4. పదార్థం స్థితులు : వాయువులు, ద్రవాలు

2 మార్కులు

1. సమపీడన రేఖలు అంటే ఏమిటి ?

జ. స్థిర పీడనం వద్ద వాయువు ఘనపరిమాణానికి, ఉష్ణోగ్రతకు మధ్య గల సంబంధాన్ని తెలియజేసే వక్రాలను సమపీడన రేఖలు అంటారు.

2. అవొగాడ్రో నియమాన్ని తెలపండి.

జ. **అవొగాడ్రోనియమం :** ఒకే ఉష్ణోగ్రత పీడన పరిస్థితులవద్ద సమాన ఘనపిరమాణములున్న విభిన్న వాయువులు సమాన సంఖ్యలో అణువులను కలిగి ఉంటాయి. $V \alpha n$ $(P, T$ లు స్థిరం) లేక $V = K \times n$ $(P, T$ లు స్థిరం) లేక $\frac{V}{n} = K$ స్థిరం.

3. గ్రాహం వాయు వ్యాపన నియమాన్ని తెలపండి.

జ. స్థిర ఉష్ణోగ్రత, పీడనాల వద్ద ఒక వాయువు యొక్క వ్యాపన రేటు దాని సాంద్రత లేక బాష్ప సాంద్రత లేక అణుభారాల వర్గమూలానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

వాయు వ్యాపన రేటు $r \;\alpha\; \frac{1}{\sqrt{d}}$

$$r \;\alpha\; \frac{1}{\sqrt{m}}$$

4. చలద్వాయ సమీకరణాన్ని వ్రాసి, దానిలోని పదాలను తెలపండి.

జ. $PV = \frac{1}{3} mn\, u^2_{rms}$

$p =$ పీడనం, $V =$ ఘనపరిమాణం, $m =$ వాయు అణువు ద్రవ్యరాశి ,

$n =$ వాయు అణువుల సంఖ్య u_{rms} వాయు అణువుల RMS వేగం.

5. బోల్ట్జ్‌మన్ స్థిరాంకం అంటే ఏమిటి ? దాని విలువను తెలపండి.

జ. ఒక వాయు అణువు యొక్క స్థిరాంకాన్ని బోల్ట్జ్‌మన్ స్థిరాంకం అంటారు.

$$k = \frac{R}{n}$$

$$K = 1.38T0^{-23}\, JK^{-1} molecule^{-1}\ (or)$$

$$1.38 \times 10^{-16}\ erg\ K^{-1}\ molecule^{-1}$$

6. సగటు వేగం అంటే ఏమిటి ?

జ. వాయు అణువుల వేగాల సరాసరిని సగటు వేగం అంటారు.

$$U_{av} = \sqrt{\frac{u_1 + u_2 + u_3 + ...+ u_n}{n}}$$

www.sakshieducation.com

$U_{av} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$

7. వాయు అణువుల RMS వేగం, సగటువేగం, గరిష్ఠ సంభావ్యత వేగాల నిష్పత్తిని తెలపండి.

జ. $U_{mp}:U_{av}:U_{rms} = 1:1.128:1.224$

4 మార్కులు

1. చలద్వాయు సమీకరణం నుండి గ్రహం వాయు వ్యాపన నియమాన్ని ఉత్పాదించండి.

జ. V ఘనపరిమాణం గల ఒక పాత్రలో ఒక వాయువు ఒక్కొక్క అణువు భారం m_1 వాయువులోని n_1 అణువులు rms వేగం u_{1rms} కలిగి ఉందనుకొందాం. ఆ వాయువు పీడనం p_1 అనుకొంటే చలద్వాయు సమీకరణం ప్రకారం

$$p_1 V = \frac{1}{3} m_1 n_1 u_{1rms}^2$$

$$\text{లేదా } p_1 = \frac{1}{3}\frac{m_1 n_1 u_{1rms}^2}{V}$$

పాత్రలోని వాయువును తొలగించి రెండో వాయువును తీసుకొంటే ఆ వాయువు ఘనపరిమాణం V, పీడనం p_2, ఒక్కో అణువు భారం m_2, అణువుల సంఖ్య అయితే

$$p_2 V = \frac{1}{3} m_2 n_2 u_{2rms}^2$$

$$p_2 = \frac{1}{3}\frac{m_2 n_2 u_{2rms}^2}{V}$$

రెండు వాయువులను అదే పాత్రలో తీసుకొంటే వాయు మిశ్రమం కలిగించే పీడనాన్ని $p_{\text{మొత్తం}}$ అనుకొంటే **గ్రాహం నియమం :** ఒక వాయువుకు చల ద్వాయు సమీకరణం ప్రకారం

$$p_{\text{మొత్తం}} V = \frac{1}{3} m_1 n_1 u_{1rms}^2 + \frac{1}{3} m_2 n_2 u_{2rms}^2 \qquad \text{(లేదా)}$$

$$p_{\text{మొత్తం}} = \frac{1}{3}\frac{m_1 n_1 u_{1rms}^2}{V} + \frac{1}{3}\frac{m_2 n_2 u_{2rms}^2}{V}$$

$$p_{\text{మొత్తం}} = p_1 + p_2$$

గ్రాహం నియమం : ఒక వాయువుకు చల ద్వాయ సమీకరణం ప్రకారం

$$p.V. = \frac{1}{3} mn u_{rms}^2$$

$mn =$ వాయువు ద్రవ్యరాశి, వాయువులో అవొగాడ్రో సంఖ్య అణువులు ఉంటే

$mn = M$ (మోలార్ ద్రవ్యరాశి)

$$p.V = \frac{1}{3} M u_{rms}^2$$

$$u^{2}_{rms} = \sqrt{\frac{3\,pV}{M}}$$

దాని సాంద్రత $d = \frac{V}{M} = \frac{\text{గ్రామ్ మోలార్ ఘనపరిమాణం}}{\text{మోలార్ ద్రవ్యరాశి}}$

$$u_{rms} = \sqrt{\frac{3p}{d}}$$

స్థిర పీడనం వద్ద $u_{rms} = \frac{\text{స్థిరాంకం}}{\sqrt{d}}$

$$u_{rms} \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$$

కాబట్టి వాయువు వ్యాపనం రేటు దాని సాంద్రత వర్గమూలానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది. ఇదే గ్రాహం నియమం.

2. చలద్వాయ సమీకరణం నుండి (1) బాయిల్ నియమం (2) డాల్టన్ నియమం రాబట్టండి.

జ. **(1) బాయిల్ నియమం :** అణుచలన సిద్ధాంతంలోని అంశాల ప్రకారం, వాయు అణువుల సగటు గతిజ శక్తి దాని పరమ ఉష్ణోగ్రతకు అనులోమానుపాంతంలో ఉంటుంది.

అంటే $\mathbf{KE \propto T}$ కానీ $\mathbf{KE \frac{1}{2} mnu^2 rms}$

$$\therefore \frac{1}{2} mnu^2{}_{rns} \propto T$$

$$\frac{1}{2} mnu^2{}_{rms} = KT \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

చలద్వాయ సమీకరణం ప్రకారం

$\mathbf{PV = \frac{1}{3} mnu^2{}_{rms}}$ లేక $\mathbf{PV = \frac{2}{3}.\frac{1}{2} mnu^2{}_{rms}}$ ....(2)

(2) వ సమీకరణంలో (1)ని ప్రతిక్షేపిస్తే

$\mathbf{PV = \frac{2}{3}.KT}$ లేక $\mathbf{V = \frac{2KT}{3P}}$

$\mathbf{T}$ ను స్థిరం చేస్తే అప్పుడు

$\mathbf{V =}$ స్థిరరాశి $\times \frac{1}{P}$ లేక $\mathbf{V \propto \frac{1}{P}}$($\mathbf{T}$ స్థిరం)

స్థిరఉష్ణోగ్రత వద్ద నియమిత ద్రవ్యరాశి గల వాయు ఘనపరిమాణం దాని పీడనానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది. అదే బాయిల్ నియమం.

(2) ఛార్లెస్ నియమం : అణుచలన సిద్ధాంతంలోని అంశాల ప్రకారం వాయు అణువుల సగటుశక్తి దాని పరమ ఉష్ణోగ్రతకు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

అంటే $\mathbf{KE \propto T}$ కానీ $\mathbf{KE \frac{1}{2} mnu^2{}_{rms}}$

www.sakshieducation.com

$\frac{1}{2}mnu^2_{rms} \propto T$ (లేక) $\frac{1}{2}mnu^2_{rms} = KT$ ....(1)

చలద్వాయు సమీకరణం ప్రకారం

$PV = \frac{1}{3}mnu^2_{rms}$ (లేక) $PV = \frac{2}{3}.\frac{1}{2}mnu^2_{rms}$ ....(2)

(1)ని (2)లో ప్రతిక్షేపిస్తే $PV = \frac{2}{3}KT$ (లేక) $V = \frac{2KT}{3P}$

'P' ను స్థిరం చేస్తే అప్పుడు V = స్థిరం ×T (లేక) $V \propto T$ (P స్థిరం)

స్థిర పీడనం వద్ద నియమిత ద్రవ్యరాశి గల వాయువు ఘనపరిమాణం దాని పరమ ఉష్ణోగ్రతకు అణులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. అదే చార్లెస్ నియమం.

3. వాయువుల అణుచలన సిద్ధాంతంలోని ప్రతిపాదనలను వ్రాయుము.

జ. అణుచలన సిద్ధాంతంలోని ముఖ్యాంశాలు :

1. ప్రతి వాయువులోను అసంఖ్యాకమైన చిన్న చిన్న కణాలు ఉంటాయి. వీటిని అణువులు అంటారు.
2. వాయు అణువులు గట్టిగా గోళాకారంగా ఉండి స్థితిస్థాపక ధర్మాన్ని కలిగి ఉంటాయి.
3. వాయు అణువులు అన్ని దిశలలో అధిక వేగాలతో ఋజు మార్గాలలో ప్రయాణిస్తూ ఉంటాయి. తత్ఫలితంగా అవి ఒక దానితో ఒకటి ఢీకొనడమే కాకుఇడా పాత్ర యొక్క గోడలతో కూడా ఢీ కొంటాయి. అందువలన అణువుల వేగాలు మరియు దిశా మార్గాలు నిరంతరం మారుతూ ఉంటాయి.
4. వాయు ఘన పరిమాణంతో పోలిస్తే వాయు అణువులు ఆక్రమించే ఘన పరిమాణం చాలా స్వల్పంగా ఉంటుంది.
5. వాయు అణువుల మధ్య ఆకర్షణ బలాలు గాని, వికర్షణ బలాలు గాని ఉండవు.
6. వాయు అణువులు ఒక దానితో ఒకటి ఢీ కొన్నప్పుడు గాని లేదా పాత్ర యొక్క గోడలతో ఢీకొన్నప్పుడు గాని గతి శక్తిలో మార్పు ఏమీ ఉండదు.
7. వాయు అణువులు పాత్ర గోడలతో ఢీ కొనడం వలన వాయువులకు పీడనం ఏర్పడుతుంది.
8. వాయు అణువు సగటు గతిశక్తి పరమ ఉష్ణోగ్రతకు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. *i.e.* గతిశక్తి $\propto T$.
9. వాయు అణువుల కదలికపై భూమ్యాకర్షణ బలాలు ఏవీ ఉండవు.

అణుచలన సిద్ధాంతం ఆధారంగా బాయిల్ సూత్రాన్ని వివరించుట :

అణుచలన సిద్ధాంతం ప్రకారం వాయు అణువులు పాత్ర గోడలతో ఢీ కొనడం వలన వాయువులకు పీడనం ఏర్పడుతుంది. స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద వాయు అణువులు పాత్ర యొక్క గోడలతో స్థిర సంఖ్యలో తాడనాలు చేస్తాయి. వాయు ఘన పరిమాణంను తగ్గిస్తే వాయు అణువులు ప్రయాణించవలసిన దూరం తగ్గిపోతుంది. తత్ఫలితంగా ప్రమాణ ఘనపరిమాణంపై వాయు అణువుల తాడనాలు పెరుగుతాయి. కాబట్టి వాయు పీడనం పెరుగుతుంది. అంటే స్థిర ఉష్ణోగ్రత వద్ద నియమిత ద్రవ్యరాశి

గల వాయు ఘనపరిమాణం దాని పీడనానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది. $i.e. V \propto \frac{1}{P}$ (T స్థిరం) ఇదే బాయిల్ నియమం.

అణుచలన సిద్ధాంతం ఆధారంగా ఛార్లెస్ సూత్రాన్ని వివరించుట :

అణుచలన సిద్ధాంతం ప్రకారం వాయు అణువుల సగటు గతిశక్తి దాని పరమ ఉష్ణోగ్రతకు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. $i.e. KE \propto T$ కాని $KE = \frac{1}{2}mV^2$

$\therefore \frac{1}{2}mV^2 \propto T$ లేక $V^2 \propto T$ లేక $V \propto T$

దీనిని బట్టి ఉష్ణోగ్రత పెరిగితే వాయు అణువుల వేగం పెరుగుతుంది. తత్ఫలితంగా పాత్ర యొక్క గోడలపై వాయు అణువుల తాడనాలు పెరుగుతాయి. అప్పుడు వాయు పీడనం పెరుగుతుంది. కాని ఛార్లెస్ నియామానికి పీడనం స్థిరంగా ఉండాలి. ఉష్ణోగ్రత పెంచినా పీడవం స్థిరంగా ఉండాలంటే ఘనపరిమాణం పెరగాలి. మరొక విధంగా చెప్పాలంటే స్థిర పీడనం వద్ద నియమిత ద్రవ్యరాశి గల వాయు ఘనపరిమాణము దాని పరమ ఉష్ణోగ్రతకు అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. $i.e., V \propto T$ (P స్థిరం) ఇదే ఛార్లెస్ నియమం.

4. **గ్రాహం వాయు వ్యాపన నియమాన్ని నిర్వచించి, 27బC వద్ద 5 మోల్‌ల డైనైట్రోజన్ వాయువు గతిశక్తిని కనుక్కోండి.**

జ. స్థిర ఉష్ణోగ్రత, పీడనాల వద్ద ఒక వాయువు యొక్క వ్యాపన రేటు దాని సాంద్రత లేక బాష్ప సాంద్రత లేక అణుభారాల వర్గమూలానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

వాయు వ్యాపన రేటు $r \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$

$$r \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$$

27^oC వద్ద 5 మోల్‌ల డైనైట్రోజన్ వాయువు గతిశక్తిని కనుగొనుట :

గతిజశక్తి $= \frac{3}{2}nRT$

$n = 5\, moles,\ R = 8.314\, J\, mol^{-1} K^{-1}$

$T = 27 + 273 = 300K$

గతిజశక్తి $= \frac{3}{2} \times 5\, mol \times 8.314\, J\, mol^{-1} K^{-1} \times 300K = 18,706.5J$

5. ఆదర్శ వాయు సమీకరణానిన ఉత్పాదించండి.

జ. **ఆదర్శ వాయు సమీకరణం రాబట్టుట :** బాయిల్, ఛార్లెస్ మరియు అవగాడ్రో సూత్రాలను కలిపి వ్రాస్తే ఘనపరిమాణము, పీడనం, పరమ ఉష్ణోగ్రత మరియు మోల్‌ల సంఖ్యలకు గల సంబంధాన్ని తెలియచేసే సమీకరణం వస్తుంది. దీనినే ఆదర్శ వాయు సమీకరణం అంటారు.

$V \alpha \frac{1}{P} \left(T = \quad\right)$ బాయిల్ సూత్రం

$V \alpha \, T \left(p = \quad\right)$ చార్లెస్ సూత్రం

$V \alpha \, n \left(p, T = \quad\right)$ అవగాడ్రో సూత్రం

పై మూడు సూత్రాలను కలిపి వ్రాస్తే

$V \alpha \frac{1}{p} \times T \times n$ లేక $V = R \times \frac{1}{p} \times T \times n$ లేక $pV = nRT$

దీనినే ఆదర్శవాయు సమీకరణం అంటారు. దీనిలో $p =$ పీడనం, $V =$ ఘన పరిమాణము, $n =$ మోల్‌ల సంఖ్య. $T =$ పరమ ఉష్ణోగ్రత, $R =$ సార్వత్రిక వాయు స్థిరాంకం.

p_1 పీడనం, T_1 పరమ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద ఒక వాయువు ఘనపరిమాణము V_1 అని అనుకొనుము. అదే విధంగా p_2 పీడనం, T_2 పరమ ఉష్ణోగ్రతల వద్ద అదే వాయువు ఘనపరిమాణము V_2 అని అనుకొనుము.

అపుడు $\frac{p_1 V_1}{T_1} = R$ మరియు $\frac{p_2 V_2}{T_2} = R$

$\therefore \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$

దీనిలో ఆరు పదాలు ఉన్నాయి. ఏ ఐదు పదాలు తెలిసినా ఆరవ పదాన్ని లెక్కగట్టవచ్చును.

=o0o=

www.sakshieducation.com