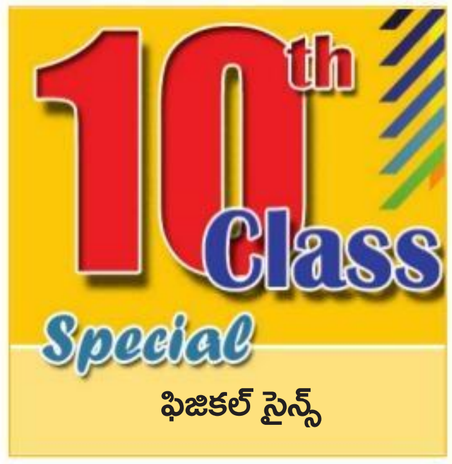
వజ్రం ప్రకాశించడానికి కారణమేంటి?

ఎ.వి. సుధాకర్
సబ్జెక్టు నిపుణులు



సమతల ఉపరితలాల వద్ద కాంతి వక్రీభవనం

ఈ అధ్యాయంలో వక్రీభవనం, వక్రీభవన గుణకాలు, స్నెల్ నియమం, స్నెల్ నియమ ఉత్పాదన, సందిగ్ధ కోణం, సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం, దాని ఫలితాలపై ఎక్కువ దృష్టి కేంద్రీకరించాలి. భౌతిక రసాయనశాస్త్రంలో సమస్యా సాధనకు సంబంధించిన ప్రశ్న ఈ అధ్యాయం నుంచి వచ్చే అవకాశం ఎక్కువగా ఉంది. కాబట్టి విద్యార్థులు ఈ అధ్యాయంలో సమస్యా సాధనపై కూడా దృష్టి సారించాలి.

ముఖ్యాంశాలు

- **వక్రీభవనం:** కాంతి ఒక యానకం నుంచి మరో యానకంలోకి ప్రయాణించేటప్పుడు దాని ప్రయాణదిశ మారుతుంది. రెండు యానకాలను వేరు చేసే తలం వద్ద కాంతి దిశ మారే దృగ్విషయాన్ని కాంతి వక్రీభవనం అంటారు.
- **పతనకిరణం:** వక్రీభవన తలంపై పడుతున్న కాంతి కిరణాన్ని పతన కిరణం అంటారు.
- **వక్రీభవన కిరణం:** ఒక యానకం నుంచి వేరొక యానకంలోకి కాంతి ప్రసరిస్తున్నప్పుడు లంబం వద్ద వంగి ప్రయాణించే కిరణాన్ని వక్రీభవన కిరణం అంటారు.
- **పతనకోణం:** పతనకిరణానికి, పతన బిందువు వద్ద గీసిన లంబానికి మధ్య ఉన్న కోణాన్ని పతనకోణం($\angle i$) అంటారు.
- **పరమ వక్రీభవన గుణకం:** శూన్యంలో కాంతి వేగానికి, యానకంలో కాంతి వేగానికి మధ్య నిష్పత్తిని శూన్యం పరంగా ఆ యానక పరమ వక్రీభవన గుణకం అంటారు.
- **సాపేక్ష వక్రీభవన గుణకం:** రెండో యానకం వక్రీభవన గుణకం(n_2), మొదటి యానకం వక్రీభవన గుణకం (n_1)ల నిష్పత్తిని సాపేక్ష వక్రీభవన గుణకం(n_{21}) అంటారు.
- **స్నెల్ నియమం:** కాంతి ఒక యానకం నుంచి మరొక యానకంలోకి ప్రయాణించేటప్పుడు ఆ యానకాల్లో కాంతి వేగాల నిష్పత్తి, ఆ యానకాల వక్రీభవన గుణకాల విలోమ నిష్పత్తికి సమానం. దీన్నే స్నెల్ నియమం అంటారు.

  $n_1 \sin i = n_2 \sin r$
- **సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం:** పతనకోణం విలువ, సందిగ్ధకోణం కంటే ఎక్కువైనప్పుడు యానకాలను వేరు చేసే తలం వద్ద కాంతి కిరణం వక్రీభవనానికి బదులు తిరిగి అదే సాంద్రతర యానకంలోనికి పరావర్తనం చెందుతుంది. ఈ దృగ్విషయాన్ని సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం అంటారు.
- **సందిగ్ధకోణం:** సాంద్రతర యానకం నుంచి విరళయానకంలోకి కాంతి ప్రయాణించేటప్పుడు ఏ పతన కోణం వద్ద వక్రీభవన కోణం 90° ఉంటుందో ఆ పతనకోణాన్ని ఆ రెండు యానకాలకు సంబంధించిన సందిగ్ధకోణం అంటారు.
- **ఎండమావులు:** వాతావరణంలో కాంతి పై నుంచి కిందకి సాంద్రత మారుతున్నటువంటి గాలి ద్వారా ప్రయాణిస్తూ రోడ్డుకు దగ్గరగా వచ్చినప్పుడు వక్రీభవనానికి లోనవుతుంది. దీంతో సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం వల్ల ఆకాశం మిథ్యా ప్రతిబింబం మనకు రోడ్డుపై నీళ్లలా కనిపిస్తుంది. దీన్నే ఎండమావులు అంటారు.
- **ఆప్టికల్ ఫైబర్:** గాజు లేదా ప్లాస్టిక్‌తో తయారైన అతి సన్నని తీగను ఆప్టికల్ ఫైబర్ అంటారు. దీని వ్యాసార్థం సుమారుగా 1 మైక్రో మీటర్ (10^{-6} మీటర్).

ముఖ్యమైన ప్రశ్నలు

1. శూన్యంలో కాంతి వేగం 3,00,000 కి.మీ. /సె., వజ్రంలో కాంతి వేగం 1, 24,000 కి.మీ./సె. అయితే వజ్రం వక్రీభవన గుణకాన్ని కనుగొనండి.

జ: శూన్యంలో కాంతి వేగం
= 3,00,000 కి.మీ./సె.
వజ్రంలో కాంతి వేగం
= 1,24,000 కి.మీ./సె.
వజ్రం వక్రీభవన గుణకం =

$$\frac{\text{శూన్యంలో కాంతి వేగం}}{\text{వజ్రంలో కాంతి వేగం}}$$

$$= \frac{3,00,000}{1,24,000} = 2.42$$

∴ వజ్రం వక్రీభవన గుణకం = 2.42

2. నీటి పరమ వక్రీభవన గుణకం 4/3 అయితే, నీటి సందిగ్ధకోణం ఎంత?

జ: నీటి పరమ వక్రీభవన గుణకం(n) = 4/3
సందిగ్ధ కోణం (c) = ?

$$\text{వక్రీభవన గుణకం(n)} = \frac{1}{\sin c}$$

$$\sin c = \frac{1}{n} = \frac{1}{\frac{4}{3}} = \frac{3}{4} = 0.75$$

$C = \sin^{-1}(0.75) = 48.5°$
∴ సందిగ్ధ కోణం = 48.5°

3. బెంజీన్ సందిగ్ధకోణం 42° అయితే దాని వక్రీభవన గుణకం కనుగొనండి.

జ: బెంజీన్ సందిగ్ధకోణం (c) = 42°
బెంజీన్ వక్రీభవన గుణకం(n) = ?

$$\text{వక్రీభవన గుణకం(n)} = \frac{1}{\sin c} = \frac{1}{\sin 42}$$

n = 1.51
∴ బెంజీన్ వక్రీభవన గుణకం = 1.51

4. వజ్రం ప్రకాశించడానికి కారణమేంటి? ఇందులో ఇమిడి ఉన్న అంశాల్ని మీరెలా అభినందిస్తారు.

జ: ఎ. వజ్రం సందిగ్ధకోణం 24.4°
బి. సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం అనే దృగ్విషయం వల్ల వజ్రం మెరుస్తూ ఉం టుంది.
సి. వజ్రాన్ని కోసేటప్పుడు ప్రతి ముఖం వద్ద పతన కోణం, సందిగ్ధకోణం కంటే ఎక్కువ ఉండేట్లు చూస్తారు. దాని వల్ల ప్రతి ముఖం వద్ద సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం జరుగుతుంది.
డి. ఈ విధంగా బహు పరావర్తనాలు తిరిగి తిరిగి జరగడం వల్ల వజ్రం మెరుస్తూ ప్రకాశమంతంగా కనిపిస్తుంది.

5. మనం చలి మంట కాస్తున్నప్పుడు మంట వెనుక భాగాన ఉన్న వస్తువులు స్వల్పంగా ఊగుతున్నట్లు కనిపిస్తాయి. కారణం ఏంటి?

జ: ఎ. చలి మంట నుంచి ఉష్ణశక్తి పరిసర గాలిలోకి ఉష్ణ సంవహన ప్రక్రియ ద్వారా ప్రయాణిస్తుంది. దీని వల్ల పరిసర యానకంలోని గాలి సాంద్రత మారుతుంది. ఫలితంగా వక్రీభవన గుణకం కూడా మారుతుంది.
బి. వక్రీభవన గుణకంలోని మార్పు వల్ల వక్రీభవన కోణంలో మార్పు వస్తుంది. ఫలితంగా మంట వెనుక భాగంలో ఉన్న వస్తువులు స్వల్పంగా ఊగుతున్నట్లు కనిపిస్తాయి.

6. విస్థాపనం అంటే ఏమిటి?

జ: ఒక గాజు దిమ్మె నుంచి వెలువడిన పతన, బహిర్గామి కిరణాలను పొడిగిస్తే ఏర్పడిన సమాంతర రేఖల మధ్య దూరాన్ని విస్థాపనం అంటారు.

7. నక్షత్రాలు ఎందుకు మిణుకు మిణుకు మంటాయి?

జ: ఎ) నక్షత్రాల నుంచి వచ్చే కాంతి కిరణాలు వాతావరణంలో వక్రీభవనం చెందడం వల్ల నక్షత్రాల దృశ్య స్థానం, అసలు స్థానం వేర్వేరుగా ఉంటాయి.
బి) ఈ వాతావరణంలో ఉష్ణోగ్రత, సాంద్రతలు మారుతూ ఉండటం వల్ల నక్షత్రం దృశ్యస్థానం కూడా మారుతూ ఉంటుంది.
సి) కాబట్టి నక్షత్రాల నుంచి వచ్చే కాంతి కిరణాలు నిరంతరం వాటి మార్గం మారుతూ ఉన్నట్లు కనిపిస్తాయి.
డి) ఒక నక్షత్రం నుంచి వచ్చే కాంతి మన కంటికి చేరేటప్పుడు పెరుగుతూ, తగ్గుతూ ఉంటుంది.
ఇ) కొన్నిసార్లు నక్షత్రాలు కాంతివంతంగా మరికొన్ని సార్లు ప్రకాశహీనంగా కనిపిస్తూ ఉంటాయి. అందు వల్ల మనకు నక్షత్రాలు మిణుకు మిణుకు మంటూ కనిపిస్తాయి.

8. నిత్యజీవితంలో ఆప్టికల్ ఫైబర్ ఉపయోగాలు రాయండి.

జ: **1. సమాచార ప్రసారం:**
సమాచార సంకేతాలను ప్రసారం చేయడానికి ఆప్టికల్ ఫైబర్‌ను విరివిగా వాడతారు. దాదాపు 2000 టెలిఫోన్ సిగ్నళ్లను కాంతి తరంగాలతో సరైన విధానంలో కలిపి ఒకే సారి ఆప్టికల్ ఫైబర్ ద్వారా ప్రసారం చేయవచ్చు.
2. వైద్యరంగంలో:
వైద్యరంగంలో ఎండోస్కోపీ, లాప్రోస్కోపీ మొదలైన పద్ధతుల్లో శరీరం లోపలి భాగాలను పరిశీలించడానికి ఆప్టికల్ ఫైబర్‌ను వాడతారు.
3. సెన్సార్లు:
అత్యధిక, అత్యల్ప ఉష్ణోగ్రతలను, పీడనాలను కొలిచేందుకు సెన్సార్లలో ఆప్టికల్ ఫైబర్‌లను వాడతారు.
4. వక్రీభవన మాపకాలు:
వివిధ ద్రవాల వక్రీభవన గుణకాలను కనుగొనడానికి ఆప్టికల్ ఫైబర్‌ను ఉపయోగిస్తారు.

9. సంపూర్ణాంతర పరావర్తనాన్ని ఎక్కడెక్కడ పరిశీలిస్తారు?

జ: ఎ. ఎండమావులు ఏర్పడటం
బి. వజ్రాలు మెరవడం
సి. ఆప్టికల్ ఫైబర్ పనిచేయడంలో సంపూర్ణాంతర పరావర్తనాన్ని పరిశీలిస్తారు.

10. యానకంలో వక్రీభవన గుణకం ఏయే అంశాలపై ఆధారపడి ఉంటుంది?

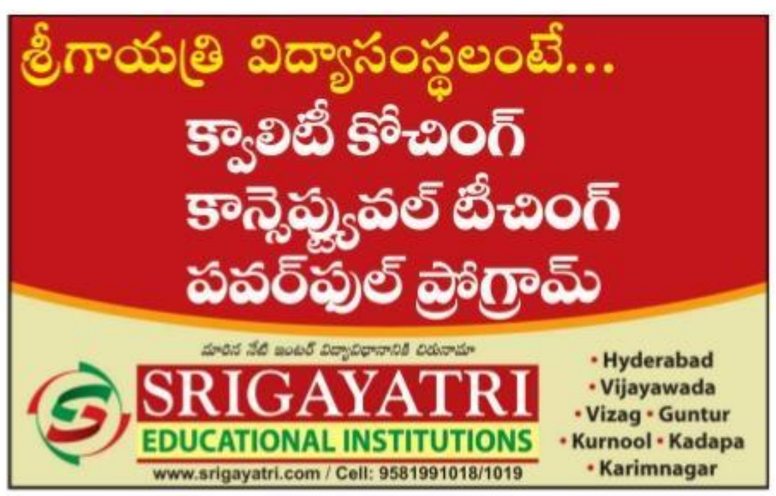
జ: వక్రీభవన గుణకం ఆధారపడే అంశాలు..
ఎ. యానక స్వభావం
బి. పరిసర యానక స్వభావం
సి. కాంతి తరంగదైర్ఘ్యం
డి. ఉష్ణోగ్రత

11. ఎండమావిని ఫొటో తీయగలమా?

జ. ఎండమావి ఆకాశం మిథ్యా ప్రతిబింబం అయినప్పటికీ ఎండమావిని ఫొటో తీయొచ్చు.

12. సందిగ్ధ కోణాన్ని నిర్వచించండి?

జ. సాంద్రతర యానకం నుంచి విరళ యానకంలోకి కాంతి ప్రయాణించేటప్పుడు ఏ పతన కోణం వద్ద వక్రీభవనం 90^0 ఉంటుందో ఆ పతన కోణాన్ని ఆ రెండు యానకాలకు సంబంధించిన సందిగ్ధ కోణం అంటారు.

వివిధ పదార్థ యానకాల వక్రీభవన గుణకాలు

యానకం	వక్రీభవన గుణకం
గాలి	1.0003
మంచు	1.31
నీరు	1.33
కిరోసిన్	1.44
టర్పెంటైన్ ఆయిల్	1.47
ఫ్యూజ్డ్ క్వార్జ్	1.46
క్రౌన్ గాజు	1.52
బెంజీన్	1.50
కెనడాబాల్సం	1.53
రాతి ఉప్పు	1.54
కార్బన్ డై సల్ఫైడ్	1.63
సాంద్రతర ఫ్లింట్ గాజు	1.65
కెంపు	1.71
సఫైర్	1.77
వజ్రం	2.42