

## ஒளியீட்டு

### அறிமுகம் :

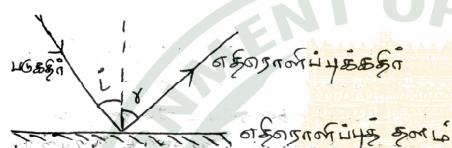
பொருட்களை நம் கண்களுக்கு புலப்படச் செய்கின்ற ஆற்றலின் ஒரு வழவுமே ஒளி எனப்படும். இயற்பியலின் ஒரு பிரிவான ஒளியியல், ஒளியின் இயல்பு, ஒளிமூலம் ஒளியியல் விளைவுகள் மற்றும் அதன் பண்புகளை உள்ளடக்கியதாக அமைந்துள்ளது.

### இளி எதிரொளிப்பு :

ஒரு ஒளிக்கதீர் ஒன்று பளபளப்பான ஒரு தளத்தின் மீது பட்டு மீண்டும் அதே ஊடகத்தில் தீருப்பி அனுப்பப்பட்டால் அந்த நிகழ்வு எதிரொளிப்பு என்று, அந்த பளபளப்பான பொருள் எதிரொளிப்பான் என்றும் அழைக்கப்படும்.

### எதிரொளிப்பு விதிகள் :

- படுகதீர், எதிரொளிப்புக்கதீர் மற்றும் தொடு புள்ளியில் எதிரொளிப்புத்தளத்தீர்கு வரையப்பட்ட நேர்க்குத்துக்கோடு ஆகியவை ஒரே தளத்தில் அமையும்.
- படுகோணம், எதிரொளிப்புக்கோணத்தீர்குச் சமமாக இருக்கும்.

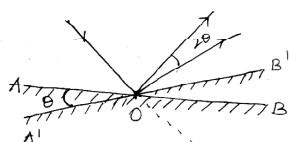


### சிதறிய எதிரொளிப்பு :

கண்ணாடி போன்ற சீரான தளங்களைத் தவிர்த்து சீரற்ற தளங்களில் எதிரொளிப்பு நடைபெறும் படுகோணமும் எதிரொளிப்புக்கோணமும் மாறுபடும். இத்தகைய எதிரொளிப்பு சிதறிய எதிரொளிப்பு எனப்படும்.

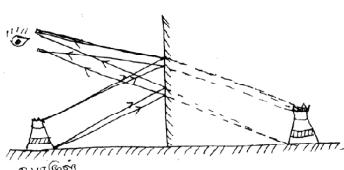


### ஆடியின் சமுற்சியால் ஒளியின் தீசைமாற்றம்:



படுகதீர் ஒன்றிற்கு ஆடியை குறிப்பிட்ட கோணத்தீர்கு சுழற்றினால், எதிரொளிக்கப்பட்ட கதீரானது அக்கோணத்தைப் போல் இருமடங்கு கோணம் சுழலும்.

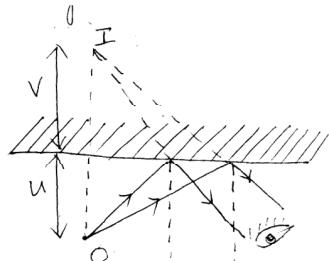
### பிம்பங்களின் வகைகள் :



\* ஆடியினால் எதிரொளிக்கப்படும்போது இரண்டு வகையான பிம்பங்கள் உருவாகும்.

- மெய்பிம்பம்
- மாய்பிம்பம்

- \* தீரையில் பிழக்க முடிந்த பிம்பம் மெய்பிம்பம் எனப்படும். இந்த வகைப்பிம்பத்தைப் பார்க்க நாம் ஆடியைப் பார்க்க வேண்டிய அவசியம் இல்லை. (எ.கா) தீரைப்பட வீழ்த்தி, OHP
- \* தீரையில் பிழக்க இயலாமல் நேரடியாக ஆடி மற்றும் லென்சில் பார்க்கப்படும் பிம்பம் மாய பிம்பம் எனப்படும். சமதள ஆடியாலும், சில கோளக ஆடி மற்றும் லென்சுகளாலும் மாய பிம்பத்தை ஏற்படுத்த முடியும்.



படத்தில் O என்பது பொருள். ஆடிக்கும் பொருளுக்கும் இடைப்பட்ட தொலைவு பொருளின் தொலைவு 'U' எனப்படும். ஆடியால் எதிரொளிக்கப்பட்டு வரும் கதிர்களை ஆடியின் பின்புறம் நீட்டினால் அவை I என்ற புள்ளியில் சந்திக்கும். புள்ளி 'I' யானது பொருள் 'O' வின் பிம்பம் என அழைக்கப்படும். ஆடிக்கும் பிம்பத்திற்கும் இடைப்பட்ட தொலைவு பிம்பத்தின் தொலைவு 'V' எனப்படும்.

#### உருப்பெருக்கம்:

$$\text{உருப்பெருக்கம் } M = \frac{\text{பிம்பத்தின் உயரம்}}{\text{பொருளின் உயரம்}} = \frac{I}{O} = \frac{\text{பிம்பத்தின் தொலைவு (V)}}{\text{பொருளின் தொலைவு (u)}}$$

- \* சமதள ஆடியில் குறுக்கு உருப்பெருக்கம் எப்போதும் 1.
- \* சமதள ஆடியில் தோண்றும் பிம்பம் எப்போதும் நேரான மாய பிம்பம் ஆகும். மற்றும் பிம்பத்தின் அளவு பொருளின் அளவுக்குச்சமமானது.

#### இரண்டு சமதள ஆடிகளால் உருவாகும் பிம்பங்கள் :

ஒன்றுக்கொன்று θ கோணம் சாய்வாக உள்ள இரு சமதள ஆடிகளுக்கு இடையே வைக்கப்பட்ட பொருள்

$$n = \frac{360^{\circ}}{n} - 1 \quad \text{பிம்பங்களை ஏற்படுத்தும்.}$$

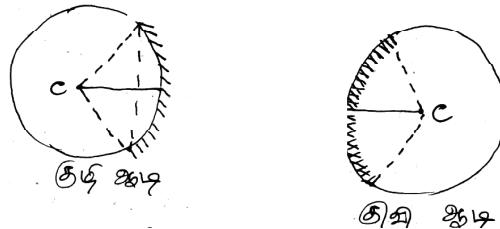
- \* இரு சமதள ஆடிகளுக்கிடையேயுள்ள கோணம்  $90^{\circ}$  எனில் உருவாகும் பிம்பங்களின் எண்ணிக்கை  $n = \frac{360^{\circ}}{90^{\circ}} - 1 = 4 - 1 = 3$
- \* இரு சமதள ஆடிகள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக இருந்தால் அதாவது  $\theta = 0^{\circ}$  எனில் எண்ணற்ற பிம்பங்கள் உருவாகும்.

#### கோளக ஆடிகள் :

ஒரு கோளத்தின் ஒரு பகுதியாக இருக்கின்ற ஆடிகள் கோளக ஆடிகள் எனப்படும். இவை இரண்டு வகைப்படும். அவை i) குழி ஆடி ii) குவி ஆடி குழிந்த பரப்பில் எதிரொளிப்பு நடைபெற்றால் அதுகுழி ஆடி எனப்படும்.

- \* குழி ஆடிகள் பொதுவாக முகச்சவரம் & ஓப்பனை செய்துகொள்ள பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவ்வகை ஆடியில் பொருள் மிக அருகில் வைக்கப்பட்டு பெரிய பிம்பம் ஏற்படுத்தப்படுகிறது.
- \* குவிந்த பரப்பில் எதிரொளிப்பு நடைபெற்றால் அது குவி ஆடி எனப்படும்.

- \* குவி ஆடிகள் பொதுவாக வாகனங்களில் ஓட்டுநூக்கு அருகீல் பின்னால் வரும் வாகனங்களைப் பார்ப்பதற்காகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவைகளில் உருவாகும் பிம்பாங்கள் அளவில் சிறியதாகவும், தொலைவிலும் இருக்கும்.



#### வளைவு மையம் (C):

கோளக ஆடி, எந்தக்கோளத்தின் ஒரு பகுதியாக அமைகிறதோ அந்த கோளத்தின் மையம் கோளக ஆடியின் வளைவு மையம் எனப்படும். குழி ஆடிகளில் வளைவு மையம் எதிராளிக்கும் பரப்புக்கு முன்புறமாகவும், குவி ஆடிகளில் வளைவு மையம் (C) எதிராளிக்கும் பரப்புக்கு பின்புறமாகவும் அமையும்.

#### ஆடி மையம் (P) :

கோளக ஆடியின் வழியில் மையம், ஆடிமையம் எனப்படும்.

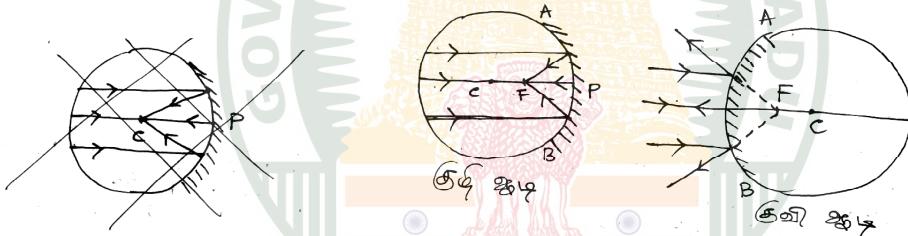
#### வளைவு ஆரம் (R) :

கோளக ஆடி எந்தக்கோளத்தின் ஒரு பகுதியாக அமைகிறதோ அந்தக்கோளத்தின் ஆரம் வளைவு ஆரம் (R) எனப்படும். இது ஆடி மையத்திற்கும் வளைவு மையத்திற்கும் இடையே உள்ள தொலைவுக்குச்சமம்.

#### முதன்மை அச்சு :

ஆடி மையம் மற்றும் வளைவு மையத்தை இணைக்கும் நேர்க்கோடு ஆடியின் முதன்மை ஆச்சு எனப்படும்.

#### முதன்மைக்குவியம் (F):

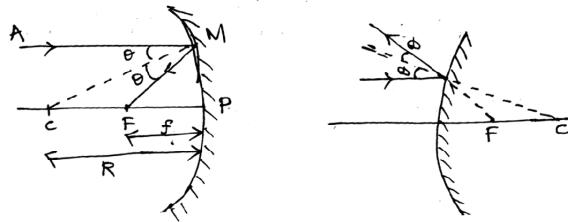


- \* முதன்மை அச்சுக்கு இணையாக வரும் ஒளிக்கற்றை குழி ஆடியில் பட்டு எதிராளிக்கப்பட்டபின் முதன்மை அச்சின்மீது எந்தப்புள்ளியில் குவிகிறதோ அப்புள்ளி முதன்மைக்குவியம் (F) எனப்படும். குழி ஆடி இணைக்கற்றை குவிப்பதால் அது குவிக்கும் ஆடி என அழைக்கப்படுகிறது.
- \* முதன்மை அச்சுக்கு இணையாக வரும் ஒளிக்கற்றை குவி ஆடியில் பட்டு எதிராளிக்கப்பட்ட பின் முதன்மை அச்சின் மீது ஆடியின் பின்புறம் எந்தப்புள்ளியில் இருந்து விரிந்து செல்வது போல் தோன்றுகிறதோ அப்புள்ளி முதன்மைக்குவியம் எனப்படும். இவ்வாறு குவி ஆடி மாய முதன்மைக்குவியத்தைப் பெற்று விரிக்கும் ஆடி என அழைக்கப்படும்.

#### குவியத்தூரம் (f) :

ஆடி மையத்திற்கும் முதன்மைக்குவியத்திற்கும் இடையே உள்ள தொலைவு குவியத்தூரம் (f) எனப்படும். சமதள ஆடியின் குவியத்தொலைவும் (f) வளைவு ஆரமும் (R) வரையறுக்க இயலா ( $\propto$ ) மதிப்பைப்பெற்றது.

குவியத்தூரத்திற்கும் வளைவு ஆரத்திற்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பு:



படத்தில் காட்டியுள்ளபடி ஒரு குழியாடியைக் கருதுவோம். C வளைவு மையம் F முக்கிய குவியம் P ஆடி மையம் ஆகும்.

வளைவு ஆரம்  $PC = R$

குவியத்தூரம்  $PF = f$

முதன்மை அச்சுக்கு இணையான ஒளிக்கதீர் குழியாடியில் பட்டு முக்கிய குவியம் F வழியாகத்திரும்பும். கோளப்பரப்பு வளைவு ஆரத்திற்கு சௌங்குத்து ஆகும். எனவே CM என்பது M வழிச்செல்லும் சௌங்குத்துக்கோடாகும்.

எதிரொளித்தல் 2 ஆம் விதிப்படி  $|AMC| = |CMF| = \theta$

$$|AMC| = |MCF| \text{ (இது ஒன்று விட்ட கோணங்கள்)}$$

$$\therefore CMF = |MCF|$$

$$\therefore \Delta |CMF| ஓர் இருசமபக்க முக்கோணம்.$$

$$\text{எனவே } CF = FM \quad (1)$$

'M' ஆனது 'P' க்கு மிக அருகில் இருப்பதால்

(1) & (2) இலிருந்து  $CF = FP$

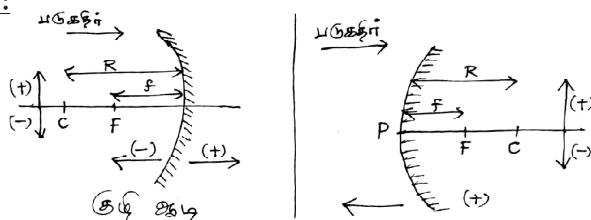
$$\therefore CP = 2FP$$

$$FP = \frac{CP}{2}$$

$$f = \frac{R}{2}$$

எனவே குவியத்தூரம் ஏற்குறைய வளைவு ஆரத்தில் பாதியாகும். இதைப்போலவே குவி ஆடிக்கும் தருவிக்க முடியும்.

**கார்டைசியன் குறியீட்டு மரபு :**



- அனைத்துத் தொலைவுகளும் ஆடி மையத்திலிருந்து அளக்கப்படுகின்றன.

- 2) படுக்தீரின் தீசையில் அளக்கப்படும் தொலைவுகள் நேர்க்குறியாகவும், படுக்தீரின் தீசைக்கு எதிர்த்திசையில் அளக்கப்படும் தொலைவுகள் எதிர்க்குறியாகவும் கருதப்படுகின்றன.
- 3) முதன்மை அச்சுக்கு சொங்குத்தாக மேல்நோக்கி அளக்கப்படும் உயரங்கள் நேர்க்குறியாகவும், முதன்மை அச்சுக்கு சொங்குத்தாக கீழ்நோக்கி அளக்கப்படும் உயரங்கள் எதிர்க்குறியாகவும் கருதப்படுகின்றன.
- 3) பொருளின் அளவு எப்பொழுதும் நேர்க்குறியாகக் கருதப்படுகிறது. ஆனால் நேரான பிம்பம் நேர்க்குறியாகவும் தலைகீழான பிம்பம் எதிர்க்குறியாகவும் கொள்ளப்படுகிறது.
- 5) உருப்பெருக்கம் நேரான பிம்பத்திற்கு நேர்க்குறியாகவும் தலைகீவான பிம்பத்திற்கு எதிர்க்குறியாகவும் கொள்ளப்படுகிறது.

#### கதிர் படங்கள் வரையும் முறை :

வரைபட முறையில் பிம்பத்தின் நிலையை அறிய கீழ்க்குறிப்பிடப்பட்டுள்ள ஏதேனும் இரண்டு மரபுகளைக் கையாள வேண்டும்.

- i) முதன்மை அச்சுக்கு இணையாகச் செல்லும் ஒளிக்கதீர் ஆழியில் எதிராளிக்கப்பட்ட பின் முதன்மைக்குவியம் வழியாகச் செல்லும்.
- ii) முதன்மைக்குவியம் வழியாகச் செல்லும் ஒளிக்கதீர் கோளக ஆழியினால் எதிராளிக்கப்பட்ட பின் முதன்மை அச்சுக்கு இணையாகச் செல்லும்.
- iii) ஆழியின் வளைவு மையம் வழியாகச் செல்லும் ஒளிக்கதீர் எதிராளிக்கப்பட்ட பின்பு அதே பாதையில் தீரும்பிச்செல்லும்.
- iv) ஆழி மையத்தில் முதன்மை அச்சுக்கு என்ற படுகோணத்தில் விழும் ஒளிக்கதீர், முதன்மை அச்சுடன் அதே அளவு கோணம் ஏற்படுமாறு எதிராளிக்கப்படும்.

#### உருப்பெருக்கம்:

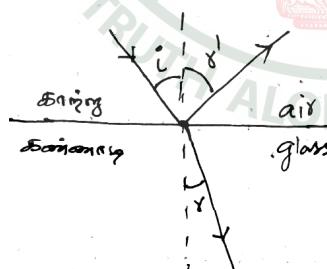
பிம்பத்தின் அளவிற்கு பொருளின் அளவிற்கும் இடையேயுள்ள தகவு என குறுக்கு உருப்பெருக்கத்தை வரையறைக்கலாம்.

$$\text{உருப்பெருக்கம்} = \frac{\text{பிம்பத்தின் அளவு}}{\text{பொருளின் அளவு}}$$

ஆழிச்சமன்பாட்டைக் கொண்டு, குழி குவி ஆழிகள் இரண்டிற்குமான உருப்பெருக்க சமன்பாடு

$$m = \frac{n_2}{n_1} = \frac{-v}{u} = \frac{f-v}{f} = \frac{f}{f-u}$$

#### இளிவிலகல் :



ஓர் ஒளிக்கற்றை ஓர் ஊடகத்திலிருந்து மற்றொரு ஊடகத்திற்குச் செல்லும்போது ஒரு பகுதி அதே ஊடகத்திற்கு தீருப்பி அனுப்பப்பட்டு எதிராளித்தலும், மற்றொரு பகுதி 2 வது ஊடகத்திற்குள் சென்று ஒளி விலகலும் ஏற்படுகின்றது. படுகோணம் =  $i$

$$\text{எதிராளிப்புக்கோணம்} = r^1$$

$$\text{விலகு கோணம்} = r$$

### ஒளி விலகல் விதி : (ஸ்ரெநல் விதி)

- 1) படுகதிர், விலகுகதிர், படுபுள்ளியில் வரையப்படும் செங்குத்துக்கோடு ஆகிய மூன்றும் ஒரே தளத்தில் அமையும்.
- 2) படு கோணத்தின் சென் மதிப்பிற்கும் விலகு கோணத்தின் சென் மதிப்பிற்கும் இடையேயுள்ள தகவு ஒரு மாறிலியாகும். இந்த மாறிலி ஒளிவிலகல் எண் (பு) என்று அழைக்கப்படுகிறது.  

$$a \text{ என்ற ஊடகத்தைப் பொறுத்து } b \text{ என்ற ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண் } {}^a\mu_b = \frac{\sin i}{\sin r} \quad (1)$$
 ஒளிவிலகல் எண் இரண்டு ஊடகங்களின் அலைநீளாங்களைப் பொறுத்து அமையும்.  
 ஒளிவிலகல் எண்ணை வேறொரு சமன்பாட்டின் மூலம் வரையறுக்கலாம்.

$$\text{ஊடகத்தைப் பொறுத்து ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண் } {}^a\mu_b = \frac{\text{வெற்றித்தில் ஒளியின் தீசைவேகம்}}{\text{காற்றில் ஒளியின் தீசைவேகம்}}$$

### ஒளியின் எதிர் விளைவுக் கொள்கை :

ஒளியானது a ஊடகத்திலிருந்து b ஊடகத்திற்குச் செல்லும்போது ஊடகத்தைப் பொறுத்து ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்  ${}^a\mu_b = \frac{\sin r}{\sin i}$       (2)

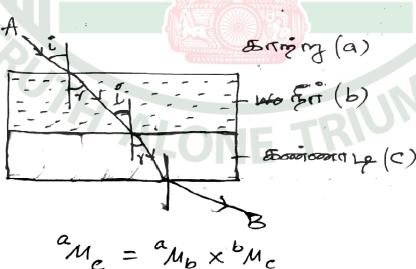
$${}^a\mu_b \times {}^b\mu_a = \frac{\sin i}{\sin r} \times \frac{\sin r}{\sin i} = 1$$

$$\text{அல்லது } {}^a\mu_b = \frac{1}{b \mu_a}$$

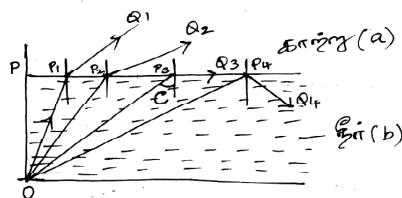
அதாவது a ஊடகத்தைப் பொறுத்து b ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்ணானது b ஊடகத்தைப் பொறுத்து a ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்ணின் தலைகீழிக்குச் சமம்.

### கூட்டு தளங்களில் ஒளி விலகல் :

ஒன்றையான்று தொட்டுக்கொண்டும் ஒன்றுக்கொன்று இணையாகவும் அமைந்த b & c என்ற கிரு ஊடகங்கள் a என்ற ஊடகத்தில் இருப்பதாகக் கொள்வோம். படுகதிரானது a என்ற ஊடகத்திலிருந்து b ஊடகத்தினுள் செல்லும்போது ஒரு ஒளிவிலகல் ஏற்பட்டு மீண்டும் c ஊடகத்தினுள் செல்லும்போது அடுத்த ஒளிவிலகலுக்குப்பட்டு மீண்டும் c ஊடகத்திலிருந்து வெளியேறி a ஊடகத்தினுள் நுழையும்போது அடுத்த ஒளிவிலகலும் ஏற்பட்டு வெளியேறுகிறது.



### முழு அக எதிரொளிப்பு :



### மாறுநிலைக்கோணம் :

எந்தப் படுகோணத்திற்கு விலகு கோணம்  $90^{\circ}$  யாக உள்ளதோ அந்தப்படுகோணம் மாறுநிலைக்கோணம்(C) எனப்படும்.

ஒளியானது அடர்மிகு ஊடகத்திலிருந்து அடர் குறை ஊடகத்திற்குச் செல்லும்போது படுகோணத்தின் மதிப்பு மாறு நிலைக்கோணத்தை விட அதிகமாக இருந்தால் ஒளியானது விலகல் அடைந்து அடர்குறை ஊடகத்திற்குச் செல்லாமல் அடர்மிகு ஊடகத்திலேயே தீருப்பபடும் நிகழ்வு முழு அக எதிராளிப்பு எனப்படும்.

ஒளிவிலகல் எண்ணிற்கும் மாறுநிலைக்கோணத்திற்கும் கிடைப்பட்ட தொடர்பு :

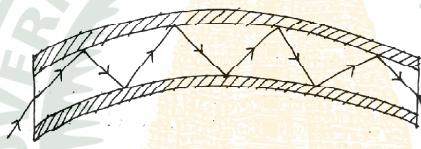
$${}^a \mu_b = \frac{1}{\sin C} \text{ (or)} \quad \text{Sin } C = \frac{1}{{}^a \mu_b} = {}^b \mu_a \text{ (or)} \quad C = \text{Sin}^{-1}({}^b \mu_a)$$

### குறிப்பு :

- i) முழு அக எதிராளிப்பின்போது ஒளியில் எந்தவித இழப்பும் ஏற்படாது.
- ii) ஒரு சோடி ஊடகங்களுக்கிடையே முழு அக எதிராளிப்பு ஏற்படும்போது ஒளிவிலகல் எண் அலைநீளத்தைப் பொறுத்து அமைவதால் வேறுபட்ட வண்ணங்களுக்கு வேறுபட்ட மாறு நிலைக்கோணங்கள் உண்டாகும்.

முழு அக எதிராளிப்பின் பயன்பாடுகள் :

\* ஒளி கிழமைப்பு (Optical Fibre)



ஒளி கிழமைப்பில், முழு அக எதிராளிப்பு அழிப்படைத்தத்துவமாகும். ஒளி கிழமை என்பது மைக்ரோ மீட்டர் ( $10^{-6}$ m) அளவில் ஆரம்பதைய மிக மெல்லிய கண்மாடு அல்லது குவார்ட்சுப் பொருளாலான நூண் குழாயாகும். கிழமைக்குழாயின் உட்பகுதிப்பொருளின் ஒளிவிலகல் எண்ணை விட அதிகம். குழாயின் ஒரு முனையில் சிறிய கோணத்தில் படும் ஒளிக்கத்திர், உட்புறம் வழியாக மீண்டும் மீண்டும் பற்பல முழு அக எதிராளிப்புகளுக்கு உட்பட்டு இருந்தியில் மறுமுனை வழியாக வெளிவரும். பற்பகுதியைச் சார்ந்து உட்பகுதிப் பொருளின் மாறுநிலைக் கோணத்தைவிட படுகோணம் அதிகமாக இருக்கும். ஒளி கிழமைக்குழாயை வளைத்தாலும் அல்லது மறுக்கினாலும் கூட ஒளியானது எளிதில் குழாயின் வழியே கடந்து செல்லும்.

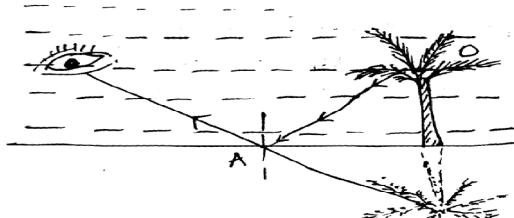
ஒளி கிழமையின் பயன்கள் :

- \* செய்தித் தொடர்பில் மின் சைகைகள் ஒளி சைகைகளாக மாற்றப்பட்டு அனுப்புவதிலும், ஏற்பதிலும் பயன்படுகிறது.
- \* தரைவழித்தொலைபேசியிலும், மற்ற கம்பி வழிச்சேவையிலும் பயன்படுகிறது. ஓர் ஒளி கிழமை 2000 செய்திகளை அதன் செரிவு குறையாமல் கொண்டு செல்லும் திறன் பெற்றது.
- \* மருத்துவத்துறையில் உள்நோக்கிகளைப் (Endoscopy) பயன்படுத்தி சோதித்தறிய பயன்படுகிறது.
- \* 2D படங்களை உருவாக்குவதிலும் பயன்படுகிறது.

கானல் நீர் :

இது கோடை காலங்களில் பாலைவனங்களிலும் சாலைகளிலும் ஏற்படக்கூடிய ஒரு வித மாயத்தோற்றமாகும். பூமிக்கு மிக அருகில் இருக்கும் வாயுப்பரப்பில் வெப்பநிலை மிக அதிகமாக இருக்கும். உயரம் அதிகரிக்கும்போது

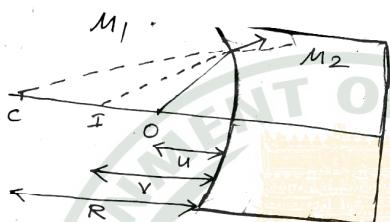
வாயு அடுக்கின் வெப்பநிலை படிப்படியாக்கக்குறையும். எனவே உயர் அடுக்கு வாயுவின் அடர்த்தியும் ஒளிவிலகல் எண்ணும் அதிகமாக இருக்கும். எனவே படத்தில் இருப்பதுபோல் 'O' புள்ளியிலிருந்து செல்லும் ஒளிக்கதீர் தொடர்ந்து முழு அக எதிராளிப்புக்கு உட்பட்டு சாலையில் தலைகீழான பிம்பம் உருவாகும்.



#### வைரம் :

காற்றைச் சார்ந்து வைரத்தின் ஒளிவிலகல் எண் 2.47 மற்றும் மாறுநிலைக்கோணம்  $23^{\circ}$  தகுந்த அளவிற்கு வைரத்தை (பட்டை தீட்டுவதால்) எந்தவாறு பக்கத்தின் வழியேயும்  $23^{\circ}$  கு அதிகமான கோணத்தில் ஒளிக்கதீர் செல்லும்போது பற்பல முழு அக எதிராளிப்பு அடைந்து வைரம் மினுமினுக்கிறது.

#### கோளகப்பரப்புகளில் ஒளி விலகல் :



- பொருள் அடர் குறை ஊடகத்தில் வைக்கப்பட்டு படுகதீர் அடர் குறை ஊடகத்திலிருந்து அடர்மிகு ஊடகத்திற்குச் செல்வதாகக் கொள்வோம். எனவே விலகுகதீர் அடர்மிகு ஊடகத்தில் அமையும். முதல் ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்  $\mu$  எனவும் இரண்டாவது ஊடகத்தின்  $\mu$  ஒளிவிலகல் எண்  $R$  எனவும் வளைவு ஆறும் எனவும் கொண்டால்

$$\frac{\mu_1}{u} + \frac{\mu_2}{v} = \frac{\mu_2 - \mu_1}{R}$$

- பொருள் அடர்மிகு ஊடகத்தில் வைக்கப்பட்டு படுகதீர் அடர்மிகு ஊடகத்திலிருந்து அடர் குறை ஊடகத்திற்குச் செல்லும் போது விலகு கதீர் அடர்க்குறை ஊடகத்தில் அமையும் கிங்கு

$$\frac{\mu_2}{u} + \frac{\mu_1}{v} = \frac{\mu_1 - \mu_2}{R}$$

#### லென்சு :

லென்சு என்பது ஒளி ஊட்டுவும் பொருளாலான இரு கோளகப்பரப்புகளாலோ அல்லது ஒரு கோளகப் பரப்பு மற்றும் ஒரு சமதளப்பரப்பாலோ கூழப்பட்ட ஒளிவிலகலை ஏற்படுத்தக்கூடிய பொருளாகும். லென்சு இருவகைப்படும். அவை

- மையப்பகுதியில் தடித்தும் விளிம்புகளில் மெல்லியதாகவும் அமைந்த குவிக்கும் தன்மையுள்ள குவிலென்சு.
- மையப்பகுதியில் மெல்லியதாகவும் விளிம்புகளில் தடித்தும் அமைந்த விரிக்கும் தன்மையுள்ள குழிலென்சு.

#### கார்டைசியன் குறியீட்டு மரபு :

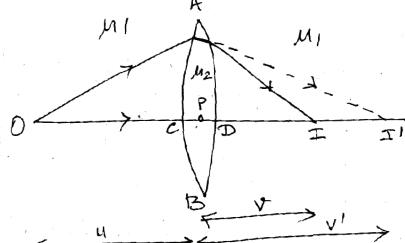
கோளக ஆழகளில் பின்பற்றப்பட்ட குறியீட்டு மரபுகள் கோளகப்பரப்பில் ஒளிவிலகலுக்கும் பொருத்துகின்றன. அவை மட்டுமின்றி மேலும் இரு குறியீட்டு மரபுகள் உள்ளன.

- குவிக்கும் லென்சின் தீறன் நேர்க்குறி எனவும் விரிக்கும் லென்சின் தீறன் எதிர்க்குறி எனவும் குறிப்பிடப்படும்.

- ii) ஊடகத்தின் ஒளிவிலகல் என்ற எப்பொழுதுமே நேர்க்குறியாகும். இரண்டு விலகல்கள் ஏற்படும்போது அவற்றின் ஒளிவிலகல் எண்களின் வேறுபாடும் நேர்க்குறியாகும்.

### எண்கச உருவாக்குபவரின் சமன்பாடு :

$\mu_2$  என்ற ஒளிவிலகல் எண் உடைய ஊடகத்தால் ஆக்கப்பட்ட மெல்லிய லெண்ஸ் ஒன்று  $\mu_1$  என்ற ஒளிவிலகல் எண் உடைய ஊடகத்தினுள் வைக்கப்பட்டிருப்பதாகக் கருதுவோம்.  $R_1$  மற்றும்  $R_2$  என்பன முறையே ACB மற்றும் ADB என்ற இரு கோளகப்பரப்புகளின் வகையை ஆரங்கள் மற்றும் P என்பது ஒளி மையமாக இருக்கட்டும்.



முதன்மை அச்சின் மீதுள்ள பொருளை புள்ளி O -வாகக் கருதுக. OP என்ற கதிர் கோளகப்பரப்பிற்கு நேர்க்குத்தாகப் படுவதால், விலகல் ஏதுமின்றி லெண்ஸ் வழியாகச்செல்கிறது. P க்கு அருகில் உள்ள A யில் OA என்ற ஒளிக்கதிர்படுகிறது. ACB என்ற பரப்பில் விலகலைடைந்த பிறகு I' ல் பிம்பம் உருவாகிறது. ஆனால் எவ்வாறு நிகழ்வதற்கு முன்பே, ADB என்ற பரப்பினால் ஒளிக்கதிர் மறுபடியும் விலகலைடையச்செய்யப்படுகிறது. எனவே இறுதியாக பிம்பம் I ல் உருவாகிறது.

$$\text{கோளகப்பரப்பில் ஒளிவிலகலுக்கான பொதுவான சமன்பாடு} \quad \frac{\mu_2}{v} - \frac{\mu_1}{u} = \frac{\mu_2 - \mu_1}{R} \quad (1)$$

$$\text{ACB என்ற விலக்கு பரப்பிற்கு சமன்பாடு (1) கிடைவிருந்து} \quad \frac{\mu_2}{v'} - \frac{\mu_1}{u} = \frac{\mu_2 - \mu_1}{R_1} \quad (2)$$

ACB என்ற விலக்கு பரப்பிற்கு I' என்ற பிம்பம் மாயப்பொருளாகச் செயல்படுகிறது. இறுதியாக I ல் பிம்பம் உருவாகிறது. ஒளிவிலகல்  $\mu$  எண் உடைய ஊடகத்திலிருந்து  $\mu_1$  உடைய ஊடகத்திற்கு ஒளி செல்லும்போது ரெண்டாவது ஒளிவிலகல் ஏற்படுகிறது. ADB என்ற விலக்கு பரப்பிற்கு சமன்பாடு (1) குறியீட்டு மரபுகளுடன் எழுதப்பட

$$\frac{\mu_1}{V} - \frac{\mu_2}{V'} = \left( \frac{\mu_2 - \mu_1}{-R_2} \right)$$

$$(2) + (3) : \frac{\mu_1}{V} - \frac{\mu_1}{u} = (\mu_2 - \mu_1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\mu_1 \text{ ஒல் வகுக்க. } \frac{1}{V} - \frac{1}{u} = \left( \frac{\mu_2}{\mu_1} - 1 \right) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (4)$$

பொருள் முழுவில்லாத் தொலைவில் இருப்பின், பிம்பம் லெண்சின் குவியத்தில் உருவாகும்.  $u = \infty$  எனில்  $v = f$  ஆகும்.

$$\frac{1}{f} = \left( \frac{\mu_2}{\mu_1} - 1 \right) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (5)$$

ஒளிவிலகல் எண் உடைய லெண்சினை காற்றில் வைக்கும்போது  $\mu_2 = \mu$  மற்றும்  $\mu_1 = 1$

$$\therefore \frac{1}{f} = (\mu - 1) \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (6)$$

இது லெண்ஸ் உருவாக்குபவர் சமன்பாடு எனப்படும். இச்சமன்பாடு குழிலெண்சிற்கும் பொருத்தமானதாகும்.

(4) மற்றும் (5) -னை ஒப்பிட

$$\frac{1}{V} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

என்ற வெள்சு சமன்பாடு பெறப்படுகிறது.

உருப்பெருக்கம் :

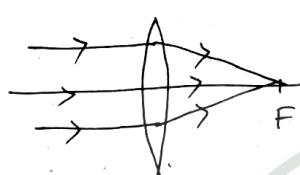
பிம்பத்தின் அளவிற்கும் பொருளின் அளவிற்கும் இடையேயுள்ள தகவு உருப்பெருக்கம் என வரையறுக்கப்படும்.

'O' என்பது பொருளின் அளவு எனவும் 'I' என்பது பிம்பத்தின் அளவு எனவும் கொண்டால்

$$\text{உருப்பெருக்கம் (m)} = \frac{I}{O}$$

குவிலென்சில் பிம்பம் உருவாதல் :

i) பொருள் வெகுதொலையில் இருந்தால் :



வெள்சு சமன்பாடு

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

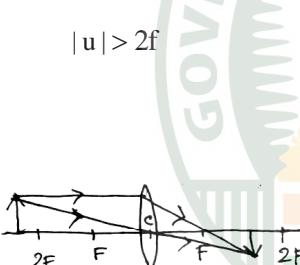
$$\frac{1}{v} - \frac{1}{\infty} = \frac{1}{f}; \quad \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$$

$$v = f$$

பிம்பம் F இது

மெய்யிம்பம், தலைகீழ், புள்ளி அளவு

ii) பொருள்  $2F$  க்கு அப்பால் இருந்தால் :



$$|u| > 2f$$

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{f} + \frac{1}{u}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{u+f}{uf}$$

$$v = \frac{uf}{u+f}$$

பிம்பம் f க்கும்  $2f$  க்கும் இடையில் இது தலைகீழ், மெய்யிம்பம், பொருளை விடச்சிறியது

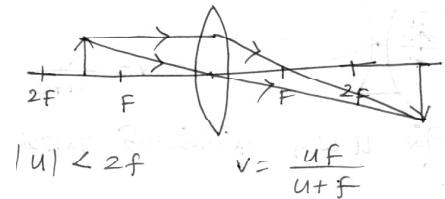
iii) பொருள்  $2F$  லில் இருந்தால்

$$v = \frac{uF}{u+F}; \quad u = -2F \text{ எனில்}$$

பிம்பம்  $2f$  லில்

தலைகீழ் மெய்யிம்பம் பொருளுக்குச் சமமானது.

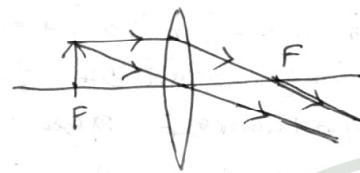
iv)  $F$  க்கும்  $2F$  க்கும் இடையில் பொருள் இருந்தால் :



பிம்பம்  $2F$  க்கு அப்பால் இது

தலைகீழான, பொருளை விடப்பெரிய மெய்பிம்பம்

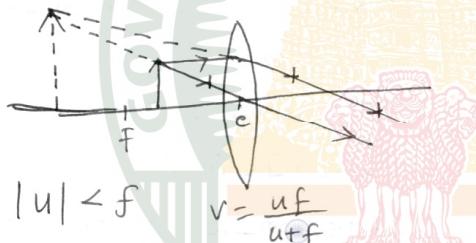
v)  $F$  இல் பொருள் இருந்தால்



$$u = -f \quad V = \frac{uF}{u+F}$$

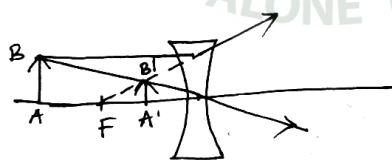
பிம்பம் வெகு தொலைவில் தலைகீழான, மிகப்பெரிய மெய்பிம்பம்

vi)  $F$ க்கும் க்கும் இடையில் பொருள் இருந்தால் :



பொருள் இருக்கும் அதே தீசையில்  $F$  க்கு அப்பால் நேரான, பெரிய மாய பிம்பம்.

குழிலென்சில் பிம்பம் உருவாதல் :



குழி லென்சில்  $p$  &  $f$  எதிர்க்கு எனவே  $V$  யும் எதிர்க்குறி.

பொருள் ஏற்றநிலையில் வைக்கப்பட்டாலும் பிம்பம் பொருள் இருக்கும் அதே தீசையில் நேரான சீறிய மாய பிம்பம் உருவாகும்.

### லென்சீன் தீர்ண் :

லென்சீன் தீர்ண் என்பது, அதன் மீது படும் ஒளியை குவிக்கும் அல்லது விரிக்கும் தன்மையை அளவிடும் ஒரு அளவுகோலாகும். அதை குவியதூரம் கொண்ட குவிலென்ஸ் குறைந்த குவிக்கும் தீர்ணையும் குறைந்த குவியதூரம் கொண்ட குவிலென்ஸ் அதை குவிக்கும் தீர்ணையும் கொண்டது. எனவே குவிக்கும் லென்சான குவிலென்சீன் தீர்ண் ஞேர்க்குறியிலும் விரிக்கும் லென்சான குழிலென்சீன் தீர்ண் எதிர்க்குறியிலும் குறிப்பிடப்படும்.

லென்சீன் தீர்ண் என்பது குவியதீாலைவின் தலைகீழி என வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$P = \frac{1}{f} \quad \text{தீர்ணின் அலகு டயாப்டர் (D)}$$

- \*  $f_1, f_2$  குவியதூரமுடைய இரண்டு லென்சுகள் ஒன்றையொன்று தொட்டுக்காண்டிருந்தால், அந்தக்கூட்டமைப்பின் தொகுபயன் தீர்ண்

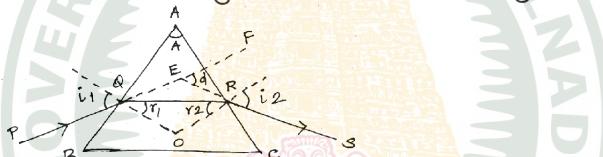
$$P = P_1, P_2 \text{ அல்லது } \frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

- \*  $f_1, f_2$  குவிய தூரமுடைய இரண்டு லென்சுகள் தொலைவில் பிரிக்கப்பட்டு ஒரே அச்சில் அமைந்தால் தொகுபயன் குவியதீாலைவு

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} - \frac{d}{f_1 f_2} \quad \therefore P = P_1 + P_2 - d P_1 P_2$$

### முப்பட்டகம் :

முப்பட்டகம் என்பது மூன்று சமதளப் பக்கங்களாலான ஓளி ஊடூருவும் ஊடகமாகும். மூன்று பக்கங்களில் ஒரு பக்கம் தேய்க்கப்பட்டிருக்கும். பளபளப்பாக்கப்பட்ட மற்ற இரு பக்கங்கள் விலக்கு முகங்கள் எனப்படும். இரு விலக்கு முகங்களுக்கும் இடைப்பட்ட கோணம் முப்பட்டகக் கோணம் எனப்படும்.



காற்றில் வைக்கப்பட்டுள்ள ABC என்ற முக்கோண வழவு முப்பட்டகத்தின் குறுக்கு வெட்டுத்தோற்றும் படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. முப்பட்டகத்தின் விலக்கும் கோணம் A எனக்கருது. PQ என்ற படுகேதிர் AB என்ற விலக்கு முகத்தில் பட்டு QR வழியாக விலகலைடந்து RS வழியே விகேதிராக வெளியேறுகிறது. இரு விலக்கு முகங்களில் படுகோணமும் விலகு கோணமும் முறையே i<sub>1</sub>, r<sub>1</sub>, r<sub>2</sub> மற்றும் i<sub>2</sub> ஆகும். படுகேதிர் PQ விற்கும் விகேதிர் RS றகும் இடைப்பட்ட கோணம் (R) தீசை மாற்றக்கோணம் எனப்படும்.

$$\Delta QER \text{ வெளிக்கோணம் } |FER| = |EQR| + |ERQ|$$

$$d = (i_1 - r_1) + (i_2 - r_2)$$

$$d = (i_1 - r_2) + (i_1 - r_1) - (1)$$

AQOR என்ற நாற்கரத்தில், Q மற்றும் R ல் உள்ள கோணங்கள் சொங்கோணங்களாகும்.

$$|Q| + |R| = 180$$

$$A + |QOR| = 180^{\circ} - (2)$$

$\Delta QOR$  ல் இருந்து

$$r_1 + r_2 + |QOR| = 180^{\circ} - (3)$$

$$2 \& 3 \text{ இலிருந்து } r_1 + r_2 = A - (4)$$

$$(1) \& (4) \text{ இலிருந்து } d = i_1 + i_2 - A$$

$$A + d = i_1 + i_2 \quad \text{தீசைமாற்றக் கோணமானது முப்பட்டகக்கோணம், ஊடகத்தின் தன்மை படுகோணம் ஆகியவற்றைச் சார்ந்தது.}$$

### சிறுமத்தீசமாற்றக்கோணம் : (D) or (δ)

படுகோணம் i யை மெல்ல மெல்ல அதிகரிக்க, தீசமாற்றக்கோணம் d குறைந்து சிறும மதிப்பு D யை அடைந்து பிறகு அதிகரிக்கும். D என்பது சிறுமத்தீசமாற்றக் கோணமாகும். தீசமாற்றம் சிறுமமாக இருக்கும்போது ஒரு படுகோணம் மட்டுமே இருக்கும்.

சிறுமத் தீசமாற்ற நிலையில்

$$i_1 = i_2 = i \text{ மற்றும் } r_1 = r_2 = r \text{ சமன்பாடு (4) இலிருந்து } 2r = A \text{ அல்லது } r = \frac{A}{2} \text{ சமன்பாடு (5) இலிருந்து}$$

$$2i = A + D \text{ அல்லது } i = \frac{A + D}{2} \text{ ஓளி விலகல் என்று } \mu = \frac{\sin i}{\sin r}$$

$$\mu = \frac{\sin(A + D)}{\sin(A/2)}$$

### ஒளியின் நிறப்பிரிகை :

வெள்ளூளியானது பல நிறங்களாகப் பிரிக்கப்படும் நிகழ்ச்சி நிறப்பிரிகை எனப்படும். ஒளியின் நிறங்களின் தொகுதி நிறமாலை எனப்படும். நிறமாலையின் கண்ணுறுபு பகுதியில், ஊதா முதல் சிவப்பு வரை உள்ள நிறமாலை வரிகளைக்காணலாம். VIBGYOR என்ற சொல் நிறங்களின் வரிசையைக் குறிக்கிறது. ஊதா (V), கருநீலம் (I), நீலம் (B), பச்சை (G), மஞ்சள் (Y), ஆரஞ்சு (O) மற்றும் சிவப்பு (R).

### கோண நிறப்பிரிகை :

என்பது சிறுகோண முப்பட்டகத்தின் விலக்கு கோணம் மற்றும் என்பது தீசமாற்றக்கோணம் எனில் முப்பட்டகச்சமன்பாடு

$$\mu = \frac{\sin \frac{(A + \delta)}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$$

சிறுகோணங்கள் மற்றும் விற்கு

$$\sin \frac{A + \delta}{2} = \frac{A + \delta}{2} \text{ மற்றும் } \sin \frac{A}{2} = \frac{A}{2}$$

$$\therefore \mu = \frac{\frac{(A + \delta)}{2}}{\left(\frac{A}{2}\right)} \text{ அல்லது } \mu A = A + \delta$$

$$\delta = (\mu - 1) A - (1)$$

$\delta_v$  மற்றும்  $\delta_r$  என்பன ஊதா மற்றும் சிவப்புக்கதீர்களின் தீசமாற்றக்கோணங்கள் என்றும்  $\mu_v$  மற்றும்  $\mu_r$  என்பன ஊதா மற்றும் சிவப்புக் கதீர்களுக்குரிய முப்பட்டகங்களின் ஒளிவிலகல் எண்கள் என்றும் கருதினால்

$$\text{ஊதா ஒளிக்கு } \delta_v = (\mu_v - 1) A - (2)$$

$$\text{சிவப்பு ஒளிக்கு } \delta_r = (\mu_r - 1) A - (3)$$

(2) & (3) இலிருந்து

$$\delta_v - \delta_r = (\mu_v - \mu_r) A - (4)$$

நிறமாலையின் இருபுறத்திலும் உள்ள இறுதி நிறங்களின் தீசமாற்றக்கோணங்களுக்கிடையேயான வேறுபாடு ( $\delta_v - \delta_r$ ) கோண நிறப்பிரிகை எனப்படும்.

### நிறப்பிரிதீரன் :

$\delta_y$  மற்றும்  $\mu_y$  என்பன மஞ்சள் கதீரின் (சுராசரி அலைநீளம்) தீசெமாற்றம் மற்றும் ஓளிவிலகல் எண் எனில் மஞ்சள் ஓளிக்கு  $\delta_y = (\mu_y - 1) A$

$$(4) : \frac{\delta_v - \delta_r}{\delta_y} = \frac{(\mu_y - \mu_r) A}{(\mu_y - 1) A}$$

$$\frac{\delta_v - \delta_r}{\delta_y} = \frac{\mu_v - \mu_r}{\mu_y - 1}$$

(வ) என்ற குறியீட்டால் குறிக்கப்பெறும்  $\frac{\delta_v - \delta_r}{\delta_y}$  என்பது முப்பட்டகப் பொருளின் நிறப்பிரிதீரன் ஆகும்.

$$\omega = \frac{\delta_y - \delta_r}{\delta_y - 1}$$

எவையேனும் இரு அலைநீளங்களின் கோண நிறப்பிரிகைக்கும் சுராசரி அலைநீளத்தின் தீசெமாற்றக்கோணத்திற்கும் இடையேயான தகவு நிறப்பிரிதீரன் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

### ஒளிச்சிதறல் :

புவி மண்டலத்தினுள்ள வாயு மூலக்கூறுகளால் சூரிய ஓளி சிதறலடையும் நிகழ்வு ராலே ஒளிச்சிதறல் ஆகும். வலிச்சிதறல் அளவானது அதன் அலைநீளத்தின் நான்கு மடி மதிப்புக்கு எதிர் விகிதத்தில் உள்ளது. எனவே குறைந்த அலை நீளங்கள், நீண்ட அலை நீளங்களைவிட அதிகமாக சிதறல் அடைகின்றன.

### ஒளிச்சிதறலுக்கான உதாரணம் :

- 1) வானம் நீல நிறமாக இருத்தல்.
- 2) சூரியன் உதயம் மற்றும் மறைவில் சிவப்பு நிறத்தோற்றம்.
- 3) அபாய விளக்குகள் சிவப்பு நிறமாக இருத்தல்.
- 4) வெள்ளை நிற மேகங்கள்.

### வானவில் :

வளிமண்டலத்தினுள்ள நீர்த்துளிகளில் சூரிய ஓளி நிறப்பிரிகை அடைவதால் ஏற்படும் கண்கவர் நிகழ்ச்சி.

### முதன்மை வானவில் :

சூரியனிடமிருந்து வரும் ஓளி, ஒரு முழு அக எதிரொளிப்பிற்கு இரண்டு விலகல்களுக்கும் உட்பட்டு சிறுமத்திசை மாற்றம் அடைவதால் உருவாகிறது.

### துணை வானவில் :

சூரியனிடமிருந்து வரும் ஓளி இரு முழு அக எதிரொளிப்புகளுக்கும், இரு விலகல்களுக்கும் உட்பட்டு சிறுமத்திசை மாற்றம் அடைவதால் உருவாகிறது.

முதன்மை வானவில்லை விட துணை வானவில்லாதால் பொலிவு குறைந்தும் குறுகியும் இருக்கும்.

### கண் குறைபாடுகள் :

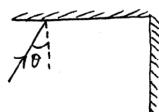
#### 1) கிட்டப்பார்வை :

மையோபியா என்பது கிட்டப்பார்வை. அருகிலுள்ள பொருள்களைத் தெளிவாகப் பார்க்கமுடிந்து தொலைவிலுள்ள பொருள்களை தெளிவாகப் பார்க்க முடியாத தன்மை. தகுந்த குவியதூரம் கொண்ட குழிலென்சைப் பயன்படுத்தி இதை சரி செய்யலாம்.

#### 2) தூரப்பார்வை :

தேவூபர் மட்ரோபியா என்பது தூரப்பார்வை. தொலைவில் உள்ள பொருள்களைத் தெளிவாகப் பார்க்க முடிந்து அருகிலுள்ள பொருள்களை தெளிவாகப்பார்க்க முடியாத தன்மை. தகுந்த குவியதூரம் கொண்ட குழிலென்சைப் பயன்படுத்தி இதை சரி செய்யலாம்.

## பயிற்சி வினாக்கள்

1. 'f' குவியதூரம் கொண்ட குவி ஆடியின் முன்புறம் ஆடி மையத்திலிருந்து 'f' தொலைவில் பொருள் வைக்கப்பட்டால் பிம்பம் எவ்வளவு தொலைவில் உருவாகும்?
- (அ) f/2    (ஆ) வெகு தொலைவில்      (இ) f    (ஈ) 2f
2. இரண்டு சமதள ஆடிகள் ஒன்றுக்கொன்று எவ்வளவு கோணத்தில் வைக்கப்பட்டால், படுகோணம் எதுவாக இருந்தாலும் படுக்கிறும். இரண்டு ஆடிகளிலும் எதிரொளிப்பு நடைபெற்று இறுதியாக கிடைக்கின்ற எதிரொளிப்புக் கதிரும் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக இருக்கும்?
- (அ)  $90^\circ$     (ஆ)  $120^\circ$     (இ)  $135^\circ$     (ஈ)  $175^\circ$
3. ஒரு குவியாடியின் முன்புறம் அந்த ஆடியின் குவிய தூரத்திற்குச் சமமான தொலைவில் பொருள் வைக்கப்பட்டால் அதனால் கிடைக்கும் உருப்பெருக்கம்.
- (அ) 0    (ஆ)  $\infty$     (இ)  $\frac{1}{2}$     (ஈ) 2
4. 180 செ.மீ உயரம் கொண்ட ஒரு மனிதனின் தலை உச்சியிலிருந்து அவனது கண்கள் 10 செ.மீ. தொலைவில் இருப்பதாகக் கொள்வோம். அவன், 1 மீ தொலைவில் உள்ள சமதள ஆடியைப் பயன்படுத்தி அவனது முழு உருவத்தையும் பார்க்க வேண்டுமெனில் கண்ணாடியின் உயரம் குறைந்த பட்சம் எவ்வளவு இருக்க வேண்டும்?
- (அ) 180 செ.மீ    (ஆ) 90 செ.மீ    (இ) 85 செ.மீ    (ஈ) 170 செ.மீ
5. ஒரு குழியாடியில் பொருளுக்கும் பிம்பத்திற்கும் இடைப்பட்ட குறைந்த பட்ச தொலைவு எவ்வளவு?
- (அ) f    (ஆ) 2f    (இ) 4f    (ஈ) 0
6. ஒரு மெய்ப்பொருளுக்கு குவி ஆடி உருவாக்கும் பிம்பத்தின் தன்மை
- (அ) தலைகீழ் மெய்பிம்பம்    (ஆ) தலைகீழ் மாய பிம்பம்  
 (இ) நேரான மாய பிம்பம்    (ஈ) உருப்பெருக்கப்பட்ட மெய்பிம்பம்
7. ஒரு கோபுரத்தின் அடிப்பாகத்திலிருந்து 60 மீ தொலைவில் தரையில் கிடைமட்டமாக வைக்கப்பட்ட சமதள ஆடியில் கோபுரத்தின் உச்சி  $90^\circ$  எதிரொளிக்கப்பட்டு பார்வையாளரை அடைந்தால் கோபுரத்தின் உயரம் எவ்வளவு?
- (அ) 30மீ    (ஆ) 60மீ    (இ) 90மீ    (ஈ) 120 மீ
8. இரண்டு சமதள ஆடிகள் படத்தில் காட்டியுள்ளபடி ஒன்றுக்கொன்று சொங்குத்தாக வைக்கப்பட்டுள்ளதாகக் கொள்வோம். கிடைமட்டமாக வைக்கப்பட்ட ஆடியில் விழுகின்ற படுக்கிளின் படுகோணம் ட எனக். ட வின் எந்த மதிப்பிற்கு சொங்குத்தாக வைக்கப்பட்ட ஆடியிலிருந்து வெளிவருகின்ற எதிரொளிப்புக்கதீர் படுக்கிறுக்கு இணையாக அமையும்?
- 
- (அ)  $60^\circ$     (ஆ)  $30^\circ$   
 (இ)  $45^\circ$     (ஈ) இவை அனைத்தும்
9. 20 செ.மீ குவியதூரம் கொண்ட குவி ஆடி பொருத்தப்பட்ட முதல் வாகனத்தின் பின்னால் 4 மீ தொலைவில் 2.1 மீ அங்குலமும் 1.05 மீ உயரமும் கொண்ட இரண்டாவது வாகனம் வரும்போது முதல் வாகனத்தின் ஆடியின் தெரியும் இரண்டாவது வாகனத்தின் பிம்பத்தின் அளவு என்ன?
- (அ) அகலம் = 8 செ.மீ, உயரம் = 4 செ.மீ    (ஆ) அகலம் = 10 செ.மீ, உயரம் = 5 செ.மீ  
 (இ) அகலம் = 12 செ.மீ, உயரம் = 6 செ.மீ    (ஈ) அகலம் = 14 செ.மீ, உயரம் = 7 செ.மீ

10. மேற்கண்ட வினாவில் இரண்டாவது வாகனம் முதல் வாகனத்தை  $21 \text{ ms}^{-1}$  வேகத்தில் முந்திச்செல்லும்போது பிம்பத்தின் வேகம் எவ்வளவு இருக்கும்?

அ)  $21 \text{ ms}^{-1}$

ஆ)  $\frac{1}{21} \text{ ms}^{-1}$

இ)  $10.5 \text{ ms}^{-1}$

ஈ)  $\frac{1}{10.5} \text{ ms}^{-1}$

11. ஒளி அலைகள் காற்று மற்றும் கண்ணாடி ஊடகத்திற்கு உட்பட்ட பகுதியில் எதிராளிப்புக்கு உட்படும்போது எதிராளிக்கப்பட்ட அலை பெறுகின்ற கட்ட மாற்றம்

அ) சமூ

ஆ)  $\pi/2$

இ)  $\pi$

ஈ)  $2\pi$

12. ஒளி ஓர் ஊடகத்திலிருந்து மற்றொரு ஊடகத்திற்குச் செல்லும்போது கீழ்க்கண்டவற்றுள் எது மாறாமல் இருக்கும்?

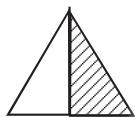
அ) வேகம்

ஆ) வீச்சு

இ) அலைநீளம்

ஈ) அதீர்வெண்

13. ஒரு முப்பட்கம், ஒரு குறிப்பிட்ட படுக்கிறுக்கு பெறுகின்ற சிறுமத்திசைசமாற்றக்கோணம்  $34^\circ$  படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் நிழலிடப்பட்ட முப்பட்கத்தின் பாதிப்பகுதி இல்லை எனில் அதே படுக்கிற பெறுகின்ற சிறுமத்திசைசமாற்றக்கோணம் எவ்வளவு?



அ)  $0^\circ$

ஆ)  $65^\circ$

இ)  $17^\circ$

ஈ)  $34^\circ$

14.  $20 \text{ ச.மீ}$  குவியதூரம் கொண்ட இருபுறக்குவிலென்சு ( $\mu = \frac{3}{2}$ ) முழுவதும் நீரில் ( $\mu = \frac{4}{3}$ ) மூழ்கி இருக்கும்போது அதன் குவியதூரம் எவ்வளவு?

அ)  $20 \text{ ச.மீ}$

ஆ)  $80 \text{ ச.மீ}$

இ)  $40 \text{ ச.மீ}$

ஈ)  $10 \text{ ச.மீ}$

15. குழியாழியின் குவியதூரம்

அ) சிவப்பு வண்ணத்துக்கு பெருமம்

இ) மஞ்சள் வண்ணத்துக்கு பெருமம்

ஆ) ஊதா வண்ணத்துக்கு பெருமம்

ஈ) அனைத்து வண்ணாங்களுக்கும் சமம்

16. A என்ற குவிலென்சின் குவியதூரம்  $20 \text{ ச.மீ}$  B என்ற குழிலென்சின் குவியதூரம்  $5 \text{ ச.மீ}$  இவை இரண்டும் 'P' தொலைவில் ஒரே அச்சில் அமையுமாறு வைக்கப்படுகிறது. இணையான ஒளிக்காற்றை முதலில் A லென்சில் பட்டு பிறகு B லென்சிலிருந்து இணைக்கற்றையாக வெளிவந்தால் இரு லென்சுகளுக்கும் இடைப்பட்ட தொலைவு எவ்வளவு?

அ)  $15 \text{ ச.மீ}$

ஆ)  $20 \text{ ச.மீ}$

இ)  $5 \text{ ச.மீ}$

ஈ)  $25 \text{ ச.மீ}$

17. கானல் நீர் உருவாக்க காரணமான நிகழ்வு

அ) முழு அக எதிராளிப்பு

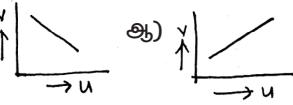
ஆ) ஒளி விலகல்

இ) எதிராளிப்பு

ஈ) ஒளிச்சிதறன்

18. குழியாழியின் குவியதூலைவு காணும் சோதனையிலிருந்து P மற்றும் Vக்கு இடையே வரையப்பட்ட வரைபடம் எவ்வாறு அமையும்?

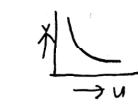
அ)



ஆ)



இ)



ஈ)



19. ஒரு லென்சு, ஒளிமூலத்திற்கும் திரைக்கும் இடையில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. அதன் இரு வெவ்வேறு நீலைகளில் அது உருவாக்கும் பிம்பங்களின் பரப்பு  $A_1$ , &  $A_2$  எனில் ஒளி மூலத்தின் பரப்பு எவ்வளவு?

அ)  $\frac{A_1 - A_2}{2}$

ஆ)  $\frac{1}{A_1} + \frac{1}{A_2}$

இ)  $\sqrt{A_1 A_2}$

ஈ)  $\frac{A_1 A_2}{2}$

20. ஒளிவிலகல் எண் 1.5 கொண்ட ஒரு தளக்குவிலென்சின் வளைவு ஆறம் 10 செ.மீ சமதளப்பரப்பு வெள்ளிப்பூச்சு செய்யப்பட்டபின் லென்சின் குவியதாரம் எவ்வளவு?

அ) 10 செ.மீ

ஆ) 20 செ.மீ

இ) 15 செ.மீ

ஈ) 25 செ.மீ

21. ஒரு சுவற்றின் மீது ஒரு பல்பு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. குவிலென்சினைப் பயன்படுத்தி பல்பின் பிம்பம் முதல் சுவற்றுக்கு இணையாக உள்ள இரண்டாவது சுவற்றின் மீது விழு வேண்டும். லென்சானது இரண்டாவது சுவற்றிலிருந்து  $\frac{1}{2}$  தொலைவில் உள்ளது எனில் எவ்வளவு குவியதாரம் கொண்ட லென்சு பயன்படுத்தப்பட வேண்டும்.

அ)  $\frac{d}{4}$  மட்டும்

ஆ)  $\frac{d}{2}$  மட்டும்

இ)  $\frac{d}{4}$  ஜ விட அதீகமாகவும்  $\frac{d}{2}$  ஜ விட குறைவாகவும்

ஈ)  $\frac{d}{4}$  ஜ விட குறைவாக

22. ஒரு கண்ணாடி கெவுகப்பட்டகம் ஒளிவிலகல் எண்  $\frac{3}{2}$  நீரில் (ஒளிவிலகல் எண்  $\frac{4}{3}$ ) வைக்கப்படும்போது முழு அக எதிராளிப்புக்கான மாறு நிலைக்கோணம் எவ்வளவு?

அ) கண்ணாடியிலிருந்து நீருக்குச்செல்லும் ஒளிக்கதீருக்கு  $\text{Sin}^{-1}\left(\frac{8}{9}\right)$

ஆ) நீரிலிருந்து கண்ணாடிக்குச்செல்லும் ஒளிக்கதீருக்கு  $\text{Sin}^{-1}\left(\frac{8}{9}\right)$

இ) நீரிலிருந்து கண்ணாடிக்குச்செல்லும் ஒளிக்கதீருக்கு  $\text{Sin}^{-1}\left(\frac{2}{3}\right)$

ஈ) கண்ணாடியிலிருந்து காற்றுக்குச் செல்லும் ஒளிக்கதீருக்கு  $\text{Sin}^{-1}\left(\frac{8}{9}\right)$

23. ஒரு முப்பட்டகத்தின் விலக்கு கோணம் A மற்றும் ஒளிவிலகல் எண்  $\text{Cot}\frac{A}{2}$  எனில், முப்பட்டகத்தின் சிறுமத்திசை மாற்றக்கோணம்

அ)  $(180^\circ - 3A)$       ஆ)  $(180^\circ + 2A)$       இ)  $(90^\circ - A)$       ஈ)  $(180^\circ - 2A)$

24. ஒரு முப்பட்டகத்தின் கோணம்  $5^\circ$  சிவப்பு மற்றும் ஊதா நிறங்களுக்கான ஒளிவிலகல் எண்கள் முறையே 1.5 மற்றும் 1.6. முப்பட்டகத்தின் கோண நிறப்பிரிகை

அ)  $7.75^\circ$

ஆ)  $0.5^\circ$

இ)  $5.8^\circ$

ஈ)  $0.17^\circ$

25. படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் ஒளிவிலகல் எண் 3 கொண்ட ஒரு சமபக்க முப்பட்டகத்தில் ஒரு முகத்தீர்கு சொங்குத்தாக ஒளிக்கதீர் விழும்போது முப்பட்டகத்தினுள் செல்லும் ஒளிக்கதீரின் பாலையின் நீளம் எவ்வளவு?



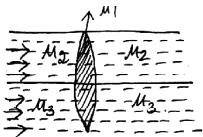
அ)  $\frac{\sqrt{3}L}{2}$

ஆ)  $\sqrt{3}L$

இ)  $\frac{3L}{2}$

ஈ) L

26.  $\mu_1$  ஒளிவிலகல் எண் கொண்ட இருபுறக்குவிலென்சு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளதுபோல்  $\mu_2$ ,  $\mu_3$  ஒளி விலகல் எண்கள் கொண்ட நீர்மாங்களுக்கிடையே வைக்கப்பட்டுள்ளது.  $\mu_2 > \mu_1 > \mu_3$  எனில், இடப்புறமிருந்து செல்லும் இணையான ஒளிக்கற்றையை குவிலென்சு என்ன செய்யும்?



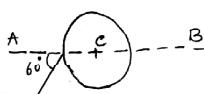
அ) ஒரு குவிக்கப்பட்ட கற்றை

ஆ) இரண்டு குவிக்கப்பட்ட கற்றைகள்

இ) இரண்டு விரிக்கப்பட்ட கற்றைகள்

ஈ) ஒரு குவிக்கப்பட்ட கற்றை & ஒரு விரிக்கப்பட்ட கற்றை

27. ஒரு ஒளிபுகும் கோளத்தின் மீது படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளதுபோல் ஒளிக்கதீர் விழும்து. கோளத்தை விட்டு வெளிவரும் ஒளிக்கதீர் என்ற கோட்டிற்கு இணையாக அமைந்தால் கோளத்தின் ஒளிவிலகல் எண்



அ)  $\frac{3}{2}$

ஆ)  $\sqrt{2}$

இ)  $\frac{1}{2}$

ஈ)  $\sqrt{3}$

28. ஒரு மெல்லிய வெண்சிலிருந்து பொருள் 16 செ.மீ தொலைவில் உள்ளபோது கிடைக்கும் பிம்பம் மெய்பிம்பம். அதே வெண்சிலிருந்து பொருள் 6 செ.மீ தொலைவில் இருந்தால் கிடைக்கும் பிம்பம் மாய பிம்பம். இரண்டு பிம்பங்களின் அளவும் சமமாக இருந்தால் வெண்சின் குவியதூரம்

அ) 21 செ.மீ

ஆ) 11 செ.மீ

இ) 15 செ.மீ

ஈ) 17 செ.மீ

29. ஒரே அமைப்படையை சம அளவுள்ள குவியதூரம் கொண்ட இரண்டு வெண்சுகள் ( $\mu = \frac{3}{2}$ ) ஒன்றையொன்று தொடுமாறு வைக்கப்பட்டுள்ளது. இவற்றிற்கு இடையேயுள்ள இடைவெளி நீரால் ( $\mu = \frac{4}{3}$ ) நிரப்பப்பட்டுள்ளது எனில் இந்தக் கூட்டமைப்பின் குவியதூரம்

அ)  $F/2$

ஆ)  $f$

இ)  $3f/4$

ஈ)  $4f/3$

30. கண்ணாழியின் மாறுநிலைக்கோணம்  $\theta_1$  நீரின் மாறுநிகைக்கோணம்  $\theta_2$  எனில் நீர் மற்றும் கண்ணாழிக்கு இடைப்பட்ட பரப்பு மாறுநிலைக்கோணம் ( $\mu_g = \frac{3}{2}$ ,  $\mu_w = \frac{4}{3}$ )

அ)  $\theta_1$  மற்றும்  $\theta_2$  க்கு இடையில்    ஆ)  $\theta_2$  ஜ விட அதிகம்    இ)  $\theta_1$  ஜ விடக்குறைவு    ஈ)  $\theta_2$  ஜ விடக்குறைவு

31. ஒரு மெல்லிய குவிலெண்சின் குவியதூரம் 30 செ.மீ வெண்சிலிருந்து 10 செ.மீ தொலைவில் ஒளிவிலகல் எண்  $\frac{3}{2}$  கொண்ட ஒளிவிலகலை ஏற்படுத்தும் ஒரு சமதளப்பரப்பு இருந்தால் வெண்சில் விழும் இணைக்கற்றை எங்கு குவியும்?

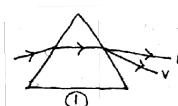
அ) வெண்சிலிருந்து 25 செ.மீ தொலைவில்

ஆ) வெண்சிலிருந்து 27.5 செ.மீ தொலைவில்

இ) வெண்சிலிருந்து 40 செ.மீ தொலைவில்

ஈ) வெண்சிலிருந்து 45 செ.மீ தொலைவில்

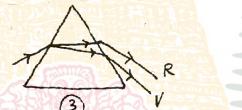
32. கீழே வரையப்பட்டுள்ளவற்றில் எந்தப்படம் முப்பட்கத்தில் நடைபெறும் ஒளிவிலகல் மற்றும் நிறப்பிரிகையை சரியாகக் குறிப்பிடுகிறது?



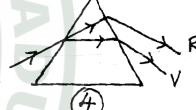
அ) 1



ஆ) 2

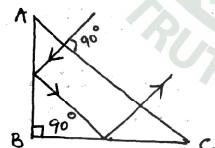


இ) 3



ஈ) 4

33. ABC என்ற முப்பட்கத்தில் ( $AB = BC$ ) பத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது போல் ஒளிக்கதீர் சென்றால் முப்பட்கப் பொருளின் குறைந்த பட்ச ஒளிவிலகல் எண்



அ)  $\frac{4}{3}$

ஆ)  $\sqrt{2}$

இ) 1.5

ஈ)  $\sqrt{3}$

34. இரண்டு இணையான ஒளிவிலகல் எண்  $\mu_1 = \frac{4}{3}$  உடைய ஊடகத்தின் வழியாகச் செல்வதாகக் கொள்வோம். அதில் ஓர் ஒளிக்கதீர் t தழுமனும் ஒளிவிலகல் எண்  $\mu_2 = \frac{3}{2}$  உடைய ஒரு கண்ணாழி பாலத்தின் வழியாகச் சென்றால் இரண்டு கதீர்களுக்கும் இடையிலான பாதை வேறுபாடு

அ)  $4t/3$

ஆ)  $3t/2$

இ)  $t/8$

ஈ)  $t/6$

35. ஓர் ஒளிக்கதீர்  $60^\circ$  விலக்கு கோணம் கொண்ட ஒரு முப்பட்கத்தின் வழியாகச் செல்லும்போது தீசெமாற்றக்கோணம் குறைந்த பட்சம்  $30^\circ$  யாக இருக்க வேண்டுமெனில் முப்பட்கப்பொருளின் ஒளி விலகல் எண்

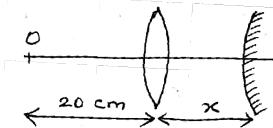
அ)  $\leq \sqrt{2}$

ஆ)  $\geq \sqrt{2}$

இ)  $\geq \sqrt{3}$

ஈ)  $\leq \sqrt{3}$

36. ஒரு புள்ளி வடிவ பொருள் 10 செ.மீ குவியதாரம் கொண்ட ஒரு குவிலென்சிலிருந்து 20 செ.மீ தொலைவில் படத்தில் காட்டியுள்ளதுபோல் இருப்பதாகக்கொள்வோம். 60 செ.மீ குவியதாரம் கொண்ட குவி ஆகியெலென்சிலிருந்து X தொலைவில் உள்ளது. X இன் மதிப்பு எவ்வளவு இருந்தால் இறுதி பிம்பம் பொருளாக ஒன்றாகப் பொருந்தி அமையும்.



- அ) 10 செ.மீ      ஆ) 40 செ.மீ  
இ) 20 செ.மீ      ஈ) இறுதி பிம்பம் பொருளாக ஒன்றாகப் பொருந்தி அமையாது

37. தெளிவான பார்வைக்குரிய குறைந்தபடச தொலைவு 25 செ.மீ 5செ.மீ குவியதாரம் கொண்ட குவிலென்செளிய நூண்ணோக்கியாகச் செயல்படும்போது சாதாரண மற்றும் தெளிவான பார்வைகளின் உருப்பெருக்கும் தீரன் எவ்வளவு?

- அ) 25 மற்றும் 5      ஆ) 10 மற்றும் 5      இ) 25 மற்றும் 10      ஈ) 5 மற்றும் 6

38. ஒரு முப்பட்டகத்தின் விலக்கு கோணம் மற்றும் ஒளிவிலகல் எண்  $\cot \frac{A}{2}$  எனில், சிறுமத்திசை மாற்றக்கோணம்

- அ)  $90^\circ - A$       ஆ)  $180^\circ + 2A$       இ)  $180^\circ - 3A$       ஈ)  $180^\circ - 2A$

39. இரண்டு சமதள ஆழகள் ஒன்றாக்கான்று  $70^\circ$  கோணத்தில் சாய்வாக வைக்கப்பட்டுள்ளன. ஓர் ஆழியின் மீது θ படுகோணத்துடன் விழும் ஒளிக்கதீர் எதிராளிக்கப்பட்டு இரண்டாவது ஆழியின் மீது விழுகிறது. அங்கு எதிராளிக்கப்பட்ட கதிர் முதல் ஆழக்கு இணையாகச்செல்கிறது எனில் θ வின் மதிப்பு

- அ)  $45^\circ$       ஆ)  $30^\circ$       இ)  $55^\circ$       ஈ)  $50^\circ$

40. சூரியனின் உதயம் மற்றும் மறைவின்போது சூரியன் சிவப்பாக தெளிவதற்கு காரணமான நிகழ்வு அ) ஒளிச்சிதறல்      ஆ) ஒளியின் தளவினைவாக்கல்      இ) சூரியனின் நிறம்      ஈ) வானத்தின் நிறம்

41. மாறுநிலைக்கோணம்  $45^\circ$  கொண்ட உடைகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்?

- அ) 0.414      ஆ) 0.301      இ) 0.101      ஈ) 1.414

42.  $f_1$  குவியதாரம் கொண்ட குழியாழியும்,  $f_2$  குவியதாரம் கொண்ட குவிலென்சும் d தொலைவில் பிரித்து வைக்கப்பட்டுள்ளன. தொலைவிலிருந்து வரும் ஒளிக்கற்றை குவிலென்சு - குழியாழி சேர்ந்த அமைப்பில் பட்டு மீண்டும் தொலைவுக்குத் திரும்பினால் d தொலைவின் மதிப்பு

- அ)  $f_1 + f_2$       ஆ)  $-f_1 + f_2$       இ)  $2f_1 + f_2$       ஈ)  $-2f_1 + f_2$

43. ஒரு சமதள ஆழியின் குழியத்தொலைவு

- அ) சமீ      ஆ) வரையறுக்க இயலாதது      இ) நேர்க்குறி மதிப்பு      ஈ) எதிர்க்குறி மதிப்பு

44. கீழ்க்கண்டவற்றுள் எது முழு அக எதிராளிப்புக்கு உட்படாதது?

- அ) ஒளி இழையில் தகவல் தொடர்பு  
ஆ) ஒரு குளத்தின் தோற்ற ஆழமும், உண்மையான ஆழமும் வேறுபடுதல்  
இ) கானல் நீர்      ஈ) வைரம் மினுமினுக்கல்

45. கீழ்க்கண்ட கூற்றுகளில் எவை சரியானவை?

- 1) வெற்றிடத்தை விட நீரில் ஒளி வேகமாகச்செல்லும்.  
2) ஒலியின் வேகம் ஒளியின் வேகத்தை விட குறைவு.  
3) ஒளியின் அலைநீளம் ஒளியின் அலைநீளத்தை விட அதிகம்.  
4) ஒலி ஒரு வினாழியில் 331 மீ செல்லக்கூடியது.  
அ) 1, 2 & 3 சரியானவை      ஆ) 1 & 2 சரியானவை      இ) 2 & 4 சரியானவை      ஈ) 1 & 3 சரியானவை