ఫిజిక్స్

కాంతి వక్రీభవనం

నక్షత్రాలు మినుకు మినుకుమనడం, మానవుడి కన్ను, కెమెరా, టెలిస్కోప్, మైక్రోస్కోప్ లాంటి దృక్‌సాధనాలు పనిచేయడం, వాతావరణం కారణంగా భూమిపై పగటి సమయం కొన్ని నిమిషాలు పెరగడం లాంటి అంశాలను కాంతి వక్రీభవన ధర్మం వివరిస్తుంది.

★ కాంతి ఎల్లప్పుడూ రుజుమార్గంలోనే ప్రయాణిస్తుందని మనం పాఠ్య పుస్తకాల్లో చదువుకున్నాం. కానీ, కొన్ని ప్రత్యేక సందర్భాల్లో కాంతి తన మార్గాన్ని మార్చుకుంటుంది. ఉదాహరణకు కాంతి వక్రీభవనం, వివర్తనం.

★ ఒకే యానకంలో ప్రయాణిస్తున్న కాంతికిరణం రుజుమార్గంలో ప్రయాణిస్తుంది. రుజుమార్గ ప్రసారం వల్లే అపారదర్శక పదార్థాలు (opaque substances) నీడ లేదా ఛాయను (shadow) ఏర్పరుస్తాయి. అదేవిధంగా సూర్య, చంద్ర గ్రహణాలు ఏర్పడతాయి. అలాగే పిన్‌హోల్ కెమెరా పనిచేస్తుంది.

వక్రీభవనం: కాంతి ఒక యానకం నుంచి మరో పారదర్శక (Transparent) యానకంలోకి (కొంత కోణంతో) ప్రవేశిస్తున్నప్పుడు, యానకాలను వేరుచేసే తలం వద్ద వంగి ప్రయాణిస్తుంది. ఈ ధర్మాన్ని వక్రీభవనం అంటారు.

రెండో యానకం వద్ద కాంతి పరావర్తనంతోపాటు వక్రీభవనం చెందుతుంది. రెండు యానకాల్లో కాంతి వేగం వేర్వేరుగా ఉండటం వల్ల, వక్రీభవనం జరుగుతుంది. ధ్వని, నీటి తరంగాలు కూడా వక్రీభవనాన్ని ప్రదర్శిస్తాయి.

సమయపాలన: కాంతి ఒక యానకం నుంచి మరో యానకంలోకి ప్రయాణించినప్పుడు దాని వేగం మారుతుంది. పౌనఃపున్యం లేదా కాలం విలువ మాత్రం మారదు. యానకాలతో సంబంధం లేకుండా తన నిర్దిష్ట సమయంలో కాంతి గమ్యస్థానాన్ని చేరుతుంది. వేగం తగ్గిన యానకంలో తక్కువ దూరం, వేగం పెరిగిన యానకంలో ఎక్కువ దూరం కాంతి ప్రయాణిస్తుంది. దూరాల వ్యత్యాసం వల్ల కాంతి తరంగం వంగి, మార్గాన్ని మార్చుకుంటుంది. మనం వెళ్లే రోడ్డుపై ట్రాఫిక్ జామ్ అయితే మనం మార్గాన్ని మార్చుకున్నట్లుగానే కాంతి కూడా మార్గాన్ని మార్చుకుంటుంది.

వక్రీభవనం అనువర్తనాలు

✪ సగం వరకు నీటితో నిండిన గాజు గ్లాసులో చెంచాను ఏటవాలుగా వేస్తే, నీటి పొర కింది భాగాన చెంచా వంకరగా కనిపిస్తుంది.

✪ దినపత్రికపై మందంగా ఉండే గాజు పలకను ఉంచితే, అక్షరాలు పెద్దగా, పైకి వచ్చినట్లుగా కనిపిస్తాయి.

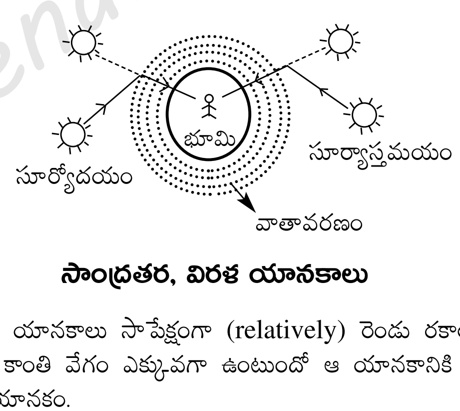
✪ నీటితో నిండిన తొట్టి (Tank) అడుగుభాగం పైకి వచ్చినట్లుగా కనిపిస్తుంది. దీంతో, నీటి తొట్టి లోతు తగ్గినట్లుగా కనిపిస్తుంది. దీన్నే దృశ్య లోతు (Apparent depth) అంటారు.

✪ మోకాళ్ల మునిగేలా నీటిలో నిలబడిన వ్యక్తికి తన కాళ్లు పొట్టిగా, లావుగా కనిపిస్తాయి. సుదూరంలో ఉండే నక్షత్రాలు మిణుకు మిణుకుమంటాయి.

✪ నీటిలో మునిగిన చేపను ఒడ్డు నుంచి చూసే వ్యక్తికి అది లావుగా, దగ్గరగా కనిపిస్తుంది.

✪ నీటిలోని చేపకు, ఒడ్డుపై ఉన్న వ్యక్తి సన్నగా, దూరంగా కనిపిస్తాడు.

✪ భూమి చుట్టూ ఉండే వాతావరణం వల్ల కాంతి వక్రీభవనం చెందుతుంది. దీనివల్ల సూర్యోదయానికి రెండు నిమిషాల ముందు, సూర్యాస్తమయం తర్వాత రెండు నిమిషాల పాటు సూర్యుడు లేకున్నా ఉన్నట్లుగా భ్రమ కలుగుతుంది. దీంతో, పగటి సమయం నాలుగు నిమిషాలు పెరుగుతుంది.



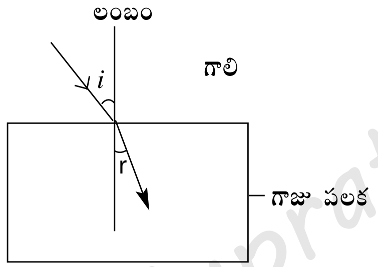
సాంద్రతర, విరళ యానకాలు

యానకంలో కాంతివేగం ఆధారంగా యానకాలు సాపేక్షంగా (relatively) రెండు రకాలు. అవి సాంద్రతర (denser), విరళ (rarer) యానకాలు. ఏ యానకంలోనైతే కాంతి వేగం ఎక్కువగా ఉంటుందో ఆ యానకానికి దృక్ సాంద్రత తక్కువ. ఉదాహరణకు గాజు సాంద్రతర యానకం, గాలి విరళ యానకం.

దృక్ సాంద్రత (optical density), ద్రవ్యరాశి సాంద్రత (mass density)లు వేర్వేరు ధర్మాలను సూచిస్తాయి. సాధారణంగా బరువైనవి ఎక్కువ ద్రవ్యరాశి సాంద్రతను కలిగి ఉంటాయి. నీటితో పోల్చితే టర్పంటైన్ ఆయిల్ తేలికైంది. కానీ, దానికి దృక్ సాంద్రత, నీటి దృక్ సాంద్రత కంటే ఎక్కువ.

పారదర్శక పదార్థంపై (యానకం) వాలుగా పతనం చెందితే కాంతికిరణం వద్ద గీసిన లంబంతో, పతన కిరణం చేసే కోణాన్ని పతన కోణం ($\angle i$) అని, వక్రీభవనం చెందిన కిరణం తలానికి గీసిన లంబంతో చేసే కోణాన్ని వక్రీభవన కోణం ($\angle$r) అని అంటారు.

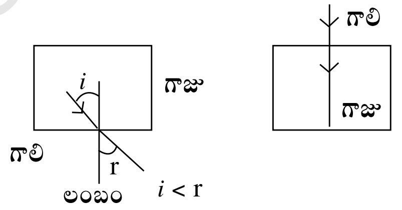
✪ కాంతి కిరణం విరళ (గాలి) యానకం నుంచి సాంద్రతర (గాజు) యానకంలోకి ప్రవేశిస్తే అది లంబానికి దగ్గరగా వంగుతుంది. i > r



✪ కాంతి కిరణం సాంద్రతర నుంచి విరళ యానకంలోకి ప్రవేశిస్తే అది లంబానికి దూరంగా వంగుతుంది.

i < r

✪ కాంతి కిరణం గాజు తలానికి లంబంగా పతనం చెందితే అది వక్రీభవనం చెందదు. ఈ సందర్భంలో i = r అవుతుంది. అంటే i = r = 0°



నమూనా ప్రశ్నలు

1. ఏ రంగు కాంతి విషయంలో గాజుకి వక్రీభవన గుణకం అత్యధికం?

1) ఎరుపు 2) నీలం 3) పసుపు 4) ఊదా

2. కిందివాటిలో దేనిలో కాంతికి వేగం కనిష్ఠం?

1) నీరు 2) గాజు 3) వజ్రం 4) కిరోసిన్

3. కంటిలోని ఏ భాగం కాంతిని వక్రీభవనం చెందిస్తుంది?

1) కార్నియా 2) కటకం 3) కంటిలోని ద్రవం 4) అన్నీ

4. హ్రస్వదృష్టి దోషం ఉన్నవారు ఉపయోగించే కంటి అద్దం ఏ రకానికి చెందింది?

1) కుంభాకార కటకం 2) పుటాకార కటకం
3) ద్వినాభులు 4) స్థూపాకార కటకాలు

5. నీటిలోని గాలి బుడగ దేనిలా ప్రవర్తిస్తుంది?

1) పుటాకార కటకం 2) కుంభాకార కటకం
3) స్థూపాకార కటకం 4) సమతల దర్పణం

జవాబులు: 1-4; 2-3; 3-4; 4-2; 5-1.

రచయిత: దురిశెట్టి అనంతరామకృష్ణ

www.eenadupratibha.net