JSR IAS ACADEMY

பொது அறிவியல்
இயற்பியல்

ஒளி - 3

ஒளிவிலகல்

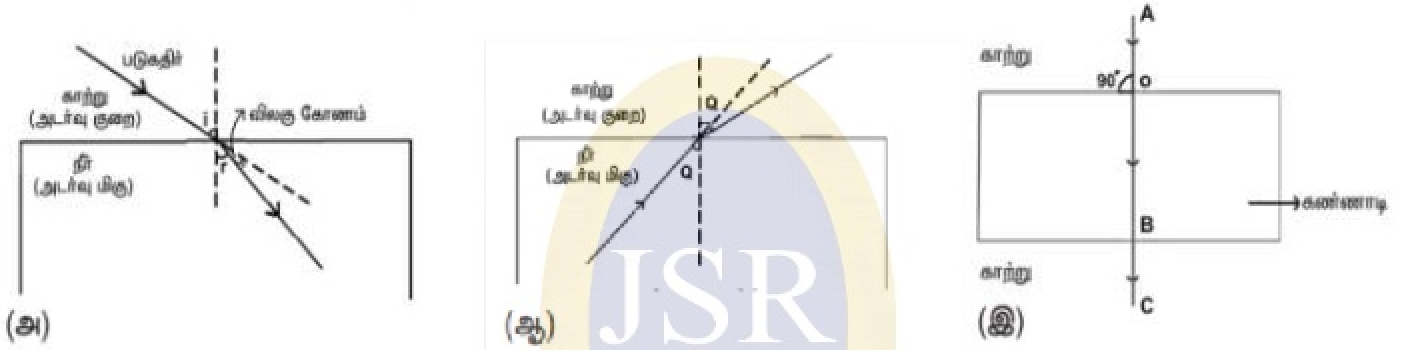
ஓர் ஊடகத்திலிருந்து மற்றோர் ஊடகத்திற்கு ஒளி சாய்வாகச் செல்லும் போது அதன் பாதையில் விலகல் ஏற்படுகிறது. இதுவே ஒளிவிலகல் எனப்படுகிறது.

காற்று – தண்ணீர் இடை முகப்பில் (interface) ஒளிவிலகல்

நேரான எழுதுகோல் ஒன்றை, 45° கோணத்தில் முகவையுள் வைக்கவும். ஒரு பக்கத்திலிருந்து பார்க்கும்போது, எழுதுகோல் எவ்வாறு தெரிகிறது? உடைந்தது போலத் (அல்லது வளைந்தது போல) தெரிகிறது அல்லவா?

அடர் குறை ஊடகத்தில் (அதாவது, குறைந்த ஒளியியல் அடர்த்தி) ஒளியின் திசைவேகம் அதிகமாகவும் அடர்மிகு ஊடகத்தில் (அதிக ஒளியியல் அடர்த்தி) திசைவேகம் குறைவாகவும் இருக்கும்.

- ❖ அடர்வு குறை ஊடகத்திலிருந்து அடர்வுமிகு ஊடகத்திற்கு ஒளியானது செல்லும்போது அதன் செங்குத்துக்கோட்டை நோக்கி விலகலடையும்.
- ❖ அடர்வு மிகு ஊடகத்திலிருந்து அடர்வு குறை ஊடகத்திற்கு ஒளியானது செல்லும்போது அதன் செங்குத்துக்கோட்டை விட்டு விலகிச் செல்லும்.
- ❖ அடர்மிகு ஊடகத்தின் பரப்பிற்குக் குத்தாக அதன்மீதுபடும் ஒளிக்கதிர் விலகல் அடைவதில்லை (இ).



ஒளிவிலகல் எண்

- ○ ஓர் ஊடகத்தில் ஒளியின் திசைவேகம் அதிகமாக இருக்கும்போது, விலகல் குறைவாகவும், ஒளியின் திசைவேகம் குறைவாக இருக்கும்போது, விலகல் அதிகமாகவும் இருக்கும்.

$$\mu = \frac{\text{காற்று (அ) வெற்றிடத்தில் ஒளியின் திசைவேகம் (c)}}{\text{ஊடகத்தில் ஒளியின் திசைவேகம் (v)}}$$

பொதுவாகக் கூறினால்,

$$\mu = \frac{\text{ஊடகம் 1 ல் ஒளியின் திசைவேகம்}}{\text{ஊடகம் 2 ல் ஒளியின் திசைவேகம்}}$$

- ❖ இரண்டும் ஒரே மாதிரியான அளவீடுகளின் தகவு என்பதால் ஒளிவிலகல் எண்ணிற்கு அலகு இல்லை.
- ❖ எந்தவொரு ஊடகத்தில் ஒளியின் திசைவேகம் காற்றைவிடக் குறைவாக இருக்கிறதோ, அந்த ஒளி ஊடுருவும் ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண் ஒன்றைவிட அதிகமாக இருக்கும்.

பொருள்கள்	ஒளிவிலகல் எண்
காற்று	1.0
நீர்	1.33
ஈதர்	1.36
மண்ணெண்ணெய்	1.41
சாதாரணக் கண்ணாடி	1.5
குவார்ட்ஸ்	1.56
வைரம்	2.41

காற்றில் ஒளியின் திசைவேகம் 3×10^8 மீவி$^{-1}$ மற்றும் ஊடகத்தில் ஒளியின் திசைவேகம் 2×10^8 மீவி$^{-1}$. காற்றைப் பொறுத்து ஊடகத்தில் ஒளிவிலகல் எண்ணைக் காண்க.

தீர்வு:

$$\text{ஒளிவிலகல் எண் } (\mu) = \frac{\text{காற்றில் ஒளியின் திசைவேகம் (c)}}{\text{ஊடகத்தில் ஒளியின் திசைவேகம் (v)}}$$

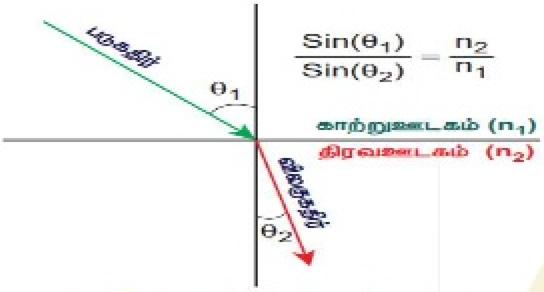
$$\mu = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 10^8} = 1.5$$

ஒளிவிலகலுக்கான ஸ்நெல் விதி

i) படுகதிர் , விலகுகதிர் மற்றும் அவை சந்திக்கும் புள்ளியில் வரையப்பட்ட குத்துக்கோடு ஆகியவை அனைத்தும் ஒரே தளத்தில் அமையும்.

ii) படுகோணத்தின் சைன் மதிப்பிற்கும்(i), விலகுகோணத்தின் சைன் மதிப்பிற்கும் (r) இடையே உள்ள தகவு, ஒளிவிலகல் எண்ணிற்குச் சமமாகும். இது ஒரு மாறிலி ஆகும்

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \mu$$



படம் 3.12 ஸ்நெல் விதி

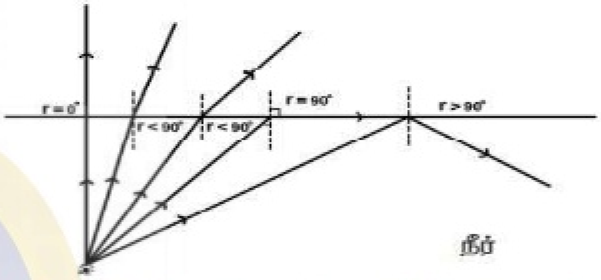
$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{மாறிலி}$$

இது μ (மியூ) எனப்படும் கிரேக்க எழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது.

- ❖ ஓர் ஒளி மூலமானது ஒரே ஒரு நிறத்தைக் கொண்ட ஒளியை வெளியிடுமானால் அது 'ஒற்றைநிற ஒளிமூலம்' எனப்படும்.
- ❖ கூட்டொளி மூலங்கள் (Composite Sources) பல்வேறு நிறங்களை உள்ளடக்கிய வெள்ளொளியைத் தருகின்றன. எனவே சூரிய ஒளியானது பல்வேறு நிறங்களை அல்லது அலை நீளங்களைக் கொண்ட கூட்டொளி ஆகும்.
- ❖ கூட்டொளி மூலத்திற்கு மற்றோர் எடுத்துக்காட்டு பாதரச ஆவிவிளக்கு ஆகும்.

முழு அக எதிரொளிப்பு

- ❖ அடர் மிகு ஊடகத்திலிருந்து அடர்குறை ஊடகத்தை நோக்கி ஒளி செல்லும் போது, அது குத்துக்கோட்டை விட்டு விலகிச் செல்கிறது.
- ❖ அடர் மிகு ஊடகத்தில் படு கோணம் அதிகரிக்கும் போது அடர்குறை ஊடகத்தில் அதன் விலகு கோணமும் அதிகரிக்கிறது.
- ❖ குறிப்பிட்ட படுகோணத்திற்கு விலகு கோணத்தின் மதிப்பு r = 90° என்ற பெருமை மதிப்பை அடைகிறது. இப்படுகோணமே மாறுநிலைக்கோணம் எனப்படும்.
- ❖ அதாவது, 90° விலகு கோணத்தை ஏற்படுத்தும் படு கோணம் மாறுநிலைக்கோணம் (Q) எனப்படும்.
- ❖ படுகோணத்தின் மதிப்பு மாறுநிலைக் கோணத்தைவிட அதிகமாக உள்ளபோது, விலகு கதிர் வெளியேறாது; ஏனெனில் r = 90°. எனவே அதே ஊடகத்திலேயே ஒளி முழுவதுமாக எதிரொளிக்கப்படுகிறது. இதுவே முழு அக எதிரொளிப்பு ஆகும்.



படம் 6.12. மாறுநிலைக்கோணம்

முழு அக எதிரொளிப்புக்கான நிபந்தனைகள்

- ❖ ஒளியானது அடர் மிகு ஊடகத்திலிருந்து (எ.கா - தண்ணீர்) அடர் குறை ஊடகத்திற்குச் (எ.கா - காற்று) செல்ல வேண்டும்.
- ❖ அடர்மிகு ஊடகத்தில் படுகோணத்தின் மதிப்பு மாறுநிலைக் கோணத்தை விட அதிகமாக இருக்க வேண்டும்.

இயற்கையில் முழு அக எதிரொளிப்பு

கானல் நீர்:

- ❖ வெயில் காலங்களில், தரையை ஒட்டிய காற்று சற்று சூடாகவும் மேற்பகுதிகளில் சற்று சூடு குறைவாகவும் இருக்கும்.
- ❖ சூடான காற்றின் அடர்த்தி குறைவானது என்பதால் காற்றின் ஒளி விலகல் எண்ணும் குறைவாக இருக்கும்.
- ❖ எனவே, ஒளிக்கதிர் காற்றில் ஒளி விலகல் அடைந்து குத்துக்கோட்டை விட்டு விலகலடைகிறது. மேலும், மாறுநிலைக் கோணத்தை விடப் படுகோணம் அதிகமாக இருப்பதால், முழு அக எதிரொளிப்பு அடைகிறது.

- வைரம் ஜொலிப்பதற்கும் விண்மீன்கள் மின்னுவதற்கும் காரணம் முழு அக எதிரொளிப்பே ஆகும்.

ஆடிச் சமன்பாடு

பொருளின் தொலைவு (u), பிம்பத்தின் தொலைவு (v), குவிய தொலைவு (f) ஆகியவற்றிற்கு இடையேயான தொடர்பு ஆடிச் சமன்பாடு எனப்படும்.

ஆடிச் சமன்பாடு, $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$

நேரியல் உருப்பெருக்கம் (m)

பொருளின் அளவை விட பிம்பத்தின் அளவு எவ்வளவு மடங்கு பெரியதாக உள்ளது என்பதை கோளக ஆடியின் உருப்பெருக்கம் குறிக்கிறது.

பிம்பத்தின் அளவிற்கும் (h_i), பொருளின் அளவிற்கும் (h_o) இடையேயான தகவு உருப்பெருக்கம் என வரையறுக்கபடுகிறது.

$$m = -\frac{v}{u}$$

இவ்விரண்டு சமன்பாடுகளையும் இணைத்து,

$$\therefore m = \frac{h_i}{h_o} = -\frac{v}{u}$$

- உருப்பெருக்கத்தின் மதிப்பில் எதிர்க்குறி (-ve), பிம்பம் மெய் பிம்பம் என்பதையும்,
- நேர்க்குறி (+ve), பிம்பம் மாய பிம்பம் என்பதையும் காட்டுகிறது.

ஒளியின் திசைவேகம்

ஒளியின் வேகம்:

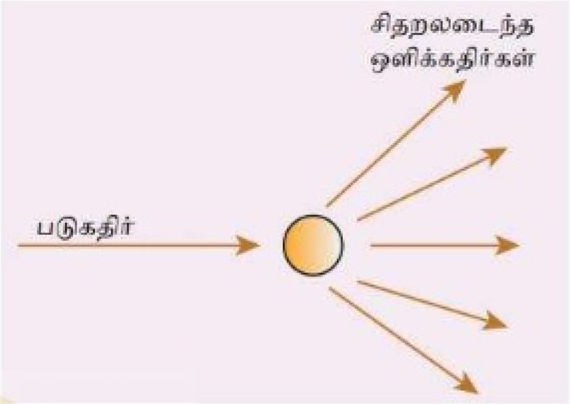
வெற்றிடத்தில் ஒளியானது, நொடிக்கு 3 லட்சம் கீ.மீ. தொலைவு செல்லும்.

உங்களுக்குத் தெரியுமா?

சில உயிரினங்கள் இயல்பாகவே தங்களுக்குள் ஒளிரும் தன்மையைப் பெற்றுள்ளன என்பது உங்களுக்குத் தெரியுமா? இந்தப் பண்பிற்கு உயிரி ஒளிர்தல் என்று பெயர். கடலின் அடி ஆழத்தில் ஒளி குறைந்த பகுதியில் வாழக்கூடிய சில வகையான புழுக்கள், மீன், ராட்சத சிப்பி மீன், நட்சத்திர மீன் போன்ற உயிரினங்கள் மற்ற உயிரிகளிடமிருந்து தங்களைத் தற்காத்துக் கொள்ள இத்தகைய மின்னுகின்ற அல்லது ஒளிரும் பண்பைப் பெற்றுள்ளன.

ஒளிச்சிதறல்

- சூரிய ஒளி, புவியின் வளிமண்டலத்தில் நுழையும் போது, வளிமண்டலத்தில் உள்ள பல்வேறு வாயு அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகளால் அனைத்து திசைகளிலும் விலகல் அடையச் செய்யப்படுகிறது. இந்நிகழ்வு 'ஒளிச்சிதறல்' எனப்படுகிறது.



படம் 2.1 ஒளிச்சிதறல்

ஒளிச்சிதறலின் வகைகள்

ஒளிக்கற்றையின் தொடக்க மற்றும் இறுதி ஆற்றலை அடிப்படையாகக் கொண்டு, ஒளிச்சிதறலை

1. மீட்சிச் சிதறல் மற்றும் 2. மீட்சியற்ற சிதறல் என இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. மீட்சிச் சிதறல்

சிதறல் அடையும் ஒளிக்கற்றையின் தொடக்க மற்றும் இறுதி ஆற்றல்கள் சமமாக இருப்பின் அச்சிதறல் மீட்சிச் சிதறல் எனப்படும்.

2. மீட்சியற்ற சிதறல்

சிதறல் அடையும் ஒளிக்கற்றையின் தொடக்க மற்றும் இறுதி ஆற்றல்கள் சமமற்று இருப்பின் அச்சிதறல் மீட்சியற்ற சிதறல் எனப்படும்.

சிதறலை உண்டாக்கும் துகளின் தன்மை மற்றும் அளவைப்(size) பொறுத்து சிதறலைக் கீழ்கண்டவாறு வகைப்படுத்தலாம்.

- ராலே ஒளிச்சிதறல்,
- மீ ஒளிச்சிதறல்,
- டிண்டால் ஒளிச்சிதறல்,
- இராமன் ஒளிச்சிதறல்

ராலே ஒளிச்சிதறல்

- சூரியனிலிருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்கள் வளிமண்டலத்தில் உள்ள வாயு அணுக்கள் மற்றும் மூலக்கூறுகளால் சிதறலடிக்கப்படுவதே 'ராலே ஒளிச்சிதறல்' ஆகும்.
- ராலே சிதறல் விதி ஓர் ஒளிக்கதிர் சிதறலடையும் அளவானது, அதன் அலைநீளத்தின் நான்மடிக்கு எதிர்த் தகவில் இருக்கும்.

$$\text{சிதறல் அளவு} \propto \frac{1}{\lambda^4}$$

- இவ்விதியின் படி, குறைந்த அலைநீளம் கொண்ட நிறமானது, அதிக அலைநீளம் கொண்ட நிறத்தை விட அதிகமாக சிதறல் அடைகிறது.
- சூரிய ஒளியானது, வளிமண்டலத்தின் வழியாகச் செல்லும் போது, குறைந்த அலைநீளம் உடைய நீல நிறமானது, அதிக அலைநீளம் கொண்ட சிவப்பு நிறத்தை விட அதிகமாக சிதறல் அடைகிறது. இதனால் வானம் நீல நிறமாகத் தோன்றுகிறது.
- சூரிய உதயம் மற்றும் மறைவின்போது, சூரிய ஒளியானது, நண்பகலில் இருப்பதை விட வளிமண்டலத்தில் அதிகத் தொலைவு செல்ல வேண்டியிருக்கிறது. எனவே நீல நிற ஒளியானது முற்றிலுமாகச் சிதறலடைந்து சென்றுவிடுவதால், குறைவாகச் சிதறல் அடைந்த சிவப்பு நிற ஒளியே நம்மை அடைகிறது. எனவே, சூரிய உதயம் மற்றும் மறைவின் போது சூரியன் சிவப்பாகக் காட்சியளிக்கிறது.

'மீ'- ஒளிச்சிதறல்(Mie-Scattering)

- ஒளிச் சிதறலை ஏற்படுத்தும் துகளின் விட்டமானது, படும் ஒளிக்கதிரின் அலைநீளத்திற்குச் சமமாகவோ அல்லது அலைநீளத்தை விட அதிகமாகவோ இருக்கும் போது மீ-ஒளிச்சிதறல் ஏற்படுகிறது.
- சிதறல் அளவானது ஒளிக்கதிரின் அலைநீளத்தைச் சார்ந்தது அன்று .
- வளிமண்டலத்தின் கீழ் அடுக்குப்பகுதியில் உள்ள தூசு , புகை, நீர்த்துளிகள் மற்றும் சில துகள்களால் மீ- சிதறல் ஏற்படுகிறது.
- மேகக்கூட்டங்கள் வெண்மை நிறமாகக் காட்சியளிக்க மீ-சிதறல் காரணமாக அமைகிறது.
- வெள்ளொளியானது மேகத்தில் உள்ள நீர்த்துளிகளின் மீது படும்போது, அந்நீர்த் துளிகள் அனைத்து நிறங்களையும் சமமாகச்சிதறல் அடையச் செய்கின்றன.
- இதனால் சிதறல் அடைந்த அனைத்து நிறங்களும் ஒன்றாகச் சேர்ந்து வெண்மை நிறமாக மாறுகின்றன.

டிண்டால் ஒளிச்சிதறல்

- சூரிய ஒளிக்கற்றையானது, தூசுகள் நிறைந்த ஓர் அறையின் சாளரத்தின் வழியே நுழையும் போது ஒளிக்கற்றையின் பாதை நமக்குத் தெளிவாகப் புலனாகிறது.
- அறையில் உள்ள காற்றில் கலந்திருக்கும் தூசுகளால் ஒளிக்கற்றையானது சிதறலடிக்கப் படுவதால் ஒளிக்கற்றையின் பாதை புலனாகிறது. இந்நிகழ்வு டிண்டால் ஒளிச்சிதறலுக்கு எடுத்துக்காட்டு ஆகும்.
- ஒரு கூழ்மக் கரைசலில் உள்ள கூழ்மத்துகள்களால், ஒளிக்கதிர்கள் சிதறலடிக்கப்படுகின்ற நிகழ்வு டிண்டால் ஒளிச்சிதறல் அல்லது டிண்டால் விளைவு எனப்படும்.

இராமன் ஒளிச்சிதறல்

- வாயுக்கள் அல்லது திரவங்கள் அல்லது ஒளி புகும் தன்மை கொண்ட திண்மங்களின் வழியாக ஒற்றை நிற ஒளியானது இணைக் கற்றைகளாகச் செல்லும் போது அவற்றின் ஒரு பகுதி சிதறல் அடைகிறது.
- சிதறலடைந்த கதிரானது, படுகின்ற கதிரின் அதிர்வெண்ணைத் தவிர சில புதிய அதிர்வெண்களையும் உள்ளடக்கியதாக இருக்கும். இந்நிகழ்வு 'இராமன் ஒளிச்சிதறல்' எனப்படுகிறது.
- ஒளிக்கதிரின் அலைநீளம் மற்றும் அதிர்வெண்ணில் மாற்றங்கள் ஏற்படும் நிகழ்வை 'இராமன் ஒளிச்சிதறல்' என வரையறுக்கலாம்.

- ✓ படுகதிரின் அதிர்வெண்ணுக்குச் சமமான அதிர்வெண்ணைக் கொண்ட நிறமாலை வரிகள் 'ராலே வரிகள்' என்றும்,
- ✓ புதிய அதிர்வெண்களைக் கொண்ட நிறமாலை வரிகள் 'இராமன் வரிகள்' என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.
- ✓ படுகதிரின் அதிர்வெண்ணைவிடக் குறைவான அதிர்வெண் கொண்ட நிறமாலை வரிகளை 'ஸ்டோக் வரிகள்' என்றும்,
- ✓ படுகதிரின் அதிர்வெண்ணைவிட அதிகமான அதிர்வெண்ணைக் கொண்ட நிறமாலை வரிகளை 'ஆண்டிஸ்டோக்வரிகள்' என்றும் அழைக்கிறோம்.