13.ఉష్ణగతిక శాస్త్రం

స్టడీ నోట్స్

1.0 ఉష్ణం మరియు యాంత్రిక శక్తుల మధ్య సంబంధాన్ని తెలిపే శాస్త్రం "ఉష్ణగతిక శాస్త్రం". ఇందులో వివిధ రూపంలో ఉన్న శక్తి (రసాయన, అయస్కాంత, కాంతి) ఉష్ణశక్తిగా మారే విధానాలను అధ్యయనం చేస్తారు.

1.1 ఈ అధ్యాయంలో మనం నేర్చుకునే అంశాలు: (i) ఉష్ణగతిక శాస్త్ర నియమాలు (ii) విశిష్టోష్ణం (iii) సమ ఉష్ణోగ్రత & స్థిరోష్ణక ప్రక్రియ (iv) గుప్తోష్ణం (v) ఉత్క్రమణీయ ప్రక్రియ & అనుత్క్రమణీయ ప్రక్రియ (vi) ఉష్ణ యంత్రం.

2.1 **ఉష్ణ గతిక శాస్త్ర శూన్యాంక నియమం :** A మరియు B అనే రెండు వస్తువులు విడివిడిగా మరొక వస్తువుతో ఉష్ణ సమతా స్థితిలో ఉంటే ఆ రెండు వస్తువులు ఒకదానితో ఒకటి ఉష్ణసమతా స్థితిలో ఉంటాయి. **[May 13]**
ఈ నియమం, ఉష్ణోగ్రతా భావనను తెలియచేస్తుంది.

2.2 **ఉష్ణోగ్రత :** వేడి వస్తువు లేదా చల్లని వస్తువు యొక్క ఉష్ణస్థితిని తెలియజేసేది ఉష్ణోగ్రత. దీని S.I ప్రమాణం కెల్విన్(K).

2.3 **ఉష్ణం :** ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రత ఉన్న వస్తువు నుండి తక్కువ ఉష్ణోగ్రత ఉన్న వస్తువు వైపు సరఫరా అయ్యే శక్తి స్వరూపాన్ని ఉష్ణం అంటారు.

CGS ప్రమాణం : కెలోరి **SI** ప్రమాణం : జౌల్

2.4 **కెలోరి:** ఒక గ్రాము నీటి ఉష్ణోగ్రతను 14.5°C నుండి 15.5°C కు పెంచడానికి అవసరమయ్యే ఉష్ణరాశిని కెలోరి అంటారు.

3. **అంతర్గత శక్తి (U) :** సమతాస్థితిలో, గది ఉష్ణోగ్రత వద్ద వాయు అణువుల స్థితిశక్తి మరియు గతిశక్తుల మొత్తాన్ని అంతర్గత శక్తి (U) అంటారు.

4.1 **ఉష్ణగతిక శాస్త్ర మొదటి నియమం :** ఒక వ్యవస్థకు అందచేసిన ఉష్ణం విలువ, వ్యవస్థ అంతర్గత శక్తిలో మార్పు మరియు వ్యవస్థ వలన జరిగిన పనుల బీజీయ మొత్తానికి సమానం.

4.2 **గణితరూపము :** $\Delta Q = \Delta U + \Delta w$ (or) $dQ = dU + dw$

సంజ్ఞా రూపము : వ్యవస్థ వలన పని జరిగితే Δw ను ధనాత్మకంగా తీసుకోవాలి.
వ్యవస్థపై పని జరిగితే Δw ను ఋణాత్మకంగా తీసుకోవాలి.
ఉష్ణశక్తి వ్యవస్థకు సరఫరా జరిగితే ΔQ ను ధనాత్మకంగా తీసుకోవాలి.
ఉష్ణశక్తి వ్యవస్థ కోల్పోతే ΔQ ను ఋణాత్మకంగా తీసుకోవాలి.

4.3 **ఉష్ణగతిక శాస్త్ర మొదటి నియమం అవధులు :**

1. ఈ నియమం ఉష్ణరాశి యొక్క దిశను గూర్చి తెలియజేయదు.
2. పనిగా మారిన ఉష్ణశక్తి యొక్క దక్షతను తెలియజేయదు.

5. **ఉష్ణధారణ సామర్థ్యం :** ఒక వస్తువు యొక్క ఉష్ణోగ్రతను 1°c పెంచడానికి అవసరమైన ఉష్ణరాశిని ఉష్ణధారణ సామర్థ్యం అంటారు.

ఉష్ణధారణ సామర్థ్యం $= \dfrac{\Delta Q}{dT}$ S.I ప్రమాణం : JK^{-1}.

6.1 **విశిష్టోష్ణం:** ప్రమాణ ద్రవ్యరాశి గల ఒక వస్తువు యొక్క ఉష్ణోగ్రతను 1°c పెంచడానికి అవసరమైన ఉష్ణరాశిని ఆ పదార్థ విశిష్టోష్ణం అంటారు. విశిష్టోష్ణం $(S) = \dfrac{1}{m}\dfrac{\Delta Q}{dT}$

6.2 **C.G.S ప్రమాణం :** $Cal\ gm^{-1}(^oC)^{-1}$ S.I ప్రమాణం : $J\,kg^{-1}\,K^{-1}$

మితిఫార్ములా : $[M^0L^2T^{-2}K^{-1}]$

6.3 **మోలార్ విశిష్టోష్ణం :** ఒక గ్రాము మోల్ ద్రవ్యరాశి గల వస్తువు యొక్క ఉష్ణోగ్రతను 1^oc పెంచడానికి అవసరమైన ఉష్ణరాశిని ఆ పదార్ధ మోలార్ విశిష్టోష్ణం అంటారు.

మోలార్ విశిష్టోష్ణం $C = \frac{1}{n}\frac{\Delta Q}{\Delta T}$ n వాయు మోల్‌ల సంఖ్య.

6.4 **వాయువుల విశిష్టోష్ణాలు :** వాయువుకు ఉష్ణాన్ని స్థిరపీడనం వద్దగాని, స్థిర ఘనపరిమాణం వద్ద గాని అందజేయవచ్చు. అందువలన వాయువులు రెండు రకాల విశిష్టోష్ణాలు కలిగి ఉంటాయి.

(i) స్థిర పీడనం వద్ద వాయు విశిష్టోష్ణం (C_p) (ii) స్థిర ఘనపరిమాణం వద్ద వాయు విశిష్టోష్ణం (C_v)

6.5.1 **స్థిర పీడనం వద్ద విశిష్టోష్ణం (C_p) :** స్థిర పీడనం వద్ద ప్రమాణ ద్రవ్యరాశి గల ఒక వాయు ఉష్ణోగ్రతను ఒక డిగ్రీ పెంచడానికి కావలసిన ఉష్ణరాశిని, స్థిరపీడనం వద్ద, ఆ వాయు విశిష్టోష్ణం అంటారు.

$C_p = \frac{1}{m}\frac{\Delta Q}{dT}$ S.I ప్రమాణం : J/mole K

6.5.2 **స్థిర ఘనపరిమాణం వద్ద విశిష్టోష్ణం (C_v) :** స్థిర ఘనపరిమాణం వద్ద ప్రమాణ ద్రవ్యరాశిగల ఒక వాయు ఉష్ణోగ్రతను ఒక డిగ్రీ పెంచడానికి కావలసిన ఉష్ణరాశిని, స్థిర ఘనపరిమాణం వద్ద, వాయు విశిష్టోష్ణం అంటారు.

$C_v = \frac{1}{m}\frac{\Delta Q}{dT}$ S.I ప్రమాణం : J/mole K

6.5.3 **Cp మరియు Cv ల మధ్య సంబంధం :** $C_p - C_v = R$, R =విశ్వవాయుస్థిరాంకం

7. **ఉష్ణగతిక ప్రక్రియలు:**

7.1. **అర్ధస్థైతిక ప్రక్రియ:** ప్రతి దశలో వ్యవస్థ పరిసరాలతో ఉష్ణీయ, యాంత్రిక సమతాస్థితిలో ఉండేటట్లుగా ఊహించిన ఒక ఆదర్శవంతమైన ప్రక్రియను అర్ధస్థైతిక ప్రక్రియ అని అంటారు. ఇది చాలా నెమ్మదిగా జరుగును.

7.2 **సమ ఉష్ణోగ్రత ప్రక్రియ :** ఒక వ్యవస్థలో పీడనం మరియు ఘనపరిమాణం మారుతూ ఉష్ణోగ్రత స్థిరంగా ఉంటే అటువంటి ప్రక్రియను సమ ఉష్ణోగ్రత ప్రక్రియ అంటారు.

7.3 **స్థిరోష్ణక ప్రక్రియ :** ఒక వ్యవస్థలో ఉష్ణరాశి స్థిరంగా ఉండి పీడనం మరియు ఘనపరిమాణం మారుతూ ఉండే ప్రక్రియను స్థిరోష్ణక ప్రక్రియ అంటారు.

7.4. **సమ ఘనపరిమాణ ప్రక్రియ:** వాయువు ఘనపరిమాణం స్థిరముగా ఉండును. ఈ ప్రక్రియలో వ్యవస్థ పరిసరాలపై లేక పరిసరాలు వ్యవస్థ పై పని చేయవు. వ్యవస్థ గ్రహించిన మొత్తం ఉష్ణరాశి దాని అంతర్గత శక్తిని పెంచుకొనుటకు ఉపయోగించును.

7.5. **సమ పీడన ప్రక్రియ:** వ్యవస్థ పీడనం స్థిరంగా ఉండును. వ్యవస్థ ఉష్ణోగ్రత మరియు అంతరిక శక్తి మారును. వ్యవస్థ గ్రహించిన ఉష్ణములో కొంత అంతరిక శక్తి పెరుగుదలకు, మరికొంత బాహ్యపనికి ఉపయోగపడును.

7.6. **చక్రీయ ప్రక్రియ :** వేరు వేరు దశలు (పీడనం, ఘనపరిమాణం మరియు ఉష్ణోగ్రతలలో కలిగే మార్పులు) పొందిన తరువాత ఒక వ్యవస్థ తిరిగి మరల తొలిస్థితిని పొందే ప్రక్రియను చక్రీయ ప్రక్రియ అంటారు.

చక్రీయ ప్రక్రియలో మొత్తం ఉష్ణం వ్యవస్థ చేసిన ఫలిత పనికి సమానమయినప్పుడే ఇది సాధ్యం.

8.1 **ఉష్ణయంత్రాలు :** ఉష్ణశక్తిని యాంత్రిక శక్తిగా మార్చే పరికరాన్ని ఉష్ణ యంత్రం అంటారు. సహజంగా ఉష్ణయంత్రంలో ఒక వ్యవస్థ చక్రీయ ప్రక్రియ పొందడం వల్ల ఉష్ణం పనిగా మారుతుంది.

8.2 **శీతలీకరణ యంత్రాలు :** ఉష్ణయంత్రం యొక్క విలోమ ప్రక్రియే శీతలీకరణ యంత్రం.

BABY BULLET-Q

9. ఉష్ణగతిక శాస్త్ర రెండవ నియమము:

(a) కెల్విన్ వివరణ : ఒక ఉష్ణగతిక వ్యవస్థ నుంచి పొందిన మొత్తం ఉష్ణాన్ని పూర్తిగా యాంత్రిక పనిగా మార్చడం అసాధ్యం. ఇంకో విధంగా చెప్పాలంటే ఏ ఉష్ణయంత్రం కూడా దానికి అందజేసిన మొత్తం ఉష్ణాన్ని పూర్తిగా యాంత్రిక శక్తిగా మార్చలేదు.

(b)క్లాసియస్ వివరణ : " ఏ విధమైన బాహ్య ప్రమేయం లేకుండా, ఏ స్వయం పోషక యంత్రమైనా ఒక వస్తువు నుంచి తనకంటే ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్న వస్తువుకు ఉష్ణాన్ని అవిచ్ఛిన్నంగా సరఫరా చేయలేదు". ఈ వివరణ ఉష్ణప్రసార దిశను తెలియజేస్తుంది. దీనినే ఇంకొక విధంగా "ఉష్ణం తనంతట తాను చల్లని వస్తువు నుండి వేడి వస్తువుకు ప్రవహించదు" అని చెప్పవచ్చు.

10 ఉత్క్రమణీయ మరియు అనుత్క్రమణీయ ప్రక్రియ :

10.1 ఉత్క్రమణీయ ప్రక్రియ : ఇతరత్రా ఎక్కడా ఏ విధమైన మార్పులు లేకుండా వ్యవస్థ మరియు పరిసరాలు తొలి దశకు చేరేట్లుగా సూటి ప్రక్రియలో ఏఏ దశల గుండా ప్రయాణం చేసిందో అదే దశల గుండా వెనుకకు తీసుకురాగలిగితే ఆ ప్రక్రియను ఉత్క్రమణీయ ప్రక్రియ అంటారు. ఉత్క్రమణీయ ప్రక్రియ అనేది కేవలం ఒక ఆదర్శవంతమైన అభిప్రాయం మాత్రమే.

ఒక ప్రక్రియ ఉత్క్రమణీయ ప్రక్రియ కావాలంటే అందుకు పాటించవలసిన నిబంధనలు :

(i) జరిగే మార్పులు అత్యంత నెమ్మదిగా జరగాలి.

(ii) పరిసరాలతో వ్యవస్థ ఎప్పుడూ ఉష్ణ మరియు యాంత్రిక సమతాస్థితిలో ఉండాలి.

ఇందులో (i) మరియు (ii) నిబంధనలను బట్టి ప్రక్రియ అర్ధస్థైతిక అయి తీరాలని తెలుస్తోంది.

(iii) వహనం, సంవహనం లేదా ఘర్షణ వంటి నిరోధం, స్నిగ్ధత మొదలైన వాని వల్ల శక్తి నష్టం జరగకూడదు.

(iv) ఉష్ణం ఏ మాత్రమూ విద్యుత్ లేదా అయస్కాంతశక్తి రూపాలలో మార్పు చెందకూడదు.

ఉత్క్రమణీయ ప్రక్రియకు ఉదాహరణలు :

(i) మంచు ద్రవీభవనం, నీటి బాష్పీభవనం (ii) పెల్టియర్ ఫలితం మరియు సీబెక్ ఫలితం.

10.2 అనుత్క్రమణీయ ప్రక్రియ : వ్యతిరేకదిశలో వెనుకకు తీసుకురాలేని ప్రక్రియను అనుత్క్రమణీయ ప్రక్రియ అంటారు.స్వచ్ఛంద సహజ ప్రక్రియలు అన్నీ అనుత్క్రమణీయ ప్రక్రియలే.

అనుత్క్రమణీయ ప్రక్రియకు ఉదాహరణలు :

(i) ఘర్షణకు వ్యతిరేకంగా జరిగిన పని (ii) వాయువుల వ్యాపనం

BABY BULLET-Q

ముఖ్య సూత్రాలు

1. ఉష్ణగతిక శాస్త్ర మొదటి నియమం: $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$
2. ఉష్ణధారణ సామర్థ్యం $S = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$
3. విశిష్టోష్ణం $s = \frac{1}{m}\frac{\Delta Q}{\Delta T}$
4. $C_p - C_v = R$
5. స్థిరోష్ణ ప్రక్రియ లో ఆదర్శవాయువు సమీకరణం PV^{γ} = స్థిరం, $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$
6. ఉష్ణయంత్రము దక్షత $\eta = \frac{W}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$
7. కార్నోయంత్రము దక్షత $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$