن کے ذریعے حرارت کس طرح منتقل ہوتی ہے؟

(الف) اشیا کے براہِ راست رابطے سے (ب) گرم سیال کی حرکت سے

(ج) الیکٹرو میگنیٹک ویوز کے ذریعے، بغیر کسی میڈیم کے (د) پانی کے مالیکیولز کے جذب ہونے سے

11.5 کون سی سطح سب سے زیادہ ریڈی ایشن جذب اور خارج کرتی ہے؟

(الف) ہموار اور چمکیلی سطحیں (ب) سیاہ اور کھردری سطحیں

(ج) شفاف اور باریک سطحیں (د) پالش شدہ سفید سطحیں

www.ilmkidunya.com

11.6 زمین کے ٹمپریچر کو برقرار رکھنے میں گرین ہاؤس ایفیکٹ کا کیا کردار ہے؟

(الف) تمام حرارت کو خلا میں نکلنے دیتا ہے (ب) حرارت کو فضا میں داخل ہونے سے روکتا ہے

(ج) مناسب مقدار میں حرارت روک کر ٹمپریچر کو برقرار رکھتا ہے (د) زمین کی سطح کو فوراً ٹھنڈا کر دیتا ہے

11.7 سورج کی حرارت زمین تک کس طرح پہنچتی ہے؟

(الف) ہوا میں کنڈکشن کے ذریعے (ب) خلا میں کنویکشن کے ذریعے

(ج) الیکٹرومیگنیٹک ریڈی ایشن کے ذریعے (د) چاند کی طرف سے رفلیکٹ ہو کر

2۔ مختصر جوابات کے سوالات

11.1 انتقالِ تھرمل انرجی کے تین بنیادی طریقے کون سے ہیں؟

11.2 میٹلز میں حرارت نامیٹلز کے مقابلے میں جلد کیوں سفر کرتی ہے؟

11.3 مائعات اور گیسوں میں کنویکشن کے ذریعے حرارت کیسے منتقل ہوتی ہے؟

11.4 کون سا قدرتی عمل زمینی اور سمندری ہوائیں پیدا کرتا ہے؟

11.5 پرندے اور گلائیڈرز کنویکشن کرنٹس کا فائدہ کیسے اٹھاتے ہیں؟

11.6 ریڈی ایشن کیا ہے اور یہ حرارت کیسے منتقل کرتی ہے؟

11.7 مدھم سیاہ سطح چمکیلی سطح کے مقابلے میں زیادہ حرارت کیوں جذب اور خارج کرتی ہے؟

11.8 گرین ہاؤس ایفیکٹ زمین کے ٹمپریچر کو کیسے برقرار رکھتا ہے؟

3۔ تعمیری فکر کے سوالات

11.1 لیزلی کے کیوب کے تجربے میں مدھم سیاہ سطح زیادہ حرارت کیوں خارج کرتی ہے، حالانکہ دونوں سطحوں کا ٹمپریچر ایک جیسا ہوتا ہے؟

11.2 ٹھوس اجسام میں کنویکشن کیوں نہیں ہو سکتی، اور مائعات و گیسوں میں کنویکشن کرنٹس ان کی کمزور حرارتی کنڈکٹیوٹی کی کمی کیسے پوری کرتے ہیں؟

11.3 گلائیڈر اور پرندے، جیسا کہ عقاب بغیر پروں کو ہلائے گھنٹوں فضا میں کیسے رہتے ہیں؟ اس کے پیچھے سائنسی اصول بیان کریں۔

11.4 ایک گرم میٹل کا جسم ٹھنڈے کمرے میں کچھ دیر بعد کیوں ٹھنڈا ہو جاتا ہے؟ ریڈی ایشن اور حرارتی توازن کے اصولوں سے وضاحت کریں۔

4۔ تفصیلی سوالات

11.1 مائع اور گیس میں کنویکشن کیسے ہوتی ہے؟ کنویکشن کرنٹس قدرتی مظاہر جیسے سمندری ہوائیں اور ہوا کے بہاؤ کی ترتیب میں کیسے کردار ادا کرتے ہیں؟

11.2 ریڈی ایشن، کنڈکشن اور کنویکشن انتقالِ تھرمل انرجی کے لحاظ سے کس طرح مختلف ہیں؟ روزمرہ مثالیں دیں اور بتائیں کہ مختلف سطحیں ریڈی ایشن کے انجذاب اور اخراج پر کیسے اثرانداز ہوتی ہیں۔

11.3 زمین کے ٹمپریچر کو برقرار رکھنے میں گرین ہاؤس ایفیکٹ کا کیا کردار ہے؟ انسانی سرگرمیوں سے بڑھتے ہوئے گرین ہاؤس ایفیکٹ کے ممکنہ نتائج بیان کریں۔

11.4 مختلف سطحیں حرارت کو جذب اور خارج کرنے میں کیسے مختلف ہوتی ہیں؟ سطح کے رنگ اور ساخت کا حرارت کے جذب اور اخراج پر کیا اثر ہوتا ہے؟

11.5 حرارتی انرجی مائع اور گیس میں کنویکشن کے ذریعے کیسے منتقل ہوتی ہے؟ وضاحت کریں کہ اگر ہیٹر کو کمرے میں ایک ہی جگہ پر رکھا جائے تو پورا کمرہ کیسے گرم ہو جاتا ہے۔

www.ilmkidunya.com