ఉష్ణ గతికశాస్త్రం

ముఖ్యాంశాలు

1. ఉష్ణగతిక శాస్త్ర శూన్యాంక నియమం

రెండు వ్యవస్థలు విడివిడిగా మూడవ వ్యవస్థ ఉష్ణ సమతాస్థితిలో ఉంటే ఆ రెండు వ్యవస్థలు ఒకదానికొకటి ఉష్ణ సమతాస్థితిలో ఉంటాయి. దీనిని ఉష్ణగతిక శాస్త్ర శూన్యాంక నియమం అంటారు.

2. ఉష్ణగతిక శాస్త్ర మొదటి నియమం

ఒక వ్యవస్థకి అందచేసిన ఉష్ణరాశి ఆ వ్యవస్థ అంతరిక శక్తి పెరుగుదలకు మరియు అది చేసిన బాహ్య పనుల మొత్తానికి సమానం.

ఒక వ్యవస్థ గ్రహించిన ఉష్ణరాశి dQ, అంతరిక శక్తి పెరుగుదల dU మరియు అది చేసిన పని dW అనుకొండి.

$$\therefore dQ = dU + dW$$

3. స్థిరపీడనం వద్ద ఒక మోల్ వాయు ఉష్ణోగ్రతను ఒక డిగ్రీ పెంచడానికి కావలసిన ఉష్ణరాశిని వాయు స్థిర పీడన మోలార్ విశిష్టోష్ణం(C_p) అంటారు.

స్థిరపీడన మోలార్ విశిష్టోష్ణం $C_p = \dfrac{\Delta Q}{n\Delta T}$.

4. స్థిర ఘనపరిమాణం వద్ద ఒక మోల్ వాయు ఉష్ణోగ్రతను ఒక డిగ్రీ పెంచడానికి కావలసిన ఉష్ణరాశిని వాయు స్థిర ఘనపరిమాణ మోలార్ విశిష్టోష్ణం (C_v) అంటారు.

స్థిరఘనపరిమాణ మోలార్ విశిష్టోష్ణం $C_v = \dfrac{\Delta Q}{n\Delta T}$

5. C_P మరియు C_V

$C_P - C_V = R$; $C_P > C_V$ మరియు $\dfrac{C_P}{C_V} = \gamma$

6. స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఒక వ్యవస్థ పీడనం మరియు ఘనపరిమాణాలలో మార్పులు జరుగు ప్రక్రియను సమ ఉష్ణోగ్రత ప్రక్రియ అంటారు.

7. సమ ఉష్ణోగ్రతా ప్రక్రియలో వాయువు చేసిన పనికి సమీకరణం $W = 2.303RT\log_{10}\left(\dfrac{V_2}{V_1}\right)$

8. వ్యవస్థ నుండి పరిసరాలకు కాని లేదా పరిసరాల నుండి వ్యవస్థకు కాని ఉష్ణ మార్పిడి చెందని ప్రక్రియను స్థిరోష్ణక ప్రక్రియ అంటారు.

9. స్థిరోష్ణక ప్రక్రియలో వాయువు చేసిన పనికి సమీకరణం $W = \dfrac{nR}{\gamma - 1}[T_1 - T_2]$

www.sakshieducation.com

10. స్థిరోష్ణక ప్రక్రియలో

a) PV^{γ} = స్థిరరాశి

b) $TV^{\gamma-1}$ = స్థిరరాశి

c) $P^{1-\gamma}T^{\gamma}$ = స్థిరరాశి

అతి స్వల్పసమాధాన ప్రశ్నలు

1. పదార్థ విశిష్టోష్ణ సామర్థ్యం నిర్వచించండి.

జ: విశిష్టోష్ణము

ప్రమాణ ద్రవ్యరాశి గల పదార్థము యొక్క ఉష్ణోగ్రతను $1^0 C$ (లేదా) $1^0 K$ పెంచుటకు కావలసిన ఉష్ణరాశిని ఆ పదార్థం యొక్క విశిష్టోష్ణం అంటారు.

విశిష్టోష్ణం $S = \frac{1}{m}\frac{dQ}{dT}$

2. ఒక థర్మాస్ ఫ్లాస్క్‌లో ఉన్న ద్రవాన్ని బాగా కుదిపితే దాని ఉష్ణోగ్రత ఏమవుతుంది.

జ: ద్రవాన్ని కుదుపుటలో జరిగిన పని ఉష్ణంగా మారుటచే ద్రవం ఉష్ణోగ్రత పెరుగుతుంది.

3. ఎ) శూన్యాంక నియమం, బి) మొదటి నియమాల వల్ల ఏ ఉష్ణగతిక చర రాశులు నిర్వచించడమైంది?

జ: ఎ) శూన్యాంక నియమం

ఉష్ణగతిక శాస్త్ర శూన్యంక నియమం, ఉష్ణగతిక చలరాశులైన ఉష్ణోగ్రతలను నిర్వచిస్తుంది.

బి) మొదటి నియమం

ఉష్ణగతిక శాస్త్ర మొదటి నియమం, ఉష్ణగతిక చర రాశులైన అంతరిక శక్తి, పీడనం మరియు ఘనపరిమాణాలను నిర్వచిస్తుంది.

4. స్థితి చరరాశులను, స్థితి సమీకరణాన్ని నిర్వచించండి

జ: స్థితిచరాశులు

పీడనం, ఉష్ణోగ్రత, సాంద్రత మరియు అంతరికశక్తి ఘనపరిమాణం, మొత్తం ద్రవ్యరాశుల వ్యవస్థ స్థితిని వివరించును. వీటిని స్థితి చరరాశులు అంటారు.

స్థితి సమీకరణం

స్థితి చరరాశుల మధ్య సంభంధంను తెల్పే సమీకరణంను స్థితి సమీకరణం అంటారు.

5. 100% దక్షతతో పనిచేసే ఉష్ణయంత్రాన్ని తయారుచేయడం సాధ్యం కాదు ఎందుకు?

జ: $T_1 = \infty$ (or) $T_2 = 0$ k. అయితే దక్షత 100% పరమ శూన్య మరియు అనంత ఉష్ణోగ్రత సాధ్యం కాదు కావున దక్షత ఎప్పుడు ఒకటి కంటే తక్కువగా ఉంటుంది.

6. వేసవి కాలంలో సైకిల్ ట్యూబ్ నుంచి గాలిని తొలగిస్తున్నప్పుడు ఆ గాలి చల్లగా అనిపించడానికి కారణం ఏమిటి ?

జ: సైకిల్ ట్యూబ్ వాల్వ్ ఒకేసారి తెరిచిన దాని స్థిరోష్ణక వ్యాకోచం అంటారు. స్థిరోష్ణక వ్యాకోచంలో ఉష్ణోగ్రత తగ్గుతుంది. కాబట్టి గాలి చల్లబడుతుంది.

7. 1) సమ ఘనపరిమాణం ప్రక్రియ 2) సమ పీడన ప్రక్రియలను గురించి వివరించండి.

జ: **1) స్థిర ఘనపరిమాణం ప్రక్రియ**

స్థిర ఘనపరిమాణం వద్ద జరిగే ప్రక్రియను స్థిర ఘన పరిమాణం ప్రక్రియ అంటారు. ఈ ప్రక్రియలో వాయువు పై లేక వాయువు చేత పని జరగదు. వాయువు అంతరిక శక్తి మరియు ఉష్ణోగ్రత మారుతుంది.

2) సమపీడన ప్రక్రియ

స్థిరపీడనం వద్ద జరిగే ప్రక్రియను సమపీడన ప్రక్రియ అంటారు. ఈ ప్రక్రియలో అంతరిక శక్తి, ఉష్ణోగ్రతలు మారతాయి. ఈ ప్రక్రియలో గ్రహించిన ఉష్ణరాశి, పాక్షికంగా అంతరిక శక్తిలో పెరుగుదల మరియు పాక్షికంగా జరిగిన పనికి సమానం.

8. రిఫ్రిజిరేటరును తెరచి ఉంచి వేసవి కాలంలో గదిని చల్లబరచడం సాధ్యం కాదు. ఎందువల్ల ?

జ: ఉష్ణ యాంత్రిక వ్యవస్థ రెండు వేరు వేరు వ్యవస్థల మధ్య పనిచేస్తుంది. రిఫ్రిజిరేటర్ తలుపు తీస్తే అది ఒకే వ్యవస్థ అవుతుంది. కావున గదిని చల్లబరచడం సాధ్యంకాదు.

9. రసాయన లేదా అణుకేంద్రాలలో వాడే శీతలీకరణి అధిక విశిష్టోష్ణతను కలిగి ఉంటుంది. ఎందుకు?

జ: పదార్థం శోషించుకున్న ఉష్ణం దాని విశిష్టోష్ణానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.కాబట్టి రసాయన లేదా అణుకేంద్రాలలో వాడే శీతలీకరణి అధిక విశిష్టోష్ణతను కలిగి ఉంటుంది.

www.sakshieducation.com

స్వల్పసమాధాన ప్రశ్నలు

1. ఉష్ణగతిక శాస్త్ర మొదటి నియమాన్ని తెలిపి, వివరించండి.

జ: ఒక వ్యవస్థకి అందచేసిన ఉష్ణరాశి ఆ వ్యవస్థ అంతరిక శక్తి పెరుగుదలకు మరియు అది చేసిన బాహ్య పనుల మొత్తమునకు సమానం.

ఒక వ్యవస్థ గ్రహించిన ఉష్ణరాశి dQ, అంతరిక శక్తి పెరుగుదల dU మరియు అది చేసిన పని dW అనుకొండి.

$$\therefore dQ = dU + dW$$

వ్యవస్థ అంతరిక శక్తి పెరుగుదల $(U_f - U_i)$ అయిన ,

$$dQ = \left(U_f - U_i\right) + dW$$

దీనిని ఉష్ణగతికశాస్త్ర మొదటి నియమం అంటారు.

2. వాయువుల రెండు ప్రధాన విశిష్టోష్ణాలను నిర్వచించండి. ఆ రెండింటిలో ఏది ఎక్కువ?ఎందుకు?

జ: 1) స్థిరపీడనం వద్ద ఒక మోల్ వాయు ఉష్ణోగ్రతను ఒక డిగ్రీ పెంచడానికి కావలసిన ఉష్ణరాశిని వాయు స్థిర పీడన మోలార్ విశిష్టోష్ణం(C_p) అంటారు.

స్థిరపీడన మోలార్ విశిష్టోష్ణం $C_p = \dfrac{\Delta Q}{n\Delta T}$.

2) స్థిర ఘనపరిమాణం వద్ద ఒక మోల్ వాయు ఉష్ణోగ్రతను ఒక డిగ్రీ పెంచడానికి కావలసిన ఉష్ణరాశిని వాయు స్థిర ఘనపరిమాణ మోలార్ విశిష్టోష్ణం (C_v) అంటారు.

స్థిరఘనపరిమాణ మోలార్ విశిష్టోష్ణం $C_v = \dfrac{\Delta Q}{n\Delta T}$.

3) స్థిర ఘనపరిమాణము వద్ద ఒక వాయువుకు అందచేసిన ఉష్ణరాశి అంతా దాని అంతర్గత శక్తి పెరుగుదలకు ఉపయోగపడుతుంది.కాని స్థిర పీడనం వద్ద ఇచ్చిన ఉష్ణరాశి, దాని అంతర్గత శక్తి పెరుగుదలకు మరియు వాయువు చేయు పనికి ఉపయోగపడుతుంది.

కావున C_p విలువ C_v కన్నా అధికం.

3. ఒక వాయువు యొక్క రెండు మోలార్ విశిష్టోష్ణాలను నిర్వచించండి మరియు వాటి మధ్య సంబంధాన్ని ఉత్పాదించండి.

జ: 1) స్థిరపీడనం వద్ద ఒక మోల్ వాయు ఉష్ణోగ్రతను ఒక డిగ్రీ పెంచడానికి కావలసిన ఉష్ణరాశిని వాయు స్థిర పీడన మోలార్ విశిష్టోష్ణం(C_p) అంటారు.

www.sakshieducation.com

స్థిరపీడన మోలార్ విశిష్టోష్ణం $C_p = \frac{\Delta Q}{n\Delta T}$.

2) స్థిర ఘనపరిమాణం వద్ద ఒక మోల్ వాయు ఉష్ణోగ్రతను ఒక డిగ్రీ పెంచడానికి కావలసిన ఉష్ణరాశిని వాయు స్థిర ఘనపరిమాణ మోలార్ విశిష్టోష్ణం (C_v) అంటారు.

స్థిరఘనపరిమాణ మోలార్ విశిష్టోష్ణం $C_v = \frac{\Delta Q}{n\Delta T}$

3) C_p మరియు C_v ల మధ్య సంబంధం

ఒక మోల్ ఆదర్శ వాయువును ఒక స్థూపాకార పాత్రలో 'A' వైశాల్యం గల ఘర్షణ లేని ముషలకంతో బంధించడినది అనుకొండి. వాయు పీడనం, ఘనపరిమాణం మరియు ఉష్ణోగ్రతలు వరుసగా P , V మరియు T అనుకొండి.

స్థిర ఘనసరిమాణము వద్ద వాయువు ఉష్ణోగ్రతలో పెరుగుదల dT అయిన, వాయువు గ్రహించిన ఉష్ణరాశి దాని అంతర్గత శక్తిని పెరుగుదలకు ఉపయోగపడుతుంది.

$\therefore$ వాయువు గ్రహించిన ఉష్ణరాశి $dQ = dU = C_v dT$ ....(1)

స్థిర పీడనం వద్ద వాయువు ఉష్ణోగ్రతలో dT పెరుగుదలకు అందచేసిన ఉష్ణరాశి $(dQ)_p$ వాయువు యొక్క అంతర్గత శక్తిని పెంచడానికి మరియు స్థిరపీడనానికి వ్యతిరేకంగా బాహ్య పని (dW) కి ఉపయోగపడుతుంది.

$\therefore dQ = C_p dT$ ......(2)

ముషలకాన్ని 'dx' దూరము కదల్చడానికి చేయవలసిన పని dW అయిన,

$dW = F.dx = P.A\,dx$

లేదా $dW = P\ dv$.........(3)

ఉష్ణగతికశాస్త్ర ప్రథమ నియమము నుండి, $dQ = dU + dW$

$dQ = dU + dW$

(1), (2) మరియు (3) సమీకరణముల నుండి,

$C_p dT = C_v dT + PdV$

లేదా $C_p dT - C_v dT = PdV$

కాని $PV = RT \Rightarrow P\,dV = R dT$

$\therefore C_p\, dT - C_v dT = R\,dT$

$(C_p - C_v)dT = R\,dT$

$\therefore C_p - C_v = R$

4. సమ ఉష్ణోగ్రతా ప్రక్రియలో వాయువు చేసిన పనికి సమీకరణాన్ని తెలిపి, వివరించండి.

జ: సమ ఉష్ణోగ్రతా ప్రక్రియ

స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఒక వ్యవస్థ పీడనం మరియు ఘనపరిమాణాలలో మార్పులు జరుగు ప్రక్రియను సమ

ఉష్ణోగ్రత ప్రక్రియ అంటారు.

వాయువు చేసిన పని

వాయువు ఘనపరిమాణములోని మార్పు dv అయిన , వాయువు చేసిన పని $dW = PdV$

వాయువు ఘనపరిమాణం v_1 నుండి v_2 మార్పునకు చేసిన పని

$$W = \int_{v_1}^{v_2} PdV = \int_{v_1}^{v_2} \frac{RT}{V} dv = RT \int_{v_1}^{v_2} \frac{dv}{v}$$

$$\Rightarrow W = RT[\log v]_{v_1}^{v_2}$$

$$\Rightarrow W = RT[\log v_2 - \log v_1]$$

$$\Rightarrow W = RT \log_e \frac{v_2}{v_1}$$

$$W = 2.303RT \log_{10}\left(\frac{v_2}{v_1}\right)$$

కాని, $p_1 v_2 = p_2 v_2$

$$\therefore W = 2.303RT \log_{10}\left(\frac{p_1}{p_2}\right)$$

ఇందు P_1, V_1 లు ఆ వాయు తొలి పీడనము మరియు ఘనపరిమాణం.

5. స్థిరోష్ణక ప్రక్రియలో వాయువు చేసిన పనికి సమీకరణాన్ని తెలిపి, వివరించండి.

జ: స్థిరోష్ణక ప్రక్రియ

స్థిర ఉష్ణం వద్ద వియుక్త వ్యవస్థలోని పీడనం మరియు ఘనపరిమాణంలు మారే ప్రక్రియను స్థిరోష్ణక ప్రక్రియ అంటారు.

వాయువు చేసిన పని

స్థిర పీడనం వద్ద ఘనపరిమాణములోని మార్పు dv అయిన , వాయువు చేసిన పని $dW = PdV$

వాయువు ఘనపరిమాణము v_1 నుండి v_2 మార్పునకు చేసిన పని

$$w = \int_{v_1}^{v_2} P\, dv$$

కా ని $PV^{\gamma} = const \ or \ P = \frac{K}{V^{\gamma}}$

www.sakshieducation.com

$$w=\int_{v_1}^{v_2}\frac{K}{V^{\gamma}}dv=\frac{K}{(1-\gamma)}V^{-\gamma+1}=\frac{K}{1-\gamma}\left(V^{1-\gamma}\right)_{v_1}^{v_2}$$

$$w=\frac{K}{1-\gamma}\left(V_2^{1-\gamma}-V_1^{1-\gamma}\right)$$

కాని $P_1V_1^{\gamma}=P_2V_2^{\gamma}=K$

$$\therefore w=\frac{1}{1-\gamma}\left(P_2V_2^{\gamma}V_2^{1-\gamma}-P_1V_1^{\gamma}V_1^{1-\gamma}\right)$$

లేదా $w=\frac{1}{1-\gamma}\left(P_2V_2-P_1V_1\right)$

$$W=\frac{nR}{\gamma-1}[T_1-T_2]$$

$n=$మోలుల సంఖ్య

6. సమ ఉష్ణోగ్రత, స్థిరోష్ణక ప్రక్రియలను పోల్చండి.

జ.

సమ ఉష్ణోగ్రత ప్రక్రియ	స్థిరోష్ణక ప్రక్రియ
1. స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఒక వాయువు యొక్క పీడనం మరియు ఘనపరిమాణం మారే ప్రక్రియను సమఉష్ణోగ్రత ప్రక్రియ అంటారు.	1. స్థిర ఉష్ణం వద్ద వియుక్త వ్యవస్థలోని పీడనం మరియు ఘనపరిమాణంలు మారే ప్రక్రియను స్థిరోష్ణక ప్రక్రియ అంటారు. .
2. వాయువు ఉష్ణోగ్రత స్థిరం	2. వాయువు ఉష్ణోగ్రత మారుతుంది.
3. ఉష్ణరాశి మారును.	3. ఉష్ణరాశి లోని మార్పు సున్నా.
4. అంతరిక శక్తిలో మార్పు సున్నా.	4. అంతరిక శక్తి మారుతుంది.
5. ఈ ప్రక్రియను నెమ్మదిగా జరుగుతుంది.	5. ఈ ప్రక్రియను త్వరితంగా జరుగుతుంది.
6. PV = స్థిరాంకాన్ని ను పాటిస్తుంది.	6. PV^r = స్థిరాంకాన్ని పాటిస్తుంది
7. జరిగిన పని $W=2.303RT\log\frac{V_2}{V_1}$	7. జరిగిన పని $W=\frac{nR}{\gamma-1}[T_1-T_2]$

7. ఉష్ణగతిక శాస్త్ర రెండవ నియమాన్ని నిర్వచించండి. ఉష్ణయంత్రం, శీతలీకరణ యంత్రం కంటే ఏవిధంగా భిన్నమయిందో తెలపండి.

జ. క్లాసియస్ వివరణ

బాహ్య ప్రమేయం లేకుండా ఒక వస్తువు నుండి హెచ్చు ఉష్ణోగ్రత గల ఇంకొక వస్తువునకు ఉష్ణాన్ని

www.sakshieducation.com

సరఫరా చేయటం ఎటువంటి స్వయంపోషక యంత్రానికైనా అసాధ్యం.

కెల్విన్ వివరణ

ఒక వస్తువు నుండి గ్రహించిన ఉష్ణశక్తి మొత్తాన్ని యాంత్రిక శక్తిగా మార్చే చక్రీయ ఉష్ణయంత్రాన్ని నిర్మించడం అసాధ్యం ఉష్ణయంత్రం యొక్క దక్షత 100% ఉండుట అసాధ్యం.

ఉష్ణయంత్రం

ఉష్ణశక్తిని యాంత్రికశక్తిగా మార్చే పరికరాన్ని ఉష్ణయంత్రం అంటారు. ఇందు ఒక వ్యవస్థ చక్రీయ ప్రక్రియను పొందడం వల్ల ఉష్ణం పనిగా మారుతుంది.దక్షత $(\eta)=\frac{W}{Q_1}=\frac{Q_1-Q_2}{Q_1}=1-\frac{Q_2}{Q_1}$

ఉష్ణయంత్రం యొక్క దక్షత 100% ఉండుట అసాధ్యం.

శీతలీకరణ యంత్రం

ఉష్ణయంత్రం యొక్క విలోమ ప్రక్రియ శీతలీకరణ యంత్రం. దీని క్రియాశీలత గుణకం.

$$(\alpha)=\frac{Q_2}{W}=\frac{Q_2}{Q_1-Q_2}$$

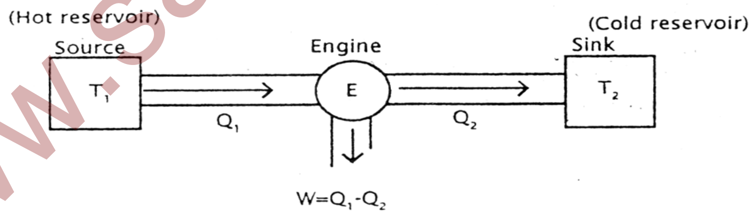
శీతలీకరణ యంత్ర క్రియాశీలత గుణకము 100% ఉండుట సాధ్యం.

8. **ఉష్ణయంత్రం పనిచేసే విధానం తెలుపండి.**

జ: **ఉష్ణయంత్రం**

ఉష్ణశక్తిని యాంత్రికశక్తిగా మార్చే పరికరాన్ని ఉష్ణయంత్రం అంటారు. ఇందు ఒక వ్యవస్థ చక్రీయ ప్రక్రియను పొందడం వల్ల ఉష్ణం పనిగా మారుతుంది.

ఉష్ణయంత్రంలో ముఖ్య భాగాలు



ఉష్ణయంత్రం (Heat Engine)

1) అధిక ఉష్ణోగ్రత (T_1) వద్ద గల ఉష్ణ జనకం.

2) తక్కువ ఉష్ణోగ్రత (T_2) వద్ద గల సింక్ .

3) పనిచేయు పదార్థం.

ఇందు పనిచేసే పదార్థం అధిక ఉష్ణోగ్రత T_1 వద్ద గల ఉష్ణ జనకం నుంచి Q_1 ఉష్ణరాశిని గ్రహించి, పని చేసే పదార్థం పై కొంత బాహ్య పని (W) జరిపి, చివరకు T_2 వద్ద గల సింక్ నకు Q_2 ఉష్ణాన్ని

అందజేస్తుంది. ఉష్ణయంత్ర నిర్మాణం పటంలో చూపినట్లు ఉంటుంది.

వ్యవస్థ చేసిన పని $W = Q_1 - Q_2$

ఉష్ణయంత్ర దక్షత: యంత్రంలో జరిగిన పనికి మరియు శోషించుకున్న ఉష్ణరాశికి గల నిష్పత్తిని ఉష్ణయంత్ర దక్షత అంటారు.

దక్షత $(\eta) = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$

దీర్ఘసమాధాన ప్రశ్నలు

1. ఏకగత, ద్విగత ప్రక్రియలను వివరించండి,కార్నో యంత్రం పనిచేసే విధానాన్ని వివరించండి, దాని దక్షతకు సమాసాన్ని రాబట్టండి.

జ. a) **ఉత్క్రమణీయ ప్రక్రియ**

వ్యవస్థ మరియు పరిసరాలు తొలిదశకు చేరుకొనేటట్లుగా, ఒక ప్రక్రియను అది ఏఏ దశల గుండా ప్రయాణం చేసిందో అదే దశల గుండా వెనకకు తీసుకురాగలిగిన అట్టి ప్రక్రియను ఉత్క్రమణీయ ప్రక్రియ అంటారు.

ఉదాహరణలు

1) పెల్టియర్ ఫలితం 2) సీబెక్ ఫలితం.

b) **అనుత్క్రమణీయ ప్రక్రియ**

వ్యతిరేక దిశలో వెనుకకు మరలించి తీసుకురాలేని ప్రక్రియను అనుత్క్రమణీయ ప్రక్రియ అంటారు.ప్రకృతిలో జరిగే అన్ని సహజ ప్రక్రియలు అనుత్క్రమణీయ ప్రక్రియలే.

ఉదాహరణలు

1) వాయువు విచలనం 2) పదార్థ అయస్కాంతీకరణం

c) **కార్నొట్ ఉష్ణయంత్రం**

1) స్థూపాకార పాత్ర

స్థూపాకార పాత్రలో గొడలు పరిపూర్ణ ఉష్ణబంధంగా మరియు అడుగు భాగం పరిపూర్ణ ఉష్టవాహకంగా ఉంటుంది. ఇందు బిగుతుగా ఘర్షణ లేని ఉష్టబంధక ముషలకం ఉంటుంది.

2) జనకం

ఇందులో ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రత T_1K మరియు అనంతమైన ఉష్ణదారణ సామర్ధ్యం ఉంటుంది.

3) సింక్

ఇందులో తక్కువ ఉష్ణోగ్రత T_2K మరియు అనంతమైన ఉష్ణదారణ సామర్ధ్యం ఉంటుంది.

4) బంధకపు స్టాండు

ఇందు పరిపూర్ణ ఉష్ణబంధక స్టాండు మీద పనిచేసే పదార్థం కలిగిన స్థూపాకార పాత్ర ఉంది. ఇది పరిసరాలతో పరిపూర్ణ బంధకంగా ఉంటుంది.

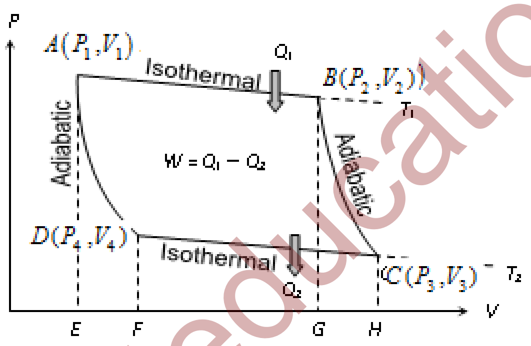
d) **కార్నో చక్రం**

స్థూపంలో గల ఆదర్శ వాయువునకు నాలుగు ప్రక్రియలు జరుగుతాయి.దీనిని కార్నో చక్రం అంటారు

1. సమోష్ణోగ్రత వ్యాకోచం

స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద స్థూపాకార పాత్రలో ఆదర్శ వాయువు నెమ్మదిగా వ్యాకోచించడం వల్ల జరిగినపని

$$W_1 = Q_1 = RT_1 \log_e \left[\frac{V_2}{V_1}\right] = ABFH$$ వైశాల్యం



2. స్థిరోష్ణక వ్యాకోచం

బంధక స్టాండు మీద స్థూపాన్ని ఉంచి , వాయువు స్థిరోష్ణక వ్యాకోచం వల్ల ఉష్ణోగ్రత T_1 మరియు T_2 తగ్గినప్పుడు జరిగిన పని.

$$W_2 = \frac{R(T_1 - T_2)}{\gamma - 1} = BCEF$$ వైశాల్యం

3. సమోష్ణోగ్రత సంకోచం

స్థూపాన్ని తక్కువ ఉష్ణోగ్రత T_2 వద్ద సింక్ పై ఉంచి సంపీడనాన్ని కలిగిస్తే,

జరిగిన పని = వ్యవస్థ విడుదల చేసిన ఉష్ణం

$$Q_2 = W_3 = -RT_2 \log_e \frac{V_4}{V_3} = CDGE$$ వైశాల్యం

లేదా $$Q_2 = +RT_2 \log_e \frac{V_3}{V_4}$$

4. స్థిరోష్ణక సంకోచం

బంధక స్టాండు మీద స్థూపాన్ని ఉంచి వాయువు తొలిస్థితిని చేరుకొనే వరకు నెమ్మదిగా సంపీడనాన్ని కలిగించినప్పుడు జరిగినపని,

$W_4 = \frac{R(T_2 - T_1)}{\gamma - 1} = -\frac{R(T_1 - T_2)}{\gamma - 1} = ADGH$ వైశాల్యం

ఉష్ణయంత్రం ఒక పూర్తి చక్రంలో జరిగిన నికరమైన పని

$W = W_1 + W_2 - W_3 - W_4$

కానీ $W_2 = W_4$

$\therefore W = W_1 - W_3$

(3) కార్నోచక్రం దక్షత

ఒక చక్రంలో యంత్రం చేసే నికరమైన పనికీ, ఆ చక్రంలో అధిక ఉష్ణోగ్రత వద్ద గల ఉష్ణాశయం నుంచి గ్రహించిన ఉష్ణానికీ గల నిష్పత్తిని ఉష్ణయంత్రం దక్షత η అంటారు.

దక్షత η = నికరమైన పని/శోషించుకొన్న ఉష్ణం = $\frac{W}{Q_1}$

పూర్తి చక్రంలో జరిగన నికరమైన పని $W = W_1 - W_3 = ABCD$ వైశాల్యం

$\therefore \eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{W_1 - W_3}{W_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{W_3}{W_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$

$\eta = 1 - \frac{RT_2 \log_e(V_3/V_4)}{RT_1 \log_e(V_2/V_1)}$

B మరియు C లు ఒకే స్థిరోష్ణక వక్రంపై ఉన్నాయి.

కాబట్టి $T_1 V_2^{\gamma-1} = T_2 V_3^{\gamma-1} \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_3}{V_2}\right)^{\gamma-1}$ ....(i)

D మరియు A లు ఒకే స్థిరోష్ణక వక్రంపై ఉన్నాయి.

కాబట్టి $\therefore T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_4^{\gamma-1} \frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{V_4}{V_1}\right)^{\gamma-1}$ ....(ii)

(i) మరియు (ii) ల నుండి $\frac{V_3}{V_2} = \frac{V_4}{V_1}$ or $\frac{V_3}{V_4} = \frac{V_2}{V_1} \Rightarrow \log_e\left(\frac{V_3}{V_4}\right) = \log\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

కార్నో యంత్రం దక్షత $\eta = 1 = \frac{T_2}{T_1}$

www.sakshieducation.com

లెక్కలు

1. 5 మోల్‌ల హైడ్రోజన్‌ను స్థిరపీడనం $10^5\ N/m^2$ వద్ద ఉష్ణోగ్రతలో పెరుగుదల 20K ఉండేటట్లు వేడిచేస్తే అది $8.3\times10^{-3}m^3$ల వ్యాకోచం చెందింది. $C_V = 20\,J/mole\,K$ అయితే C_Pని కనుక్కోండి.

జ: $C_P - C_V = R$

Or $nC_P\Delta T - nC_V\Delta T = nR\Delta T$

Or $n\Delta T(C_P - C_V) = P\Delta V$ $\quad (\because nR\Delta T = P\Delta V)$

Or $5\times20(C_P-20)=10^5\times8.3\times10^{-3}$

$\therefore C_P = 28.3\,J/mole\,K$

2. 20^0C వద్ద ఉన్న 100 g ద్రవ్యరాశి ఉన్న నీటి ఉష్ణోగ్రతను 5^0C వరకూ పెంచాలంటే 100^0C ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్న ఎంత నీటి ఆవిరిని ఆ నీటిలోకి పంపాలి? (భాష్పీభవన గుప్తోష్ణం 540 Cal/g ,నీటి విశిష్టోష్ణం 1 Cal/g^0C) .

A: కోల్పోయిన ఉష్ణరాశి = గ్రహించిన ఉష్ణరాశి

$m_sL_s + m_s s(100-t) = m_w s(t-20)$

$m_s\times540 + m_s\times1(100-25) = 100\times1(25-20)$

$\therefore m_s = \dfrac{500}{615} = 0.813gm$

అదనపు లెక్కలు

1. క్రింద ఇచ్చిన వాటిని వివరించండి:

అ) మోటారు వాహనం చలనంలో ఉన్నప్పుడు, దాని టైరులోని గాలిపీడనం పెరుగుతుంది.

ఆ) ఒకే అక్షాంశంపై ఉన్న సముద్ర తీర పట్టణ వాతావరణం ఎడారి ప్రాంత పట్టణ వాతావరణం కంటే అధిక సమశీతోష్ణత కలిగి ఉంటుంది.

జ. అ) చార్లెస్ నియమం ప్రకారం టైరులోని గాలి అణువుల ఉష్ణోగ్రత పెరుగుటచే ($P\propto T$) పీడనం పెరుగుతుంది.

ఆ) సముద్ర తీర పట్టణ వాతావరణంలో అర్ధత ఎక్కువ .కావున ఒకే అక్షాంశంపై ఉన్న సముద్ర తీర పట్టణ వాతావరణం ఎడారి ప్రాంత పట్టణ వాతావరణం కంటే అధిక సమశీతోష్ణత కలిగి ఉంటుంది.

2. స్థిర పీడనం వద్ద,ఉష్ణోగ్రత వద్ద ఉన్న 2.0×10^{-2} Kg ల నైట్రోజన్ ఉష్ణోగ్రతను $45^{0}C$ కు పెంచడానికి అందచేయాల్సిన ఉష్ణం ఎంత? (N_2 అణు ద్రవ్యరాశి = 28; R= 8.3 J mol^{-1} K^{-1})

జ: $m = 2\times10^{-2}kg = 20gm,\ \Delta T = 45°C,\ M = 28$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{20}{28} = 0.714$$

$$C_p = \frac{7}{2}R = \frac{7}{2}\times 8.3$$

$$\Delta Q = nc_p\,\Delta T = 0.714\times\frac{7}{2}\times 8.3\times 45 = 933.4J$$

3. కదలగలిగే ముషలకం ఉన్న ఒక స్థూపాకార పాత్రలో సాధారణ ఉష్ణోగ్రతా పీడనాల వద్ద 3 మోల్‌ల హైడ్రోజన్ వాయువు ఉంది. పాత్ర గోడలు, ముషలకాలు ఉష్ణబంధక పదార్థంతో చేయడమైంది. ముషలకంపైన కొంత ఇసుక ఉన్నది.వాయువును దాని తొలిఘనపరిమాణంలో సగానికి తగ్గేటట్లుగా సంపీడనం చెందిస్తే వాయుపీడనం ఎన్ని రెట్లు పెరుగుతుంది.

జ: $P_1V_1^{\gamma} = P_2V_2^{\gamma}$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma} = \left(\frac{V_1}{V_1/2}\right)^{1.4} = 2^{1.4} = 2.64$$

4. ఒక వాయువును స్థిరోష్ణక ప్రక్రియ ద్వారా సమతాస్థితి A నుంచి మరొక సమతాస్థితి B కి మార్చడానికి, దానిపై 22.3 J ల జరపడమైంది. వాయువు 9.35 Cal నికర ఉష్ణాన్ని గ్రహించేటట్లుగా ఒక ప్రక్రియ ద్వారా వాయుస్థితిని నుంచి A కి B చేర్చితే ఈ ప్రక్రియలో వాయువు పై జరిగిన నికర పని ఎంత? [1 cal = 4.19 J] గా తీసుకొండి?

జ: స్థిరోష్ణక ప్రక్రియలో, $\Delta Q = 0,\ \Delta W = -22.3J$

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

$$O = \Delta U - 22.3$$

లేదా $\Delta U = 22.3J$

లేదా $\Delta Q = 9.35\times 4.2J = 39.3J$

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

$\Delta W = \Delta Q - \Delta U = 39.3 - 22.3 = 17\,J$

5. ఒక శీతలీకరణ యంత్రంలో ఉంచిన తినే పదార్థాలను ఆ యంత్రం 9^0C వద్ద ఉంచుతుంది. గది ఉష్ణోగ్రత 36^0C అయితే దాని క్రియశీలతా గుణకాన్ని లెక్కించండి.

జ: $t_1 = 36°C \Rightarrow T_1 = 36 + 273 = 309\,K,\ t_2 = 9°C \Rightarrow T_2 = 9 + 273 = 282\,K$

క్రియాశీలత గుణకము $= \dfrac{T_2}{T_1 - T_2} = \dfrac{282}{309 - 282} = 10.4$

www.sakshieducation.com