REFRACTION OF LIGHT AT PLANE SURFACES

Key Concepts (కీలక భావనలు)

- $\angle r > \angle i$ when light travel from denser medium to rarer medium
  కాంతి సాంద్రతర యానకం నుండి విరళ యానకంలో ప్రయాణించేటప్పుడు $\angle r > \angle i$
- Snell's law స్నెల్ నియమం
- Laws of Refraction వక్రీభవన సూత్రాలు
- Critical angle సందిగ్ధ కోణం
- Total Internal Reflection(TIR) సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం
- Applications of TIR అనువర్తనాలు(TIR)

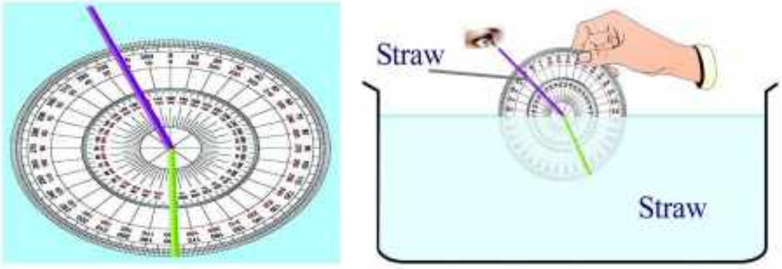
Activity-4 (కృత్యం 4)

Aim: How do you verify experimentally that the angle of refraction is more than angle of incidence when light rays travel from denser to rarer medium(OR)
How do you prove experimentally that $\angle r > \angle i$ when light travel from denser medium to rarer medium

లక్ష్యం: కాంతి సాంద్రతర యానకం నుండి విరళ యానకంలోకి ప్రయాణించేటప్పుడు వక్రీభవన కోణం పతన కోణం కంటే ఎక్కువ అని ప్రయోగపూర్వకంగా పరిశీలించుట.

Materials required: Plastic Pro circle, Two straws, Transparent vessel, Water
అవసరమైన పరికరాలు: ప్లాస్టిక్ వృత్తాకార కోణమానిని, రెండు స్ట్రాలు, పారదర్శక పాత్ర, నీరు.

Procedure పద్ధతి:



1.Take a plastic pro circle arrange two straws at the centre of the pro circle.
వృత్తాకార కోణమానిని మధ్యలో పటంలో చూపిన విధంగా స్ట్రాలు ను అమర్చుకొనవలెను.

2. Two straws are rotated freely at the centre
స్ట్రాలు స్వేచ్ఛగా తిరిగే లాగా ఏర్పాటు చేసుకొనవలెను.

3. Adjust one of the straws to make an angle 40^0
ఒక స్ట్రా ను 40^0 ఉండే లాగా అమర్చుకొనవలెను.

4. Immerse half of the pro circle vertically into the water, filled in a transparent vessel
పారదర్శక పాత్రలో నీరు పోసి దానిలో సగం వరకు మునిగేలా ఉంచవలెను

5. Observe the second straw from the top of the vessel.
పాత్ర పై భాగము నుండి రెండవ స్ట్రా ను పరిశీలించ వలెను.

6. Then adjust the two straws in straight line.
రెండు స్ట్రా లు ఒకే సరళ రేఖ లో ఉండేలాగా సరిచేయవలెను.

7.Note the values of i and r
ఇప్పుడు i మరియు r విలువలు నమోదు చేసుకోవాలి.

Observation: The angle of refraction is more than angle of incidence when light rays travel from denser to rarer medium
పరిశీలన: కాంతి సాంద్రతర యానకం లో నుండి విరళ యానకంలో ని ప్రయాణించేటప్పుడు వక్రీభవన కోణం విలువ ఎల్లప్పుడూ పతన కోణం కంటే ఎక్కువగా ఉంటుందని ప్రయోగపూర్వకంగా పరిశీలించాం.

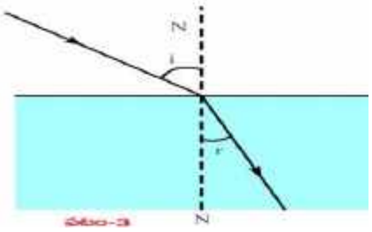
<u>Snell's law స్నెల్ నియమం</u>

The ratio of Sine of angle of incidence to Sine of angle of refraction is constant

పతన కోణం యొక్క సైన్ విలువకు మరియు వక్రీభవన కోణం యొక్క సైన్ విలువకు గల నిష్పత్తి స్థిరము.

Snell's law equation స్నెల్ నియమం సమీకరణం

$n_1 \sin i = n_2 \sin r$ (OR) $\sin i / \sin r =$ constant (స్థిరము)



Laws of refraction వక్రీభవన సూత్రాలు

1) The incident ray, the refracted ray and normal to interface of two transparent media at the point of incidence all lie in the same plane

పతన కిరణము, వక్రీభవన కిరణము, రెండు పారదర్శకత తలాలను వేరు చేసే స్థలం వద్ద గీసిన లంబము లు అన్నీ ఒకే తలములో ఉంటాయి.

2) During refraction , light follows Snell's law
వక్రీభవనం జరిగే సందర్భంలో స్నెల్ నియమం పాటించబడుతుంది.

Critical angle(c) సందిగ్ధ కోణం (c)

The angle of incidence at which the light ray, travelling from denser to rarer medium, grazes the interface is called critical angle for denser medium

కాంతి సాంద్రతర యానకం నుంచి విరళ యానకంలో కి ప్రవేశించే సందర్భంలో ఏ పతన కోణానికి వక్రీభవన కిరణం రెండు పారదర్శకత తలాలను వేరు చేసే తలాన్ని తాకుతూ ప్రయాణిస్తుందో ఆ పతన కోణాన్ని సాంద్రతర యానకం యొక్క సందిగ్ధ కోణం అంటాం.

At Critical angle సందిగ్ధ కోణం వద్ద

$i = c$ and $r = 90^0$

From Snell's law స్నెల్ నియమం ప్రకారం

$n_1 \sin i = n_2 \sin r$

$n_1 \sin c = n_2 \sin 90^0$

$n_1 \sin c = n_2 (1)$

$\sin c = n2/n1 = v1/v2 = 1/n12$

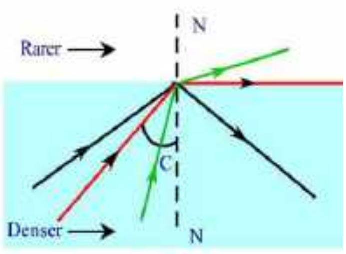


fig-7

Relation between Refractive index(n) and Critical angle

సందిగ్ధ కోణం మరియు వక్రీభవన గుణకం ల మధ్య సంబంధం $n \ \alpha \ 1/c$

- If any medium having high refractive index, then low critical angle
- అధిక వక్రీభవన గుణకం కలిగిన యానకాలకు సాధారణంగా సందిగ్ధ కోణం తక్కువగా ఉంటుంది.
- ఉదాహరణకు అధిక వక్రీభవన గుణకం(2.42) కలిగిన వజ్ర మునకు సందిగ్ధ కోణం (24.4°) తక్కువగా ఉంటుంది.

Total internal reflection సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం

When the angle of the incidence is greater than critical angle, the light ray gets reflected into the denser medium at the interface. This phenomenon is called 'total internal reflection'.

కాంతి కిరణాలు సాంద్రతర యానకం లో నుండి విరళ యానకంలోనికి ప్రసరించే సందర్భంలో పతన కోణం విలువ సందిగ్ధ కోణం కంటే అధికంగా ఉంటే కాంతి మరలా అదే సాంద్రతర యానకం లోనికి యానకాలను వేరు చేసే తలనుండి పరావర్తనం చెందుతుంది. దీనినే సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం అంటాం.

Conditions required for total internal reflection సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం జరగడానికి నియమాలు

1) Light must travel from denser medium to rarer medium
కాంతి కిరణాలు సాంద్రతర యానకం నుండి యానకంలోకి ప్రసరిస్తూ ఉండాలి

2) The angle of incidence in the denser medium must be greater than the critical angle for the two media
పతన కోణం విలువ, సందిగ్ధ కోణం కంటే అధికంగా ఉండాలి

Applications of total internal reflectionసంపూర్ణాంతర పరావర్తనం యొక్క అనువర్తనాలు

- Formation of Mirages ఎండమావులు ఏర్పడుట
- Brilliance of diamond వజ్రం లోని మెరుపులు
- Optical fibres ఆప్టికల్ ఫైబర్స్

Mirages ఎండమావులు

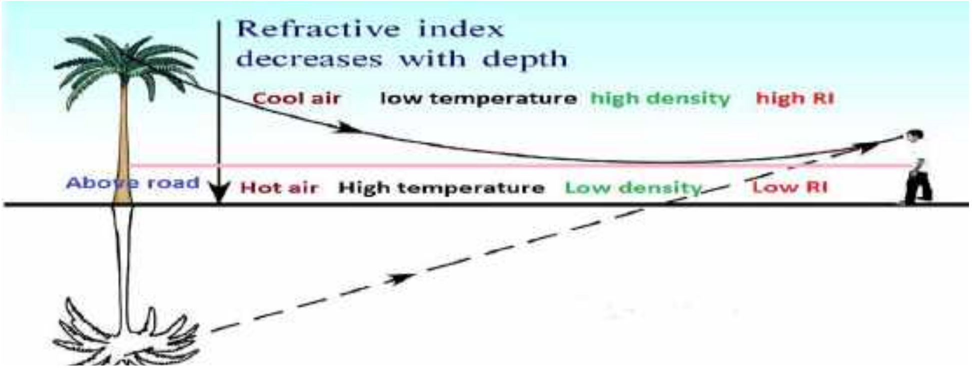
Mirage is an optical illusion where it appears that water has collected on the road at a distant place but when we get there, we don't find any water. · The formation of a mirage is the best example where refractive index of a medium varies throughout the medium.

ఎండమావులు అనేది కాంతి యొక్క దృక్ భ్రమ. ఎండాకాలం లేదా రోడ్డు వేడెక్కి ఉన్నప్పుడు కొన్నిసార్లు రోడ్లపై కొంత దూరంలో నీరు ఉన్నట్లుగా కనిపిస్తుంటుంది. కానీ ఇవ్ అక్కడికి వెళ్లి పరిశీలించి చూస్తే అక్కడ ఏ విధమైన నీరు ఉండదు. ఈ విధంగా కాంతి వలన కలిగే దృక్ భ్రమ నే ఎండమావులు అని అంటాం.

During a hot summer day, air just above the road surface is very hot and the air at higher altitudes is cool. It means that the temperature decreases with height. As a result density of air increases with height. We know that refractive index of air increases with density.

ఎండమావులు ఏర్పడడానికి గల కారణం వేసవికాలంలో రోడ్డు ఉపరితలానికి దగ్గరగా ఉన్న గాలి వేడిగాను, పైకి వెళుతున్న కొద్దీ గాలి చల్లగా ఉంటూ సాంద్రత పెరుగుతూ ఉంటుంది.
అధిక సాంద్రత కలిగిన చల్లని గాలి యొక్క వక్రీభవన గుణకం ఎక్కువగా ఉండడం వలన కాంతి వేగం చల్లని గాలిలో కంటే వేడి గాలిలో సాంద్రత తక్కువగా ఉండడం వలన అధికంగా ఉంటుంది.

Thus the refractive index of air increases with height. So, the cooler air at the top has greater refractive index than hotter air just above the road. Light travels faster through the thinner hot air than through the denser cool air above it.
ఇలా అధిక సాంద్రత కలిగిన సాంద్రతర యానక మైన చల్లని గాలిలో నుండి కాంతి కిరణాలు తక్కువ సాంద్రత కలిగిన వేడిగాలిలోకి ప్రయాణించే సందర్భంలో కొన్ని కిరణాలకు పతన కోణం సందిగ్ధ కోణం కంటే ఎక్కువ ఉండి అవి మరల చల్లటి గాలి లోనికి పరావర్తనం చెందడం ద్వారా ఆకాశము, చెట్లు రోడ్డుపై నుంచి పరావర్తనం చెంది అక్కడ నీరు ఉన్నట్లుగా భ్రమ కలుగుతుంది.



Brilliance of diamonds వజ్రాల ప్రకాశం

- Total internal reflection is the main reason for brilliance of diamonds.
- వజ్రాల ప్రకాశానికి ముఖ్యకారణం సంపూర్ణాంతర పరావర్తనమే.
- The critical angle of a diamond is very low (24.4^0).

- వజ్రం యొక్క సందిగ్ధ కోణం విలువ చాలా తక్కువ (24.4^0)
- So if a light ray enters a diamond it is very likely to undergo total internal reflection which makes the diamond shine
- వజ్రం లోకి ప్రవేశించే కాంతి కిరణం సులభంగా సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం చెంది వజ్రము ప్రకాశవంతంగా కనపడేటట్లు చేస్తుంది.

Optical fibres ఆప్టికల్ ఫైబర్స్

fig-10(a)

- Total internal reflection is the basic principle behind working of optical fibres.
- ఆప్టికల్ ఫైబర్స్ సంపూర్ణాంతర పరావర్తనం పై ఆధారపడి పనిచేస్తాయి.
- An optical fibre is very thin fibre made of glass (or) plastic
- having radius about a micrometer
- ఆప్టికల్ ఫైబర్ అనేది గాజు లేదా ప్లాస్టిక్ తో తయారు చేయబడిన అతి సన్నని తీగ.
- A bunch of such thin fibres form a light pipe.
- సన్నని తీగలు కొన్ని కలిసి లైట్ పైప్ గా ఏర్పడతాయి.
- Optical fibres are widely used in Transmit communication
- signals through light pipes (Communication field)
- సమాచార సంకేతాలను ప్రసారం చేయడానికి కూడా ఆప్టికల్ ఫైబర్ లను విరివిగా ఉపయోగిస్తారు.
- Optical fibres are used in endoscopy (medical field)
- ఎండోస్కోపీ లలో ఆప్టికల్ ఫైబర్ లను ఉపయోగిస్తారు.