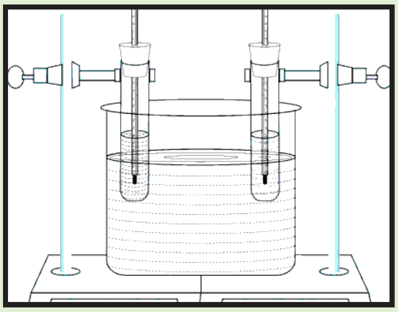
అధ్యాయం

1



ఉష్ణం

చల్లని నీరు, గోరువెచ్చని నీరు మరియు వేడినీటితో నింపిన గ్లాసులతో మీరు 7వ తరగతిలో చేసిన ప్రయోగాలను గుర్తుకు తెచ్చుకోండి. 'వేడి','చల్లని' అనే పదాలు సాపేక్షమైనవని మనం అర్థం చేసుకున్నాం. ఉష్ణం ఒక శక్తిస్వరూపం అని తెలుసుకున్నాం. ఈ పరిశీలనలను వర్ణించడానికి మనం ఉష్ణం మరియు ఉష్ణోగ్రత అనే పదాలను ఉపయోగిస్తాం. శాస్త్రపరంగా ఈ రెండు పదాలకు ప్రత్యేకమైన అర్థాలున్నాయి. వాటిని అవగాహన చేసుకోడానికి కొన్ని కృత్యాలు నిర్వహిద్దాం.

కృత్యం 1

ఒక చెక్కముక్కను, ఒక లోహపుముక్కను తీసుకొని వాటిని ఫ్రిజ్ (Fridge) లేదా ఐస్ బాక్స్‌లో ఉంచండి. 15 నిమిషాల తరువాత వాటిని బయటకు తీసి, వీటిని తాకమని మీ స్నేహితురాలికి చెప్పండి.

- ఏ వస్తువు చల్లగా ఉంటుంది? ఎందుచేత?

వివిధ పదార్థాలను ఫ్రిజ్ లో ఉంచినప్పుడు అవి చల్లబడతాయి. అంటే అవి ఉష్ణశక్తిని కోల్పోతాయి. చెక్క, ఇనుపముక్కలను ఒకే సమయంపాటు ఫ్రిజ్ లో ఉంచినప్పటికీ, చెక్క ముక్కకంటె ఇనుపముక్క చల్లగా ఉన్నట్లు మనకు అనిపిస్తుంది.

- ఈ చల్లదనంలో తేడాకు కారణం ఏమిటి ?
- మన శరీరం నుండి వస్తువుకు ఉష్ణశక్తి ప్రసరించడానికి, పై పరిశీలనకు ఏమైనా సంబంధం ఉందా?

ఒక చెక్కముక్క లేదా ఇనుపముక్కను మీరు తాకి నప్పుడు, అవి చల్లగా ఉన్నాయనే అనుభూతిని పొందుతారు. అంటే ఉష్ణశక్తి మీ వేలినుండి ఇనుపముక్క లేదా చెక్కముక్కకు బదిలీ అవుతుందని అర్థం చేసుకోవచ్చు. మీ వేలిని చెక్కముక్క నుండి దూరంగా జరిపినప్పుడు మీకు చల్లదనం భావన కలగదు. అంటే ఉష్ణశక్తి మీ శరీరం నుండి బయటకు ప్రవహిస్తే చల్లదనం అనే అనుభూతిని, ఉష్ణశక్తి మీ శరీరంలోనికి ప్రవహిస్తే వెచ్చదనం అనే అనుభూతిని

పొందుతారు. ఒక అగ్గిపుల్ల మంటకు దగ్గరగా మీవేలిని తీసుకువెళ్లడం ద్వారా దీనిని పరీక్షించవచ్చు.

చెక్కముక్క కంటే లోహపుముక్క చల్లగా ఉన్నట్లు మీరు అనుభూతి చెందితే, చెక్క ముక్కను తాకినప్పటికంటె లోహపుముక్కను తాకినప్పుడు మీ శరీరం నుండి ఎక్కువ ఉష్ణశక్తి బయటకు ప్రవహించిందని అర్థం.మరొక విధంగా చెప్పాలంటే, లోహపుముక్క చల్లదనం స్థాయి (Degree of coldness) చెక్కముక్క చల్లదనం స్థాయి కంటె ఎక్కువ.

చల్లదనం లేదా వెచ్చదనం స్థాయినే ఉష్ణోగ్రత (Temperature) అంటాం. ఇది ఉష్ణోగ్రతకు సాంప్రదాయ నిర్వచనం (conventional definition).

ఫ్రిజ్ నుంచి బయటకు తీసినప్పుడు చెక్కముక్క ఉష్ణోగ్రత కంటె లోహపుముక్క ఉష్ణోగ్రత తక్కువగా ఉందని అంటాం.

- వస్తువుల మధ్య ఉష్ణశక్తి ఎందుకు బదిలీ అవుతుంది?
- అన్ని సందర్భాలలోనూ ఉష్ణశక్తి బదిలీ అవుతుందా?
- ఉష్ణశక్తి బదిలీకి తోడ్పడే పరిస్థితులు ఏవి ?

తెలుసుకుందాం.

ఉష్ణ సమతాస్థితి - ఉష్ణం మరియు ఉష్ణోగ్రత

రెండు వస్తువులను ఒకదానికొకటి తాకేవిధంగా ఉంచినప్పుడు (ఉష్ణీయ స్పర్శలో ఉంచినప్పుడు), వేడివస్తువు నుండి చల్లని వస్తువుకు ఉష్ణశక్తి బదిలీ అవుతుంది. ఆ రెండు వస్తువులు ఒకే వెచ్చదనం స్థాయి (లేదా చల్లదనం స్థాయి) పొందేవరకు ఈ ఉష్ణశక్తి బదిలీ కొనసాగుతుంది. అప్పుడు, ఆ రెండు వస్తువులు ఉష్ణసమతాస్థితిని (Thermal equilibrium) పొందాయని చెప్పవచ్చు. అంటే ఉష్ణసమతాస్థితి అనేది ఒక వస్తువు ఉష్ణశక్తిని స్వీకరించలేని స్థితిలో, బయటకు ఇవ్వలేని స్థితిలో ఉండడాన్ని సూచిస్తుంది.

మీరు పరిసరాల నుండి వెచ్చదనం లేదా చల్లదనం అనుభూతిని పొందకపోతే, మీ శరీరం పరిసరాల వాతావరణంతో ఉష్ణసమతాస్థితిలో ఉందని చెప్పవచ్చు. అదే విధంగా ఒక గదిలోని సామగ్రి ఆ గదిలో ఉన్న గాలితో ఉష్ణ సమతాస్థితిలో ఉంటుంది. కనుక ఒక గదిలో ఉన్న సామగ్రి మరియు గాలి ఒకే ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్నాయని చెప్పవచ్చు.

ఉష్ణం (Heat)

- ఉష్ణోగ్రత అంటే ఏమిటి?
- ఉష్ణం, ఉష్ణోగ్రతకు తేడా ఏంటి?

తెలుసుకుందాం.

కృత్యం 2

రెండు కప్పులను తీసుకుని, వానిలో ఒక దానిని వేడినీటితో రెండవ దానిని చల్లని నీటితో నింపండి. ప్రయోగశాలలో ఉపయోగించే ఒక ఉష్ణమాపకాన్ని (Thermometer)

తీసుకొని, దాని పాదరసమట్టాన్ని గమనించండి. ఉష్ణోగ్రత విలువను మీ నోట్‌బుక్‌లో నమోదు చేయండి. ఈ ఉష్ణమాపకాన్ని వేడినీటి కప్పులో ఉంచండి. దాని పాదరసమట్టంలో మార్పులను గమనించండి. రీడింగ్‌ను మీ నోట్‌బుక్‌లో రాయండి.

- పాదరసమట్టంలో మీరు ఏం మార్పు గమనించారు?
- పాదరసమట్టం పెరిగిందా? తగ్గిందా ?

ఇప్పుడు ఉష్ణమాపకాన్ని చల్లనినీరుగల కప్పులో ఉంచండి. పాదరసమట్టంలోని మార్పులను గమనించండి. పాదరసమట్టం పెరిగిందా? తగ్గిందా ?

రెండు వస్తువులు ఒకదానికొకటి తాకుతూ ఉన్నప్పుడు ఉష్ణశక్తి బదిలీ వల్ల ఉష్ణ- సమతాస్థితి పొందుతాయని మనకు తెలుసు. ఉష్ణమాపకాన్ని వేడినీటిలో ఉంచినప్పుడు పాదరసమట్టంలో పెరుగుదలను మీరు గమనిస్తారు. వేడివస్తువు (వేడినీరు) నుండి చల్లని వస్తువుకు (ఉష్ణమాపకంలోని పాదరసం) ఉష్ణం బదిలీ కావడం వల్ల పాదరసమట్టం పెరుగుతుంది. ఇదే విధంగా రెండవ సందర్భంలో పాదరసమట్టంలో తగ్గుదలను మీరు గమనిస్తారు. దీనికి కారణం పాదరసం (వేడి వస్తువు) నుండి నీటికి (చల్లని వస్తువు) ఉష్ణం బదిలీ కావడమే. దీనినిబట్టి ఉష్ణాన్ని కింది విధంగా నిర్వచించవచ్చు.

అధిక ఉష్ణోగ్రత గల వస్తువునుండి అల్పఉష్ణోగ్రత గల వస్తువుకు ప్రవహించే శక్తిస్వరూపాన్ని ఉష్ణం అంటాం.

ఉష్ణమాపకంలోని పాదరసమట్టం నిలకడగా ఉందంటే, ఉష్ణమాపక ద్రవానికి (పాదరసానికి) నీటికి మధ్య ఉష్ణప్రసారం ఆగిపోయిందని అర్థం. అంటే ఉష్ణమాపకద్రవం, నీరు మధ్య ఉష్ణ సమతాస్థితి ఏర్పడింది. ఉష్ణసమతాస్థితివద్ద ఉష్ణమాపకం రీడింగ్ ఉష్ణోగ్రతను తెలియజేస్తుంది. కనుక ఉష్ణోగ్రతను ఉష్ణసమతాస్థితికి కొలత అని చెప్పవచ్చు.

ఉష్ణీయ స్పర్శలో (thermal contact) ఉన్న A,B అనే రెండు వ్యవస్థలు విడివిడిగా C అనే వ్యవస్థతో ఉష్ణసమతాస్థితిలో ఉంటే (A,Bలతో ఉష్ణీయ స్పర్శలో ఉంది) A,B వ్యవస్థలు ఒక దానితో ఒకటి ఉష్ణసమతాస్థితిలో ఉంటాయా?

A అనే వ్యవస్థ C అనే వ్యవస్థతో ఉష్ణ సమతాస్థితిలో ఉంటే, ఆ రెండు వ్యవస్థలు ఒకే ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉంటాయని మనకు తెలుసు. అదే విధంగా B, C లు ఒకే ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉంటాయి. కనుక A, B లు ఒకే ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉంటాయి. మరియు A, B లు ఒక దాని కొకటి ఉష్ణ సమతాస్థితిలో ఉంటాయి. (A, B మరియు C అన్నీ ఉష్ణీయ స్పర్శలో ఉన్నాయి)

ఉష్ణానికి SI ప్రమాణం జౌల్ (J), CGS ప్రమాణం కెలోరీ (Cal). ఒక గ్రాం నీటి ఉష్ణోగ్రతను 1^0C పెంచడానికి అవసరమైన ఉష్ణాన్ని కెలోరి అంటాం.

$$1 \text{ కెలోరి} = 4.186 \text{ జౌళ్ళు}$$

ఉష్ణోగ్రతకు SI ప్రమాణం కెల్విన్ (K). దీనిని సెల్సియస్ డిగ్రీలలో (^0C) కూడా సూచించవచ్చు.

$$O^0C = 273\ K$$

- డిగ్రీ సెల్సియస్‌ను కెల్విన్‌మానం లోకి ఏ విధంగా మార్చాలి?

కెల్విన్‌మానంలో ఉష్ణోగ్రత = 273+ సెల్సియస్‌మానంలో ఉష్ణోగ్రత

కెల్విన్ ఉష్ణోగ్రతను పొందడానికి డిగ్రీసెల్సియస్‌లో ఉన్న ఉష్ణోగ్రత విలువకు 273 కలపాలి.

గమనిక : కెల్విన్‌మానంలో తెలిపిన ఉష్ణోగ్రతను పరమ ఉష్ణోగ్రత (absolute temperature) అని అంటాం.

ఉష్ణం మరియు గతిజశక్తి

కృత్యం 3

రెండు గాజు పాత్రలను (Bowls) తీసుకోండి. ఒక దానిలో వేడినీరు, మరియొక దానిలో చల్లని నీరు పోయండి. రెండు పాత్రల నీటి ఉపరితలంపై కొద్దిగా ఫుడ్‌కలర్ (ఆహారంలో ఉపయోగించే రంగు పౌడర్) చల్లండి. ఫుడ్ కలర్ కణాల (grains) కదలికను గమనించండి.

- ఫుడ్‌కలర్ కణాలు ఎలా కదులుతున్నాయి ?
- అవి క్రమ రహితంగా ఎందుకు కదులుతున్నాయి ?
- చల్లని నీటిలోని కణాల కంటె వేడినీటిలోని కణాలు ఎందుకు ఎక్కువ వేగంతో కదులుతున్నాయి?

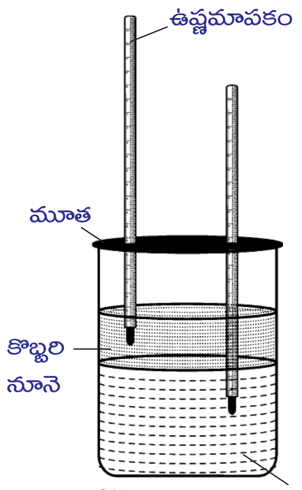
ఫుడ్‌కలర్ కణాలు క్రమ రహితంగా కదలడం మీరు గమనిస్తారు. ఇలా జరగడానికి కారణం, రెండు పాత్రలలోని నీటి అణువులు క్రమరహితంగా కదలడమే. ఫుడ్ కలర్ కణాల క్రమరహిత చలనం చల్లనీటిలో కంటే వేడినీటిలో చాలా ఎక్కువగా ఉండడాన్ని మనం గమనించవచ్చు.

వస్తువులు చలనంలో ఉన్నప్పుడు అవి గతిజశక్తి (Kinetic energy) ని కలిగి ఉంటాయని మనకు తెలుసు.

రెండు పాత్రలలోని ఫుడ్‌కలర్ కణాల కదలికల వేగాలు వేరు వేరుగా ఉండడాన్ని బట్టి, ఆ రెండు పాత్రలలోని నీటి గతిజశక్తులు వేరువేరుగా ఉన్నాయని చెప్పవచ్చు.

దీనినిబట్టి అణువుల (కణాల) సరాసరి గతిజశక్తి చల్లని వస్తువులో కంటే వేడి వస్తువులో ఎక్కువగా ఉంటుందని నిర్ధారించవచ్చును. కనుక ఒక వస్తువు యొక్క ఉష్ణోగ్రత దానిలోని అణువుల సరాసరి గతిజశక్తిని సూచిస్తుందని చెప్పవచ్చు.

"ఒక వస్తువులోని అణువుల సరాసరి గతి శక్తి దాని పరమ ఉష్ణోగ్రతకు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది."



పటం-1

కృత్యం 4

ఒక పాత్రలో నీటిని తీసుకుని సుమారు 60^0C వరకు వేడి చేయండి. ఒక స్థూపాకార పారదర్శక గాజు జాడీని తీసుకుని దానిని సగం వరకు ఈ వేడి నీటితో నింపండి. జాగ్రత్తగా (గాజుజాడి అంచుల వెంబడి) నీటి తలంపై కొబ్బరినూనె పోయండి. (నీరు, కొబ్బరినూనె ఒక దానితో ఒకటి కలసిపోకుండా జాగ్రత్త వహించండి). గాజుజాడీ పై రెండు రంధ్రాలు గల మూతను ఉంచండి. రెండు ఉష్ణమాపకాలు తీసుకుని, మూత రంధ్రాల గుండా వాటిని పటం-1లో చూపినట్లు ఒక ఉష్ణమాపకబల్బు పూర్తిగా నీటిలో మునిగి ఉండేటట్లు, రెండవ ఉష్ణమాపకబల్బు కొబ్బరినూనెలో ఉండేటట్లు, అమర్చండి.

ఇప్పుడు రెండు ఉష్ణమాపకాల రీడింగులను గమనించండి. నీటిలో ఉంచిన ఉష్ణమాపకం రీడింగు తగ్గుతుండగా, అదే సమయంలో నూనెలో ఉంచిన ఉష్ణమాపకం రీడింగ్ పెరుగుతుంది.

- ఇలా ఎందుకు జరుగుతుంది?

ఎందుకనగా, నీటి అణువుల సరాసరి గతిజశక్తి తగ్గుతుంటే నూనె అణువుల సరాసరి గతిజశక్తి పెరుగుతుంది. అంటే, నీటి ఉష్ణోగ్రత తగ్గుతుండగా నూనె ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతుంది.

- నీరు శక్తిని కోల్పోతుందని మీరు చెప్పగలరా?

పై చర్చ ద్వారా, నూనె మరియు నీటి ఉష్ణోగ్రతలలోని తేడావల్ల నీరు శక్తిని కోల్పోతుండగా నూనె శక్తిని పొందుతుందని తెలుస్తుంది. కనుక కొంత ఉష్ణశక్తి నీటి నుండి నూనెకు ప్రసరిస్తుంది. దీనినిబట్టి నీటి అణువుల గతిజశక్తి తగ్గుతుంటే నూనె అణువుల గతిజశక్తి పెరుగుతుందని చెప్పవచ్చు.

- పై కృత్యాలలో చేసిన చర్చనుబట్టి ఉష్ణం, ఉష్ణోగ్రత కు తేడా ఏమిటో ఇప్పుడు మీరు చెప్పగలరా?

2,3 మరియు 4 కృత్యాలను బట్టి ఉష్ణం, ఉష్ణోగ్రతల మధ్య తేడాను కిందివిధంగా చెప్పవచ్చు.

వేడివస్తువు నుండి చల్లని వస్తువుకు ప్రవహించే శక్తి స్వరూపం ఉష్ణం. ఏ వస్తువు వేడిగా ఉందో, ఏ వస్తువు చల్లగా ఉందో నిర్ణయించే రాశి ఉష్ణోగ్రత. కనుక ఉష్ణశక్తి ప్రసారదిశను నిర్ణయించేది ఉష్ణోగ్రత కాగా, ఆ ప్రవహించే శక్తియే ఉష్ణం.

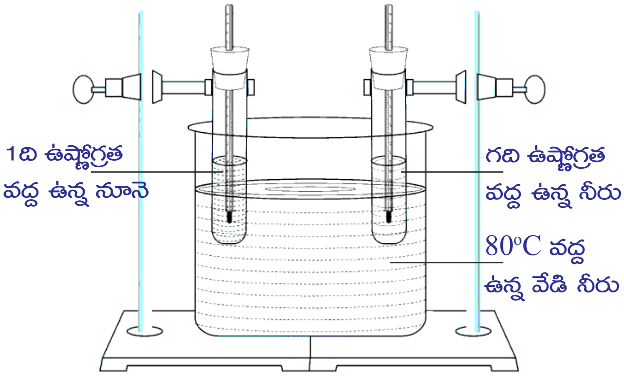
విశిష్టోష్ణం (Specific heat)

కృత్యం 5

ఒక పెద్ద జాడీలో నీటిని తీసుకుని 80^0C వరకు వేడి చెయ్యండి. ఒకే పరిమాణంగల రెండు పరీక్ష నాళికలను తీసుకొని ఒక దానిలో 50 గ్రాముల నీటిని, రెండవ దానిలో 50 గ్రాముల నూనెను పోయండి. వాటికి ఒంటిరంధ్రం గల రబ్బరు బిరడాలను బిగించండి. బిరడాలకు గల రంధ్రాల గుండా రెండు పరీక్షనాళికలలోకి రెండు ఉష్ణమాపకాలను అమర్చండి.

పటం-2లో చూపిన విధంగా, రెండు పరీక్షనాళికలను రిటార్టుస్టాండుల సహాయంతో వేడినీటి జాడీలో ఉంచండి.

ప్రతి 3 నిమిషాలకొకసారి ఉష్ణమాపకాల రీడింగులను గమనించి, మీ నోట్‌బుక్‌లో నమోదు చెయ్యండి.



పటం-2

- ఏ పరీక్షనాళికలో ఉష్ణోగ్రత త్వరగా పెరిగింది ?
- నీటికి, నూనెకు అందించిన ఉష్ణం సమానమేనా? దీనిని మీరు ఎలా అంచనా వేయగలరు?

రెండు పరీక్ష నాళికలను ఒకే ఉష్ణోగ్రత గల నీటిలో సమాన కాలవ్యవధి పాటు ఉంచాం. కాబట్టి నీరు, నూనెలకు ఒకే పరిమాణం గల ఉష్ణం సమకూర్చబడిందని భావించవచ్చు.

నూనె ఉష్ణోగ్రత పెరుగుదల రేటు, నీటి ఉష్ణోగ్రత పెరుగుదల రేటు కంటె ఎక్కువని మనం గమనించవచ్చు.

- ఇలా ఎందుకు జరుగుతుంది ?

ఉష్ణోగ్రత పెరుగుదలరేటు పదార్థ స్వభావం పై ఆధారపడి ఉంటుందని చెప్పవచ్చు.

కృత్యం 6

ఒక చిన్న బీకరులో 250 మి.లీ. నీటిని, పెద్ద బీకరులో లీటరు నీటిని తీసుకుని ఉష్ణమాపకం సహాయంతో వాటి తొలి ఉష్ణోగ్రతలను గుర్తించండి. (వాటి తొలి ఉష్ణోగ్రతలు సమానంగా ఉండాలి). బీకర్లలోని నీటి ఉష్ణోగ్రత వాటి తొలి ఉష్ణోగ్రత కంటే 60^0C పెరిగే వరకు రెండు బీకర్లను వేడి చెయ్యండి.

రెండు బీకర్లలో నీటి ఉష్ణోగ్రత 60^0C పెరగడానికి అవసరమైన కాలవ్యవధులను గుర్తించండి.

- ఏ బీకరులోని నీటికి ఎక్కువ సమయం పట్టింది ?

ఉష్ణోగ్రత పెరగడానికి చిన్న బీకరులోని నీటితో పోలిస్తే, పెద్ద బీకరులోని నీటికి ఎక్కువ సమయం పట్టిందని మీరు గమనించవచ్చు. దీనినిబట్టి ఉష్ణోగ్రతలో మార్పు సమానమైనప్పటికీ, తక్కువ ద్రవరాశి గల నీటి కంటె ఎక్కువ ద్రవ్యరాశి గల నీటికి ఎక్కువ ఉష్ణశక్తిని అందించవలసివచ్చిందని అర్థమౌతుంది.

ఒకే విధమైన ఉష్ణోగ్రత మార్పుకు, ఒక పదార్థం గ్రహించిన ఉష్ణశక్తి (Q) దాని ద్రవ్యరాశికి (m) అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

$\therefore Q \propto m$ (ΔT స్థిరమైనప్పుడు) ....(1)

ఇప్పుడు ఒక బీకరులో 1 లీటరు నీటిని తీసుకుని ఏకరీతి మంటపై వేడి చెయ్యండి. ప్రతి 2 నిమిషాలకు ఉష్ణోగ్రతలోని మార్పు (ΔT) ను గుర్తించండి.

- ఏం గమనించారు ?

ఉష్ణాన్ని అందించే సమయానికి అనుగుణంగా ఉష్ణోగ్రతలో పెరుగుదల స్థిరంగా ఉండడం గమనించవచ్చు. దీనినిబట్టి స్థిర ద్రవ్యరాశి గల నీటి ఉష్ణోగ్రత లోని మార్పు, అది గ్రహించిన ఉష్ణానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

$\therefore Q \propto \Delta T$ (స్థిర ద్రవ్యరాశి ఉన్నప్పుడు) ....(2)

(1) , (2) సమీకరణాల నుండి $Q \propto m . \Delta T$ అని రాయవచ్చు

$$\Rightarrow Q = mS\Delta T$$

ఇక్కడ, s అనేది ఇచ్చిన పదార్థానికి సంబంధించిన స్థిరాంకం. దీనిని ఆపదార్థం యొక్క విశిష్టోష్ణం అంటాం.

$$S = Q / m\triangle T$$

ఏకాంక ద్రవ్యరాశి గల పదార్థ ఉష్ణోగ్రతను ఒక డిగ్రీ పెంచడానికి కావలసిన ఉష్ణాన్ని ఆపదార్థ విశిష్టోష్ణం అంటాం.

- ఏకాంక ద్రవ్యరాశి గల పదార్థ ఉష్ణోగ్రతను 1^0C పెంచడానికి ఎంత ఉష్ణశక్తి కావాలి?

విశిష్టోష్ణానికి ప్రమాణాలు :

CGS పద్ధతి : cal / g.°C

SI పద్ధతి : J / kg-K

1cal/g °C = 1 k cal / kg -K

= 4.2 x 10^3 J / kg-K.

పదార్థం	విశిష్టోష్ణం	
	cal / g - °C లలో	J/kg-K లలో
సీసం	0.031	130
పాదరసం	0.033	139
ఇత్తడి	0.092	380
జింక్	0.093	391
రాగి	0.095	399
ఇనుము	0.115	483
ఫ్లింట్‌గాజు	0.12	504
అల్యూమినియం	0.21	882
కిరోసిన్	0.50	2100
మంచు	0.50	2100
నీరు	1	4180
సముద్రపు నీరు	0.95	3900

ఉష్ణోగ్రతలోని పెరుగుదల పదార్థ స్వభావంపై ఆధారపడుతుందని మనం తెలుసుకున్నాం. కనుక ఒక పదార్థ విశిష్టోష్ణం ఆ పదార్థ స్వభావం పై ఆధారపడుతుంది. ఒకే పరిమాణంలో ఉష్ణాన్ని అందించినప్పటికి, పదార్థ విశిష్టోష్ణం విలువ ఎక్కువగా ఉంటే దాని ఉష్ణోగ్రత పెరుగుదల (లేదా తగ్గుదల) రేటు తక్కువగా ఉంటుంది. ఒక పదార్థం దాని ఉష్ణోగ్రత మార్పుకు ఎంత మేర విముఖత (reluctance) చూపుతుందనే భావాన్ని విశిష్టోష్ణం తెలియజేస్తుంది.

- వివిధ పదార్థాల విశిష్టోష్ణం వేరువేరుగా ఎందుకు ఉంటుంది?

తెలుసుకుందాం.

ఒక పదార్థ ఉష్ణోగ్రత దానిలోని కణాల సరాసరి గతిజశక్తికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుందని మనకు తెలుసు. ఒక వ్యవస్థ (వస్తువు లేదా పదార్థం) లోని కణాలు వేరు వేరు శక్తులను కలిగి ఉంటాయి. అవి రేఖీయ గతిజశక్తి (linear kinetic energy), భ్రమణగతిజశక్తి (rotational kinetic energy), కంపనశక్తి (vibrational energy) మరియు, అణువుల మధ్య స్థితిజశక్తి (potential energy). వీటన్నింటి మొత్తాన్ని వ్యవస్థ అంతర్గత శక్తి (internal energy)అంటాం. ఒక వ్యవస్థకు ఉష్ణశక్తిని అందించినప్పుడు అది పైన తెలిపిన వివిధ రూపాలలోకి వితరణం చెందుతుంది.

ఇలా ఉష్ణశక్తిని పంచుకునే విధానం పదార్థాన్ని బట్టి మారుతుంది. ఇచ్చిన ఉష్ణశక్తిలోని ఎక్కువ భాగం దాని అణువుల రేఖీయ గతిజశక్తిని పెంచడానికి ఉపయోగించబడితే ఆ వస్తువులో ఉష్ణోగ్రత పెరుగుదల ఎక్కువగా ఉంటుంది. అదే విధంగా వ్యవస్థ ఉష్ణశక్తిని పంచుకోవడం ఉష్ణోగ్రతపై కూడా ఆధారపడి ఉంటుంది. అందుకే వివిధ పదార్థాల విశిష్టోష్ణం వేరు వేరుగా ఉంటుంది.

మనకు ఒక పదార్థ విశిష్టోష్ణం విలువ తెలిస్తే, ఇచ్చిన ద్రవ్యరాశి గల పదార్థ ఉష్ణోగ్రతను కావలసిన ఉష్ణోగ్రతకు పెంచడానికి ఎంత ఉష్ణశక్తి కావాలో $Q = m\,S\,\Delta t$ సమీకరణం ద్వారా కనుగొనవచ్చు.

విశిష్టోష్ణం - అనువర్తనాలు

1. సూర్యుడు ప్రతీరోజు అధిక పరిమాణంలో శక్తిని విడుదల చేస్తాడు. వాతావరణ ఉష్ణోగ్రతను సాపేక్షంగా స్థిరంగా ఉంచడానికి భూమి పై ఉన్న నీరు, ప్రత్యేకంగా సముద్రాలు, ఈ శక్తిని గ్రహించుకుంటాయి. భూమి పైనున్న సముద్రాలు ఉష్ణ భాండాగారాలు (Heat Store houses) గా ప్రవర్తిస్తాయి. నీటి యొక్క విశిష్టోష్ణం ఎక్కువ (నేలతో పోలిస్తే) కావడం వలన సముద్రాలు భూమధ్యరేఖ వద్ద అధిక పరిమాణంలో ఉష్ణాన్ని గ్రహిస్తాయి. కనుక భూమధ్యరేఖ వద్ద సముద్రాలు పరిసరాల ఉష్ణోగ్రతను సమతుల్యం చేస్తాయి. ఈ సముద్రజలం ఉష్ణాన్ని భూమధ్యరేఖకు రెండు వైపులా, ఉత్తర దక్షిణ ధృవాలకు దగ్గరగా ఉన్న ప్రదేశాలకు బదిలీ చేస్తుంది. ఇలా బదిలీ అయిన ఉష్ణం భూమధ్యరేఖకు దూరంగా ఉన్న ప్రదేశాల శీతోష్ణస్థితిని సమతుల్యం చేయడానికి సహకరిస్తుంది.

2. ఫ్రిజ్ నుండి బయటకు తీసి ఉంచిన వివిధ రకాల పండ్లతో పోల్చినప్పుడు పుచ్చకాయ ఎక్కువ సమయంపాటు చల్లదనాన్ని నిలిపి ఉంచుకుంటుంది. దీనికి కారణం పుచ్చకాయలో ఎక్కువ శాతం నీరు ఉండటం మరియు నీటి విశిష్టోష్ణం విలువ అధికంగా ఉండటమే.

3. కొన్ని సందర్భాలలో సమోసాను చేతితో తాకినప్పుడు వేడిగా అనిపించకపోయినా దానిని తింటే లోపలి పదార్థాలు వేడిగా ఉన్నాయని తెలుస్తుంది. దీనికి కారణం సమోసా లోపల ఉన్న పదార్థాల విశిష్టోష్ణం ఎక్కువ. అందువల్ల అవి ఎక్కువ సమయం పాటు వేడిగా ఉంటాయి.

మిశ్రమాల పద్ధతి (Method of mixtures)

కృత్యం 7

సందర్భం 1 : ఒకే పరిమాణంలో ఉండే రెండు బీకరులను తీసుకుని, ఒక్కొక్క దానిలో 200 మి.లీ. నీటిని పోయండి. ఈ రెండు బీకర్ల నీటిని ఒకే ఉష్ణోగ్రత వరకు వేడి చెయ్యండి. ఈ రెండు బీకర్లలోని నీటిని వేరొక పెద్ద బీకరులోకి మార్చండి. ఈ మిశ్రమం ఉష్ణోగ్రత ఎంత ఉంటుందని మీరు భావిస్తున్నారు? ఈ మిశ్రమం ఉష్ణోగ్రతను కొలవండి.

- ఏం గమనించారు ?
- మీరు గమనించిన అంశానికి గల కారణమేమై ఉంటుంది?

సందర్భం 2: ఇప్పుడు ఒక బీకరులోని నీటిని 90^0C వరకు, రెండవ బీకరు లోని నీటిని 60^0C వరకు వేడి చెయ్యండి ఈ రెండు బీకర్ల లోని నీటిని వేరొక పెద్ద బీకరులో కలపండి.

- మిశ్రమం ఉష్ణోగ్రత ఎంత ఉండవచ్చు?
- మిశ్రమం ఉష్ణోగ్రతను కొలవండి. ఏం గమనించారు ?
- ఉష్ణోగ్రతలోని మార్పుకు కారణం తెలుపగలరా ?

సందర్భం 3: ఇప్పుడు 90^0C వద్ద ఉన్న 100 మి.లీ. నీటిని, 60^0C వద్ద ఉన్న 200 మి.లీ. నీటిని తీసుకుని వాటిని వేరొక బీకరులో కలపండి.

- మిశ్రమం ఉష్ణోగ్రత ఎంత ?
- ఉష్ణోగ్రత మార్పుకు సంబంధించి, ఏం తేడా గమనించారు ?

తెలుసుకుందాం.

m_1, m_2 ద్రవ్యరాశులు గల రెండు పదార్థాల తొలి ఉష్ణోగ్రతలు వరుసగా T_1 , T_2 అనుకుందాం. (వీటిలో అధిక ఉష్ణోగ్రత T_1. అల్ప ఉష్ణోగ్రత T_2.) మిశ్రమం తుది ఉష్ణోగ్రత T అనుకుందాం.

మిశ్రమం ఉష్ణోగ్రత వేడి పదార్థం ఉష్ణోగ్రత (T_1) కన్నా తక్కువ గాను, చల్లని పదార్థం ఉష్ణోగ్రత (T_2) కన్నా ఎక్కువగాను ఉంటుంది. అంటే వేడి పదార్థం ఉష్ణాన్ని కోల్పోయింది, చల్లని పదార్థం ఉష్ణాన్ని గ్రహించింది.

వేడి వస్తువు కోల్పోయిన ఉష్ణం $Q_1 = m_1S\ (T_1\text{-}T)$

చల్లని వస్తువు గ్రహించిన ఉష్ణం $Q_2 = m_2S\ (T\text{-}T_2)$

వేడి వస్తువు కోల్పోయిన ఉష్ణం చల్లని వస్తువు గ్రహించిన ఉష్ణానికి సమానం (ఉష్ణ నష్టం జరగలేదని భావిస్తే) కావున

$$m_1\ S\ \ (T_1\text{-}T) = m_2S\ (T\text{-}T_2)$$

పై సమీకరణాన్ని సూక్ష్మీకరిస్తే..

$$T = (\ m_1T_1 + m_2T_2) /\ (m_1 + m_2)$$

2, 3 సందర్భాలలోని మిశ్రమాల ఉష్ణోగ్రతలు సమానం కావని మీరు గమనిస్తారు.

- దీనికి గల కారణమేమిటో ఊహించగలరా?
- థర్మామీటర్‌ను ఉపయోగించి మిశ్రమం ఉష్ణోగ్రతను మనం కనుగొనగలమా?

మిశ్రమాల పద్ధతి సూత్రం

వివిధ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద ఉన్న రెండు లేదా అంతకన్నా ఎక్కువ వస్తువులను ఉష్ణీయస్పర్శలో ఉంచితే, ఉష్ణ సమతాస్థితి సాధించే వరకు వేడి వస్తువులు కోల్పోయిన ఉష్ణం చల్లని వస్తువులు గ్రహించిన ఉష్ణానికి సమానం (ఉష్ణనష్టం జరగనప్పుడు మాత్రమే)

వేడి వస్తువులు కోల్పోయిన ఉష్ణం = చల్లని వస్తువులు గ్రహించిన ఉష్ణం

దీనినే మిశ్రమాల పద్ధతి సూత్రం అంటాం.

ఘనపదార్థ విశిష్టోష్ణాన్ని కనుగొనడం

ప్రయోగశాల కృత్యం

ఉద్దేశ్యం: ఇచ్చిన ఘనపదార్థ విశిష్టోష్ణాన్ని కనుగొనడం.

కావలసిన వస్తువులు : కెలోరిమీటర్, ఉష్ణమాపకం, మిశ్రమాన్ని కలిపే కాడ/స్టిరర్ (stirrer), నీరు, నీటి ఆవిరిగది (steam heater) , చెక్కపెట్టె మరియు సీసపు గుళ్లు.

నిర్వహణ పద్ధతి : స్టిరర్‌తో సహా కెలోరిమీటర్ ద్రవ్యరాశిని కొలవండి.

కెలోరిమీటర్ ద్రవ్యరాశి m_1 = ____________

ఇప్పుడు, కెలోమీటరును 1/3 వంతు వరకు నీటితో నింపండి. నీటితో సహా కెలోరిమీటరు ద్రవ్యరాశిని, ఉష్ణోగ్రతను కొలవండి.

నీటితో సహా కెలోరిమీటరు ద్రవ్యరాశి m_2 = ____________

నీటి ద్రవ్యరాశి $m_2 - m_1$ = ____________

కెలోరిమీటర్‌లోని నీటి ఉష్ణోగ్రత T_1 = ____________

గమనిక : కెలోరిమీటరు మరియు నీటి ఉష్ణోగ్రతలు సమానం.

కొన్ని సీసపుగుళ్ళను తీసుకొని, వేడినీటిలో లేదా స్టీమ్ చాంబర్‌లో ఉంచి 100^0C వరకు వేడిచేయండి. ఈ ఉష్ణోగ్రతను T_2 అనుకుందాం.

ఉష్ణనష్టం జరగకుండా, సీసపుగుళ్ళను త్వరగా కెలోరిమీటర్‌లోకి మార్చండి. కొద్దిసేపటి తర్వాత ఈ మిశ్రమం ఒక స్థిర ఉష్ణోగ్రతకు చేరుతుంది.

నీరు, సీసపుగుళ్ళతో సహా కెలోరిమీటర్ ద్రవ్యరాశి m_3, ఉష్ణోగ్రత T_3ని కొలవండి.

నీరు, సీసపుగుళ్ళతో సహా కెలోరిమీటర్ ద్రవ్యరాశి m_3 = ______________

సీసపుగుళ్ళ ద్రవ్యరాశి $m_3 - m_2$ = ______________

పరిసరాల వల్ల ఉష్ణనష్టం జరగలేదని భావిస్తే, ఘనపదార్థం (సీసపుగుళ్ళు) కోల్పోయిన ఉష్ణం కెలోరిమీటర్ మరియు నీటికి అందిందని, అవి ఫలిత ఉష్ణోగ్రత T_3కి చేరాయని భావించవచ్చు.

కెలోరిమీటర్, ఘనపదార్థం (సీసపుగుళ్ళు) మరియు నీటి విశిష్టోష్ణాలు వరుసగా S_c S_ℓ మరియు S_w అనుకుందాం. మిశ్రమాల పద్ధతి సూత్రం ప్రకారం ....

ఘనపదార్థం (సీసపుగుళ్ళు) కోల్పోయిన ఉష్ణం = కెలోరిమీటర్ గ్రహించిన ఉష్ణం + నీరు గ్రహించిన ఉష్ణం

$$(m_3 - m_2) S_\ell (T_2 - T_3) = (m_1 S_c (T_3 - T_1) + (m_2 - m_1) S_w (T_3 - T_1)$$

$$S_\ell = [m_1 S_c + (m_2 - m_1) S_w (T_3 - T_1)] / (m_3 - m_2)(T_2 - T_3)$$

కెలోరిమీటర్, నీటి విశిష్టోష్ణాలు తెలిస్తే, పై సమీకరణంతో ఘనపదార్థం (సీసపుగుళ్ళు) విశిష్టోష్ణాన్ని లెక్కగట్టవచ్చు.

భాష్పీభవనం (Evaporation)

తడి బట్టలు పొడిగా అయ్యాయంటే వాటిలోని నీరు తొలగిపోయిందని మనకు తెలుసు.

- ఆ నీరు ఎక్కడికి వెళ్ళింది ?

అలాగే ఒక గది నేలను (బండలను) నీటితో కడిగితే కొద్ది నిమిషాలలోనే బండలు పొడిగా అవుతాయి.

- బండలపై నీరు కొంత సమయం తర్వాత ఎందుకు కనబడడం లేదు?

తెలుసుకుందాం.

కృత్యం 8

ఒక డ్రాపర్ (droper) తో రెండు లేదా మూడు చుక్కల స్పిరిట్‌ను మీ అరచేతిలో వేసుకోండి.

- మీ చర్మం ఎందుకు చల్లగా అనిపించింది ?

రెండు పెట్రిడిష్ (petri dish) లలో సుమారు 1 మి.లీ. చొప్పున స్పిరిట్‌ను తీసుకోండి. ఒక పెట్రిడిష్‌కు ఫ్యాన్‌గాలి తగిలే విధంగా ఉంచండి. రెండవ దానిని మూత పెట్టి ఉంచండి. 5 నిమిషాల తర్వాత రెండింటిలోని స్పిరిట్ పరిమాణాన్ని పరిశీలించండి.

- ఏం గమనించారు ?

ఫ్యాన్ గాలికి ఉంచిన పెట్రిడిష్‌లో స్పిరిట్ ఏమీలేకపోవడం, మూత పెట్టి ఉంచిన పెట్రిడిష్ లో స్పిరిట్ అలాగే మిగిలి ఉండడం మీరు గమనించవచ్చు.

- ఈ మార్పుకు కారణమేమై ఉంటుంది?

పై ప్రశ్నలకు సమాధానం చెప్పాలంటే, భాష్పీభవన ప్రక్రియ గురించి మీరు అవగాహన చేసుకోవాలి. పెట్రిడిష్ లో ఉంచిన స్పిరిట్ అణువులు నిరంతరంగా వివిధ దిశలలో, వివిధ వేగాలతో కదులుతూ ఉంటాయి. అందువల్ల అణువులు పరస్పరం అభిఘాతం (Collision) చెందుతాయి.

అభిఘాతం చెందినప్పుడు ఈ అణువులు ఇతర అణువులకు శక్తిని బదిలీ చేస్తాయి. ద్రవంలోపల ఉన్న అణువులు ఉపరితలంవద్ద ఉండే అణువులతో అభిఘాతం చెందినప్పుడు, ఉపరితల అణువులు శక్తిని గ్రహించి ద్రవ ఉపరితలాన్ని వదిలి పైకి వెళతాయి.

ఇలా ద్రవాన్ని వీడిన అణువులలో కొన్ని, గాలి అణువులతో అభిఘాతం చెంది (ఢీకొని) తిరిగి ద్రవంలోకి చేరతాయి. ద్రవంలోకి తిరిగి చేరే అణువుల సంఖ్య కన్నా ద్రవాన్ని విడిపోయే అణువుల సంఖ్య ఎక్కువగా ఉంటే ద్రవంలోని అణువుల సంఖ్య తగ్గుతుంది. కనుక ఒక ద్రవానికి గాలి తగిలేలా ఉంచినప్పుడు, ఆ ద్రవం పూర్తిగా ఆవిరైపోయే వరకూ ద్రవ ఉపరితంలోని అణువులు గాలిలోకి చేరుతూనే ఉంటాయి. ఈ ప్రక్రియను భాష్పీభవనం అంటాం.

ద్రవంలోని అణువులు అభిఘాత సమయంలో ద్రవాన్ని వీడిపోయే అణువులకు అందిస్తాయి. ఫలితంగా, భాష్పీభవనం జరిగే సమయంలో ద్రవంలోని అణువుల శక్తి తగ్గిపోవడం వల్ల అవి నెమ్మదిగా కదులుతాయి.

"ద్రవ అణువులు ఏ ఉష్ణోగ్రత వద్దనైనా ద్రవ ఉపరితలాన్ని వీడిపోయే ప్రక్రియను భాష్పీభవనం అంటాం."

ఫ్యాన్ గాలికి ఉంచినప్పుడు స్పిరిట్ ఎందుకు త్వరగా భాష్పీభవనం చెందుతుందో ఇప్పుడు తెలుసుకుందాం. తెరిచి ఉంచిన పాత్రలోని ద్రవ ఉపరితలానికి గాలివీస్తే, ద్రవం నుండి బయటకు వెళ్ళి తిరిగి ద్రవంలోకి వచ్చి చేరే అణువుల సంఖ్య గణనీయంగా తగ్గుతుంది. ఎందుకంటే, గాలివీయడం వల్ల ద్రవం నుండి బయటకు వెళ్ళిన అణువులు ద్రవం పరిధిని

దాటి దూరంగా నెట్టి వేయబడతాయి. దానివల్ల భాష్పీభవన రేటు పెరుగుతుంది. కనుక, మూత ఉంచిన పెట్రిడిష్‌లోని స్పిరిట్ కంటే ఫ్యాన్‌గాలికి ఉంచిన పెట్రిడిష్‌లోని స్పిరిట్ త్వరగా భాష్పీభవనం చెందుతుంది. గాలి వీచే సమయంలో తడిబట్టలు త్వరగా ఆరడం మీరు గమనించవచ్చు.

అంటే, భాష్పీభవన సమయంలో వ్యవస్థ ఉష్ణోగ్రత తగ్గిపోతుంది.

భాష్పీభవనం అనేది ఉపరితలానికి చెందిన దృగ్విషయం.

“ఒక ద్రవఉపరితలం వద్ద, ద్రవం వాయువుగా స్థితి మార్పు చెందడమే భాష్పీభవనం” అని చెప్పవచ్చు. ద్రవంలోని అణువులు ఉపరితలం నుండి తొలగిపోయే అణువులకు నిరంతరం శక్తినిస్తాయి కాబట్టి భాష్పీభవనం ఒక శీతలీకరణ ప్రక్రియ (Cooling Process).

కింది ఉదాహరణను పరిశీలిద్దాం

- ఏదైనా పనిచేస్తున్నప్పుడు మనకు చెమట ఎందుకు పడుతుంది ?

మనం పని చేసేటప్పుడు మన శక్తిని ఖర్చు చేస్తాం. మన శరీరం నుండి శక్తి ఉష్ణ రూపంలో విడుదలవుతుంది. తద్వారా చర్మం ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతుంది. అప్పుడు స్వేద గ్రంథుల (sweat glands) లోని నీరు భాష్పీభవనం చెందడం ప్రారంభిస్తుంది. అందువల్ల శరీరం చల్లబడుతుంది.

ఒక ద్రవం యొక్క భాష్పీభవన రేటు ఆ ద్రవ ఉపరితల వైశాల్యం, ఉష్ణోగ్రత మరియు దాని పరిసరాలలో ఉన్న గాలిలో అంతకు ముందే చేరియున్న ద్రవభాష్పం వంటి అంశాలపై ఆధారపడి ఉంటుంది.

- భాష్పీభవనం యొక్క వ్యతిరేక ప్రక్రియ సంభవించే అవకాశం ఉందా ?
- ఈ ప్రక్రియ ఎప్పుడు, ఎలా సంభవిస్తుంది ?

తెలుసుకుందాం.

సాంద్రీకరణం (Condensation)

కృత్యం 9

ఒక గాజు గ్లాసులో సగం వరకు చల్లని నీరు పోయండి.

- గాజుగ్లాసు బయటి గోడలపై మీరేం గమనించారు ?
- గ్లాసు బయటి గోడలపై నీటి బిందువులు ఎందుకు ఏర్పడ్డాయి ?

చల్లని నీటి ఉష్ణోగ్రత కన్నా, దాని పరిసరాలలోని గాలి ఉష్ణోగ్రత ఎక్కువగా ఉంటుందని మనకు తెలుసు.

గాలిలో ఆవిరి రూపంలో నీటి అణువులుంటాయి.

గాలిలోని నీటి అణువులు చలనంలో ఉన్నప్పుడు, చల్లని నీరు గల గ్లాసు ఉపరితలాన్ని తాకితే అవి తమ గతిశక్తిని కోల్పోతాయి. అందువల్ల వాటి ఉష్ణోగ్రత తగ్గిపోయి నీటి బిందువులుగా మారతాయి.

గాలిలోని నీటి అణువులు కోల్పోయిన శక్తి గాజుగ్లాసు అణువులకు అందజేయబడుతుంది. అందువల్ల గాజు అణువుల సరాసరి గతిజశక్తి పెరుగుతుంది. ఆ శక్తి గాజు గ్లాసులోని నీటి అణువులకు అందజేయబడుతుంది.

తద్వారా గ్లాసులోని నీటి అణువుల సరాసరి గతిజశక్తి పెరుగుతుంది. కాబట్టి, గ్లాసులోని నీటి ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతుందని చెప్పవచ్చు. ఈ ప్రక్రియనే సాంద్రీకరణం అంటాం. ఇది ఒక ఉష్ణీకరణ ప్రక్రియ (warming process).

"వాయువు ద్రవంగా స్థితిమార్పు చెందడమే సాంద్రీకరణం" అని కూడా చెప్పవచ్చు.

ఇప్పుడొక సందర్భాన్ని పరిశీలిద్దాం.

వేసవిరోజుల్లో మీరు "షవర్" కింద స్నానం చేశాక, మీ శరీరం వెచ్చగా అనిపిస్తుంది. స్నానాల గదిలో ప్రమాణ ఘనపరిమాణంలో ఉండే నీటిఆవిరి అణువుల సంఖ్య, స్నానాలగది బయట ప్రమాణ ఘన పరిమాణంలో ఉండే నీటిఆవిరి అణువుల సంఖ్య కన్నా ఎక్కువ. మీరు కండువాతో మీ శరీరాన్ని తుడుచుకొన్నప్పుడు, మీ చుట్టూ ఉన్న నీటిఆవిరి అణువులు మీ చర్మంపై సాంద్రీకరణం చెందుతాయి. అందువల్ల మీ శరీరం మీకు వెచ్చగా అనిపిస్తుంది.

ఆర్ద్రత (Humidity)

గాలిలో ఎల్లప్పుడూ కొంత నీటి ఆవిరి ఉంటుంది. ఈ నీటి ఆవిరి నదులు, సరస్సులు, చెరువుల ఉపరితలాల నుండి వచ్చి చేరింది కావచ్చు మరియు తడిబట్టలు, చెమట వంటి వాటి ద్వారా చేరిఉండవచ్చు. గాలిలోని నీటిఆవిరి వల్ల వాతావరణం తేమగా (humid) ఉందని అంటాం. గాలిలోని నీటి ఆవిరి పరిమాణాన్ని ఆర్ద్రత అంటాం.

తుషారం మరియు పొగమంచు (Dew and Fog)

శీతాకాలపు ఉదయం వేళల్లో పూలపై, గడ్డిపై లేదా కిటికీ అద్దాలపై నీటి బిందువులు ఏర్పడడం మీరు గమనించి ఉంటారు కదా !

- ఈ నీటి బిందువులు ఎలా ఏర్పడతాయి ?

తెలుసుకుందాం.

శీతాకాలంలో రాత్రివేళ వాతావరణ ఉష్ణోగ్రత బాగా తగ్గుతుంది. అందువల్ల కిటికీ అద్దాలు, పూలు, గడ్డి మొదలైనవి మరీ చల్లగా అవుతాయి. వాటి చుట్టూ ఉన్న గాలిలో నీటిఆవిరి సంతృప్త స్థితిలో ఉన్నప్పుడు, అది సాంద్రీకరణం చెందడం ప్రారంభిస్తుంది. ఇలా వివిధ ఉపరితలాలపై సాంద్రీకరణం చెందిన నీటి బిందువులను తుషారం అంటాం.

ఉష్ణోగ్రత ఇంకా తగ్గితే, ఆ ప్రాంతంలోని వాతావరణం అధిక మొత్తంలో నీటి ఆవిరిని కలిగి ఉంటుంది. ఆవిరిలో ఉన్న నీటి అణువులు గాలిలోని ధూళికణాలపై సాంద్రీకరణం చెంది చిన్న చిన్న నీటి బిందువులుగా ఏర్పడతాయి. ఈ నీటి బిందువులు గాలిలో తేలియాడుతూ, పలుచని మేఘంవలె / పొగవలె మనకు దూరంలో ఉన్న వస్తువులను కనబడకుండా చేస్తాయి. పొగవలె గాలిలో తేలియాడే నీటి బిందువులను పొగమంచు అంటాం.

- నిరంతరంగా ఉష్ణాన్ని అందిస్తూ ఉంటే నీటి ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతూనే ఉంటుందా?

మరగడం(Boiling)

కృత్యం 10

ఒక బీకరులో నీరు పోసి బర్నర్‌తో వేడి చేయండి. థర్మామీటర్‌తో ప్రతి 2 నిమిషాలకు నీటి ఉష్ణోగ్రతను కొలవండి.

- బీకరులోని నీటిమట్టంలో పెరుగుదల లేదా తగ్గుదలను ఏమైనా గుర్తించారా? నీటిమట్టంలో ఎందుకు మార్పు వచ్చింది?
- నీటి ఉష్ణోగ్రత నిరంతరంగా పెరుగుతుందా ?
- నీటి ఉష్ణోగ్రతలో పెరుగుదల ఎప్పుడు ఆగిపోయింది.?

నీటి ఉష్ణోగ్రత 100^0C ని చేరేవరకు, ఉష్ణోగ్రత నిరంతరంగా పెరగడం మీరు గమనిస్తారు. ఆ తర్వాత నీటి ఉష్ణోగ్రతలో పెరుగుదల ఉండదు. 100^0C ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఇంకా ఉష్ణాన్ని అందిస్తున్నా, ఉష్ణోగ్రతలో పెరుగుదల ఉండదు. అంతేగాక 100^0C ఉష్ణోగ్రత వద్ద నీటి ఉపరితలంలో చాలా ఎక్కువ మొత్తంలో బుడగలు ఏర్పడడం (bubbling) గమనించవచ్చు. దీనినే మరగడం అంటాం.

- ఇలా ఎందుకు జరుగుతుంది?

నీరు ఒక ద్రావణం. ఇందులో కొన్ని వాయువులతో సహా అనేకరకాల మలినాలు (impurities) కరిగి ఉంటాయి. నీటిని లేదా ఏదేని ద్రవాన్ని వేడిచేసినప్పుడు అందులోని వాయువుల ద్రావణీయత (solubility) తగ్గుతుంది. అందువల్ల ద్రవంలో (పాత్ర అడుగున, గోడల వెంబడి) వాయు బుడగలు ఏర్పడతాయి. బుడగల చుట్టూ ఉన్న ద్రవంలోని నీటి అణువులు భాష్పీభవనం చెంది బుడగలలో చేరడం వల్ల, అవి పూర్తిగా నీటి ఆవిరితో నిండి పోతాయి. ద్రవం ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతున్న కొలదీ బుడగలలో పీడనం పెరుగుతుంది. ఒక నిర్దిష్ట ఉష్ణోగ్రత వద్ద బుడగలలోని నీటి ఆవిరి పీడనం, బుడగలపై కలుగజేయబడే బయటి పీడనం (ఈ పీడనం వాతావరణ పీడనం మరియు బుడగపైన ఉండే నీటి మట్టం కలుగజేసే పీడనాల మొత్తానికి సమానం) తో సమానమవుతుంది. అప్పుడు బుడగలు నెమ్మదిగా ఉపరితలం వైపు కదలడం ప్రారంభిస్తాయి. ద్రవ ఉపరితలాన్ని చేరాక బుడగలు విచ్ఛిన్నమై వాటిలోని నీటి ఆవిరిని గాలిలోకి విడుదల చేస్తాయి. మనం ఉష్ణాన్ని అందిస్తున్నంత వరకూ, ద్రవం వాయువుగా మారే ఈ ప్రక్రియ కొనసాగుతూనే ఉంటుంది. అందువల్ల నీరు మరుగుతున్నట్లు మనకు కనిపిస్తుంది.

ఏదేని పీడనం, స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ద్రవస్థితిలోని పదార్థం వాయు స్థితిలోకి మారడాన్ని మరగడం అంటాం. ఆ ఉష్ణోగ్రతను ఆ ద్రవం యొక్క మరుగుస్థానం (boiling point) అంటాం.

- భాష్పీభవన ప్రక్రియ, మరిగే ప్రక్రియ ఒకే విధమైనదా?

8 మరియు 10 కృత్యాలలో చూసిన విధంగా ఒక ద్రవం మరిగే ప్రక్రియకు, భాష్పీభవన ప్రక్రియకు స్పష్టమైన తేడా ఉంది. భాష్పీభవనం ఏ ఉష్ణోగ్రత వద్దనైనా జరగవచ్చు. కానీ మరగడం అనేది ఒక స్థిర ఉష్ణోగ్రత (మరుగు స్థానం) వద్ద మాత్రమే జరుగుతుంది. ద్రవం

మరగడం ప్రారంభమవగానే మనం ఎంత ఉష్ణాన్ని అందించినా, ద్రవ ఉష్ణోగ్రతలో పెరుగుదల ఆగిపోతుందని మీరు కృత్యం10లో తెలుసుకున్నారు. ద్రవం మొత్తం మరగడం పూర్తయ్యేవరకు ఆ ఉష్ణోగ్రత మరుగుస్థానం వద్దే ఉంటుంది.

బీకరులోని నీటిని వేడి చేస్తున్నప్పుడు ఉష్ణోగ్రత 100^0C ను చేరేవరకు నీటి ఉష్ణోగ్రత నిరంతరంగా పెరగడం, మరగడం ప్రారంభమయ్యాక ఎంత ఉష్ణాన్ని అందించినా నీటి ఉష్ణోగ్రతలో పెరుగుదల లేకపోవడం మీరు కృత్యం-10లో గమనించారు.

- మనం అందించే ఉష్ణశక్తి ఎక్కడికి వెళ్తుంది?

నీరు ద్రవస్థితి నుండి వాయుస్థితికి మారడానికి ఈ ఉష్ణశక్తి వినియోగపడింది. ఈ ఉష్ణాన్ని భాష్పీభవన గుప్తోష్ణం (latent heat of Vapourization) అంటాం.

m ద్రవ్యరాశి గల ద్రవం, వాయువుగా మారడానికి Q కెలోరీల ఉష్ణశక్తి కావాలనుకుంటే, భాష్పీభవన గుప్తోష్ణం Q/m అవుతుంది. భాష్పీభవన గుప్తోష్ణాన్ని L తో సూచిస్తాం.

భాష్పీభవన గుప్తోష్ణానికి ప్రమాణాలు

CGS పద్ధతిలో - కెలోరీ / గ్రాం.

SI పద్ధతిలో - జౌల్ / కిలోగ్రాం

సాధారణ వాతావరణ పీడనం (1 ఎట్మాస్ఫియర్) వద్ద నీటి మరుగుస్థానం 100^0C లేదా 373 K. నీటి భాష్పీభవన గుప్తోష్ణం విలువ 540 కెలోరీలు / గ్రాం.

మంచు నీరుగా మారడాన్ని గురించి ఇప్పుడు తెలుసుకుందాం.

- మంచుగడ్డ నీరుగా ఎందుకు మారుతుంది ?

ద్రవీభవనం (Melting)

కృత్యం 11

ఒక బీకరులో కొన్ని మంచు ముక్కలు తీసుకోండి. థర్మామీటరును మంచుముక్కల మధ్యలో ఉంచి ఉష్ణోగ్రతను కొలవండి. బీకరును బర్నర్‌పై ఉంచి వేడి చేయండి. మంచుముక్కలు పూర్తిగా కరిగి నీరుగా మారేవరకూ ప్రతి నిమిషానికీ ఉష్ణోగ్రతలో మార్పును పరిశీలించండి.

- ఉష్ణోగ్రతలో ఏం మార్పు గమనించారు ?
- మంచుముక్కలు కరిగేటప్పుడు (ద్రవీభవించేటప్పుడు) వాటి ఉష్ణోగ్రత మారిందా ?

ప్రారంభంలో మంచు ఉష్ణోగ్రత 0^0C లేదా అంతకంటే తక్కువగా ఉంటుంది. మంచు ఉష్ణోగ్రత 0^0C కంటే తక్కువగా ఉంటే, 0^0C ను చేరే వరకు ఉష్ణోగ్రత నిరంతరంగా పెరుగుతుంది. మంచు కరగడం ప్రారంభమవగానే, ఉష్ణాన్ని అందిస్తున్నప్పటికీ ఉష్ణోగ్రతలో మార్పు లేకపోడం మీరు గుర్తించి ఉంటారు.

- ఇలా ఎందుకు జరుగుతుంది ?

మంచు ముక్కలకు మనం అందించిన ఉష్ణం మంచు అణువుల అంతర్గత శక్తి (internal energy) ని పెంచుతుంది. ఇలా పెరిగిన అంతర్గత శక్తి మంచులోని అణువుల (H_2O)

మధ్యగల బంధాలను బలహీనపరచి, తెంచుతుంది. అందువల్ల మంచు (ఘన స్థితి) నీరుగా (ద్రవస్థితి) మారుతుంది. ఈ ప్రక్రియ స్థిర ఉష్ణోగ్రత (0^0C లేదా 273 K) వద్ద జరుగుతుంది. ఈ ఉష్ణోగ్రతను ద్రవీభవన స్థానం (metling point) అంటాం. ఘన పదార్థం ద్రవంగా మారే ఈ ప్రక్రియను ద్రవీభవనం అంటాం.

ద్రవీభవనం చెందేటప్పుడు మంచు ఉష్ణోగ్రత మారదు. ఎందుకనగా, మంచుకు అందించబడిన ఉష్ణం పూర్తిగా నీటి అణువుల మధ్యగల బంధాలను తెంచడానికే వినియోగపడుతుంది.

స్థిరఉష్ణోగ్రత వద్ద ఘన స్థితిలో ఉన్న పదార్థం ద్రవస్థితిలోకి మారే ప్రక్రియను ద్రవీభవనం అంటాం. ఆ స్థిర ఉష్ణోగ్రతను ద్రవీభవనస్థానం అంటాం.

- 1 గ్రాం. మంచు నీరుగా మారడానికి ఎంత ఉష్ణం అవసరం?

స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద 1గ్రాం ఘనపదార్థం పూర్తిగా ద్రవంగా మారడానికి కావలసిన ఉష్ణాన్ని ద్రవీభవన గుప్తోష్ణం (latent heat of fusion) అంటాం.

m ద్రవ్యరాశి గల ఘనపదార్థం ద్రవంగా మారడానికి Q కెలోరీల ఉష్ణం అవసరం అనుకుందాం. 1 గ్రాం ద్రవ్యరాశి గల ఘనపదార్థం ద్రవంగా మారడానికి కావలసిన ఉష్ణం Q/m అవుతుంది.

ద్రవీభవన గుప్తోష్ణం $L = Q/m$

మంచు ద్రవీభవన గుప్తోష్ణం విలువ 80 కెలోరీలు / గ్రాం.

ఘనీభవనం (Freezing)

శీతాకాలంలో కొబ్బరినూనె, నెయ్యి ద్రవస్థితి నుండి ఘనస్థితికి మారడం మీరు చూసే ఉంటారు.

- ఈ విధంగా మారడానికి కారణమేమై ఉంటుంది?
- ఫ్రిజ్‌లో ఉంచిన నీరు ఏమవుతుంది?
- నీరు ద్రవస్థితి నుండి ఘనస్థితికి ఎలా మారుతుంది?

ఫ్రిజ్‌లో ఉంచిన నీరు, మంచుగా మారుతుందని మనకు తెలుసు. నీటి తొలి ఉష్ణోగ్రత మంచు ఉష్ణోగ్రత కన్నా ఎక్కువ అని కూడా తెలుసు. ద్రవస్థితి నుండి ఘనస్థితిలోకి మారేటప్పుడు నీటి అంతర్గత శక్తి తగ్గిపోవడంవల్ల నీరు మంచుగా మారుతుంది. ఈ ప్రక్రియనే ఘనీభవనం ఉంటాం.

ద్రవస్థితిలో ఉన్న ఒక పదార్థం కొంత శక్తిని కోల్పోవడం ద్వారా ఘన స్థితిలోకి మారే ప్రక్రియనే ఘనీభవనం అంటాం.

సాధారణ వాతావరణ పీడనం (1 ఎట్మాస్ఫియర్) మరియు 0^0C ఉష్ణోగ్రత వద్ద నీటి ఘనీభవనం జరుగుతుంది.

- నీరు, అంతే నీటితో ఏర్పడ్డ మంచు ఘన పరిమాణాలు సమానమేనా? ఎందుకు?

తెలుసుకుందాం.

కృత్యం 12

మూత కలిగిన ఒక చిన్న గాజు సీసాను తీసుకోండి. సీసాలో ఎటువంటి గాలి బుడగలు లేకుండా పూర్తిగా నీటితో నింపండి. సీసా లోని నీరు బయటకు పోయే అవకాశం లేకుండా గట్టిగా మూతను బిగించండి. ఈ సీసాను ఫ్రిజ్ (deep freezer) లో కొన్ని గంటలు ఉంచి తర్వాత బయటకు తీసి చూస్తే, సీసాకు పగుళ్ళు ఏర్పడడం మీరు గమనించవచ్చు.

- గాజు సీసా ఎందుకు పగిలింది ?

సీసాలో పోసిన నీటి ఘనపరిమాణం, సీసా ఘనపరిమాణానికి సమానమని మీకు తెలుసు. నీరు ఘనీభవించినప్పుడు సీసా పగిలింది. అనగా మంచు ఘనపరిమాణం, సీసా లో నింపిన నీటి ఘనపరిమాణం కంటే ఎక్కువై ఉండాలి.

దీనిని బట్టి, ఘనీభవించినప్పుడు నీరు వ్యాకోచిస్తుంది (ఘనపరిమాణం పెరుగుతుంది) అని చెప్పవచ్చు. కనుక నీటి సాంద్రత కన్నా మంచు సాంద్రత తక్కువ. అందుకే నీటిపై మంచు తేలుతుంది.

కీలక పదాలు

ఉష్ణోగ్రత, ఉష్ణం, ఉష్ణసమతాస్థితి, విశిష్టోష్ణం, భాష్పీభవనం, సాంద్రీకరణం, ఆర్ద్రత, తుషారం, పొగమంచు, మరగడం, బాష్పీభవన గుప్తోష్ణం, ద్రవీభవనం, ఘనీభవనం.

మనం ఏం నేర్చుకున్నాం?

- ధార్మిక స్పర్శలో ఉన్న A, B అనే రెండు వ్యవస్థలు విడివిడిగా C అనే వ్యవస్థతో ఉష్ణ సమతాస్థితిలో ఉంటే, A,B వ్యవస్థలు కూడా పరస్పరం ఉష్ణ సమతాస్థితిలో ఉంటాయి.
- ఒక పదార్థంలోని అణువుల సరాసరి గతిజశక్తి ఆ పదార్థ పరమ ఉష్ణోగ్రతకు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.
- ప్రమాణ ద్రవ్యరాశి గల పదార్థ ఉష్ణోగ్రతను ఒక డిగ్రీ పెంచడానికి కావలసిన ఉష్ణరాశిని ఆ పదార్థ విశిష్టోష్ణం అంటాం.

  $S = Q / m\Delta t$

- ద్రవ అణువులు ఏ ఉష్ణోగ్రత వద్దనైనా ద్రవం ఉపరితలాన్ని విడిచి వెళ్లే ప్రక్రియను భాష్పీభవనం అంటాం. ఇది ఒక శీతలీకరణ ప్రక్రియ.
- భాష్పీభవనానికి వ్యతిరేక ప్రక్రియే సాంద్రీకరణం.
- స్థిరపీడనం మరియు స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ద్రవస్థితిలోని పదార్థం వాయుస్థితిలోనికి మారే ప్రక్రియను మరగడం అంటాం.

అభ్యసనాన్ని మెరుగుపరచుకుందాం

1. 20^0C ఉష్ణోగ్రత గల 50 గ్రాముల నీటిని, 40^0C ఉష్ణోగ్రత గల 50 గ్రాముల నీటికి కలిపితే మిశ్రమం ఫలిత ఉష్ణోగ్రత ఎంత ఉంటుంది? (AS1)
2. వేసవి రోజుల్లో, కుక్కలు నాలుకను బయటకు చాచి ఉంచడానికి (panting) గల కారణాన్ని 'భాష్పీభవనం' భావనతో వివరించండి. (AS1)
3. "కూల్‌డ్రింక్" సీసా బయట ఉపరితలంపై తుషారం ఎందుకు ఏర్పడుతుంది ? (AS1)
4. భాష్పీభవనం, మరగడం మధ్య భేదాలను తెల్పండి. (AS1)
5. నీటి ఆవిరి సాంద్రీకరణం చెందేటప్పుడు పరిసరాలలోని గాలి చల్లబడుతుందా? వేడిగా అవుతుందా? వివరించండి. (AS1)
6. కింది ప్రశ్నలకు సమాధానాలివ్వండి. (AS1)
   a) 100^0C వద్ద గల 1 గ్రాం నీటిఆవిరి 100^0C గల నీరుగా సాంద్రీకరణం చెందడానికి ఎంత ఉష్ణం బదిలీ కావాలి?
   b) 100^0C వద్ద గల 1 గ్రాం నీటిఆవిరి 0^0C గల నీరుగా సాంద్రీకరణం చెందడానికి ఎంత ఉష్ణం బదిలీ కావాలి?
   c) 0^0C వద్ద గల 1 గ్రాం నీరు, 0^0C వద్ద గల మంచుగా మారడానికి ఎంత ఉష్ణం గ్రహింపబడాలి లేదా విడుదలవ్వాలి ?
   d) 100^0C వద్ద గల 1 గ్రాం నీటి ఆవిరి, 0^0C వద్ద గల మంచుగా మారడానికి ఎంత ఉష్ణం గ్రహింపబడాలి లేదా విడుదలవ్వాలి ?
7. ఘనపదార్థ విశిష్టోష్ణాన్ని ప్రయోగ పూర్వకంగా కనుగొనే విధానాన్ని వివరించండి. (AS1)
8. 20^0Cను కెల్విన్‌మానం లోకి మార్చండి. (AS1)
9. భాష్పీభవనానికి, మరగడానికి గల తేడాను మీ స్నేహితుడు గుర్తించలేక పోయాడు. అతను ఆ తేడాను గుర్తించడానికి కొన్ని ప్రశ్నలు అడగండి. (AS2)
10. తడిబట్టలు పొడిగా మారినప్పుడు వాటిలోని నీరు ఏమవుతుంది? (AS3)
11. ఒక చిన్న మూత, ఒక పెద్ద పాత్రలో ఒకే పరిమాణంగల ద్రవాన్ని ఉంచితే, ఏది త్వరగా భాష్పీభవనం చెందుతుంది? (AS3)
12. భాష్పీభవనం అనేది ద్రవఉపరితలం, పరిసరాలలో ఉన్న గాలిలోని ద్రవభాష్పం వంటి అంశాలపై ఆధారపడుతుందని నిరూపించడానికి ఒక ప్రయోగాన్ని సూచించండి. (AS3)
13. అంచు కలిగిన ఒక పళ్లెంలో నీరు పోసి అందులో ఒక గరాటును బోర్లించండి. గరాటు అంచు పూర్తిగా పళ్లానికి ఆని ఉండకుండా, గరాటును ఒకవైపు నాణెంపై ఉంచండి. ఈ పళ్లాన్ని బర్నర్‌పై ఉంచి నీరు మరగడం ప్రారంభించేవరకు వేడి చేయండి. మొదట ఎక్కడ బుడగలు ప్రారంభమయ్యాయి? ఎందుకు? ఈ ప్రయోగ పరిశీలనల ఆధారంగా గీజర్ పనిచేసే విధానాన్ని మీరు వివరించగలరా? (AS4)
14. గీజర్ (geiser) పనిచేసే విధానాన్ని తెలియజేసే సమాచారాన్ని సేకరించి ఒక నివేదికను తయారుచేయండి. (AS4)
15. -5^0C వద్ద గల రెండు కి.గ్రా. మంచుకు నిరంతరంగా ఉష్ణాన్ని అందిస్తున్నామనుకోండి. 0^0C వద్ద మంచు కరుగుతుందని, 100^0C వద్ద నీరు మరుగుతుందని మీకు తెలుసు. మంచు నీరుగా మారి, మరగడం ప్రారంభించేవరకు వేడిచేస్తూనే ఉండండి. ప్రతి నిమిషానికి ఉష్ణోగ్రత నమోదు చేయండి. మీరు పొందిన సమాచారంతో ఉష్ణోగ్రత, కాలానికి మధ్య గ్రాఫ్ గీయండి. గ్రాఫ్ ద్వారా మీరు ఏం తెలుసుకున్నారు? మీ నిర్ధారణలు రాయండి. (AS5)
16. వేసవి, శీతాకాలాల్లో వాతావరణ ఉష్ణోగ్రత దాదాపు స్థిరంగా ఉండడంలో నీటి విశిష్టోష్ణం పాత్రను మీరెలా అభినందిస్తారు? (AS6)

17. 1 లీ. నీటికి కొంతసేపు ఉష్ణాన్ని అందిస్తే దాని ఉష్ణోగ్రత 2^0C పెరిగిందనుకుందాం. అంతే ఉష్ణాన్ని అంతే సమయం పాటు 2 లీ. నీటికి అందిస్తే, ఆ నీటి ఉష్ణోగ్రతలో పెరుగుదల ఎంత ఉంటుంది ? (AS7)
18. ఫ్రిజ్ నుండి బయటకు తీసిన 'పుచ్చకాయ' ఎక్కువ సమయం పాటు చల్లగా ఉండడంలో విశిష్టోష్ణం పాత్రను వివరించండి. (AS7)
19. మీరు చల్లని నీటితో స్నానం చేసినా, స్నానం తర్వాత స్నానాల గదిలో అలాగే ఉంటే వేడిగా అనిపిస్తుంది. ఎందుకు? (AS7)

ఖాళీలను పూరించండి

1. విశిష్టోష్ణానికి S.I. ప్రమాణం __________
2. అధిక ఉష్ణోగ్రత వద్ద గల వస్తువు నుండి అల్ప ఉష్ణోగ్రత వద్ద గల వస్తువుకు __________ ప్రవహిస్తుంది.
3. __________అనేది ఒక శీతలీకరణ ప్రక్రియ.
4. 10^0C వద్దగల A అనే వస్తువును, 10K వద్ద గల B అనే వస్తువుతో ఉష్ణీయ స్పర్శలో ఉంచితే, ఉష్ణం__________ నుండి __________కు ప్రవహిస్తుంది.
5. మంచు ద్రవీభవన గుప్తోష్ణం విలువ __________
6. వస్తువు ఉష్ణోగ్రత __________కు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.
7. మిశ్రమాల పద్ధతి సూత్రం ప్రకారం వేడి వస్తువులు కోల్పోయిన ఉష్ణం =__________
8. వేసవి రోజుల్లో ఉక్కపోతకు కారణం __________
9. __________ను శీతలీకరణిగా వాడతాం.
10. నీటిపై మంచు తేలడానికి కారణం __________

సరైన సమాధానాన్ని ఎన్నుకోండి

1. కింది వాటిలో ఏది ఉష్ణీకరణ ప్రక్రియ (warming process) [ ]
   a) భాష్పీభవనం b) సాంద్రీకరణం c) మరగడం d) పైవన్నీ
2. ద్రవీభవనం అనగా, ఘనస్థితిలోని పదార్థం __________లోకి మారడం [ ]
   a) ద్రవస్థితి b) స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ద్రవ స్థితి
   c) వాయు స్థితి d) ద్రవ లేదా వాయుస్థితి
3. A,B మరియు C అనే వస్తువులు ఉష్ణసమతాస్థితిలో ఉన్నాయి. B యొక్క ఉష్ణోగ్రత 45^0C అయిన, C యొక్క ఉష్ణోగ్రత __________ [ ]
   a) 45^0C b) 50^0C c) 40^0C d) ఎంతైనా ఉండవచ్చు
4. ఒక స్టీలు కడ్డీ ఉష్ణోగ్రత 330 K. దాని ఉష్ణోగ్రత ^{0}C పరంగా __________ [ ]
   a) 55^0C b) 57^0C c) 59^0C d) 53^0C
5. విశిష్టోష్ణం S = __________ [ ]
   a) $Q/\triangle t$ b) $Q\triangle t$ c) $Q/m\triangle t$ d) $m\triangle t/Q$
6. సాధారణ వాతావరణ పీడనం వద్ద నీటి మరుగు స్థానం __________ [ ]
   a) 0^0C b) 100^0C c) 110^0C d) -5^0C
7. ద్రవీభవనం చెందేటప్పుడు మంచు ఉష్ణోగ్రత __________ [ ]
   a) స్థిరంగా ఉంటుంది b) పెరుగుతుంది c) తగ్గుతుంది d) చెప్పలేము