2 ലെൻസുകൾ

ഇങ്ങനെയുള്ള സംശയങ്ങൾ നിങ്ങൾക്കുമുണ്ടായിട്ടില്ലേ?

ചിത്രം 2.1 നിരീക്ഷിക്കൂ. പ്രായമായവർ അക്ഷരങ്ങൾ വലുതായി കാണാൻ സഹായിക്കുന്ന റീഡിങ് ലെൻസ് ഉപയോഗിക്കുന്നത് ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ടോ?

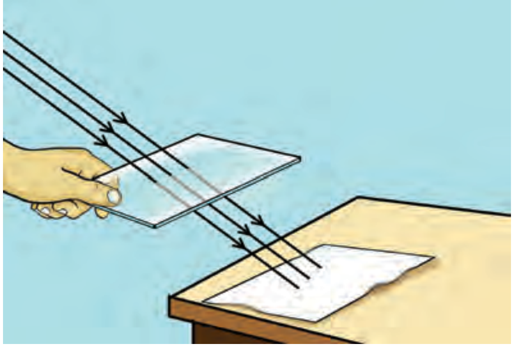
മറ്റെവിടെയെല്ലാമാണ് ലെൻസുകൾ പ്രയോജനപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത്. എഴുതി നോക്കൂ.

- കളിപ്പാട്ടങ്ങൾ
- കണ്ണടകൾ
- ഡോർലെൻസ് (പുറത്തെ ദൃശ്യങ്ങൾ കാണാൻ വാതിലിൽ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്ന ലെൻസ്)
-

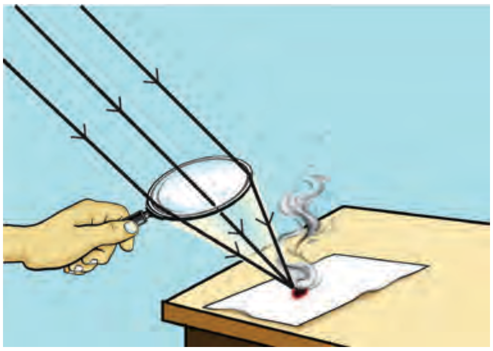
ചിത്രം 2.1

സാധാരണ ഗ്ലാസ് ഷീറ്റിനെ അപേക്ഷിച്ച് ഇത്തരം ലെൻസുകൾക്ക് എന്തു പ്രത്യേകതയാണുള്ളത്? നമുക്ക് പരിശോധിക്കാം.

- സൂര്യപ്രകാശം കനം കുറഞ്ഞ ഒരു ഗ്ലാസ് ഷീറ്റിലൂടെ പേപ്പറിൽ പതിപ്പിക്കുക. എന്ത് നിരീക്ഷിക്കുന്നു?



ചിത്രം 2.2 (a)



ചിത്രം 2.2 (b)

- പേപ്പറും ഗ്ലാസ് ഷീറ്റും തമ്മിലുള്ള അകലം വ്യത്യാസപ്പെടുത്തി നോക്കൂ. എന്താണ് നിരീക്ഷിക്കുന്നത്?

ഗ്ലാസ്ഷീറ്റ് പേപ്പറിനടുത്തായിരുന്നാലും അകലെയായിരുന്നാലും പ്രകാശഖണ്ഡത്തിന്റെ വലുപ്പം മാറുന്നില്ല എന്ന് കണ്ടല്ലോ. ഇതേ പ്രവർത്തനം റീഡിങ് ലെൻസ് ഉപയോഗിച്ച് ചെയ്തു നോക്കൂ.

- എന്ത് നിരീക്ഷിക്കുന്നു?

പേപ്പറിൽ നിന്ന് ഒരു പ്രത്യേക അകലത്തിൽ ലെൻസ് പിടിക്കുമ്പോൾ പ്രകാശഖണ്ഡത്തിന്റെ വലുപ്പം വളരെ കുറയുകയും ആ ഭാഗത്ത് പ്രകാശ തീവ്രത കൂടുകയും ചെയ്യുന്നത് ശ്രദ്ധിക്കൂ. അതേ അകലത്തിൽ ലെൻസ് കൂടുതൽ നേരം പിടിച്ചു നോക്കൂ. കടലാസ് പുകയുന്നതും തീ കത്തുന്നതും കാണാൻ കഴിയുന്നില്ലേ?

ഗ്ലാസ്ഷീറ്റിനില്ലാത്ത എന്ത് പ്രത്യേകതയാണ് ലെൻസിനുള്ളത്?

കോൺവെക്സ് ലെൻസും കോൺകേവ് ലെൻസും

കോൺവെക്സ് ലെൻസ്
ചിത്രം 2.3

മുൻ പ്രവർത്തനത്തിലുപയോഗിച്ച ലെൻസ് നിരീക്ഷിച്ച് അതിന്റെ പ്രത്യേകതകൾ കുറിക്കൂ.

- മധ്യഭാഗം കനം കൂടുതലാണ്.
- വസ്തുക്കളെ വലുതാക്കിക്കാണിക്കുന്നു.
-

നിങ്ങൾ പരിചയപ്പെട്ട ഇത്തരം ലെൻസാണ് കോൺവെക്സ് ലെൻസ് (Convex lens). ഇതിന് പ്രകാശരശ്മികളെ സംവ്രജിപ്പിക്കാൻ കഴിയുമെന്ന് മനസ്സിലാക്കിയല്ലോ.

മറ്റൊരു തരം ലെൻസ് ശ്രദ്ധിക്കൂ (ചിത്രം 2.4). ഇതിന്റെ പ്രത്യേകതകൾ എന്തെല്ലാമാണ്?

- മധ്യഭാഗം കനം കുറവ്.
-

കോൺകേവ് ലെൻസ്

ചിത്രം 2.4

ഇത്തരം ലെൻസുകൾ ഉപയോഗിച്ച് ഒരു കടലാസുകഷണം കത്തിക്കാൻ ശ്രമിച്ചു നോക്കൂ. സാധിക്കുന്നുണ്ടോ?

പ്രകാശരശ്മികളെ സംവ്രജിപ്പിക്കാൻ കഴിയുന്നില്ല എന്ന് മനസ്സിലായല്ലോ.

ഇത്തരം ലെൻസുകളെയാണ് കോൺകേവ് ലെൻസുകൾ (Concave lenses) എന്ന് പറയുന്നത്.

കോൺകേവ് ലെൻസുകളുടെയും കോൺവെക്സ് ലെൻസുകളുടെയും പ്രത്യേകതകൾ പട്ടികപ്പെടുത്തൂ.

കോൺവെക്സ് ലെൻസ്	കോൺകേവ് ലെൻസ്
• മധ്യഭാഗം കനം കൂടിയതാണ്	•
•	• അരിക് കനം കൂടിയതാണ്
•	•

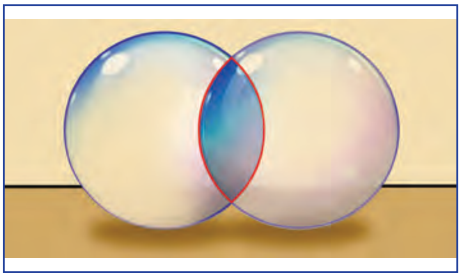
പട്ടിക 2.1

നിങ്ങൾ പരിചയപ്പെട്ട ലെൻസുകളിലൂടെ അക്ഷരങ്ങളെ നിരീക്ഷിച്ചുകൊണ്ട് ലെൻസുകളെ ഒരു വശത്തേക്ക് നീക്കി നോക്കൂ.

നിരീക്ഷണഫലം എന്താണ്?

- കോൺവെക്സ് ലെൻസ് ഉപയോഗിക്കുമ്പോൾ അക്ഷരങ്ങൾ വിപരീത ദിശയിലേക്ക് നീങ്ങുന്നതായി തോന്നുന്നു.
-

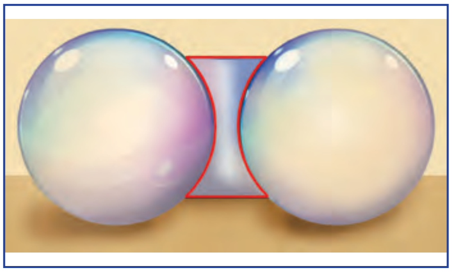
കോൺവെക്സ് ലെൻസുകളെയും കോൺകേവ് ലെൻസുകളെയും തിരിച്ചറിയാനുള്ള ഒരു മാർഗമായി ഈ പ്രവർത്തനം പ്രയോജനപ്പെടുത്താം.



ചിത്രം 2.5 (a)

ചിത്രം 2.5 (a), 2.5 (b) ഇവ നിരീക്ഷിക്കൂ.

ഓരോ ലെൻസിനും രണ്ട് പ്രതലങ്ങൾ ഉണ്ട്. ഇവ രണ്ടിലൂടെയും പ്രകാശം കടന്നു പോകുമ്പോൾ അപവർത്തനം സംഭവിക്കും. അതായത് ഒരു ലെൻസിന് രണ്ട് അപവർത്തനപ്രതലങ്ങൾ ഉണ്ട്.



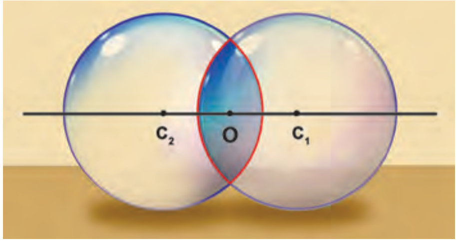
ചിത്രം 2.5 (b)

- ലെൻസിന്റെ അപവർത്തനപ്രതലങ്ങൾ ഏതിന്റെ ഭാഗങ്ങളാണ്?

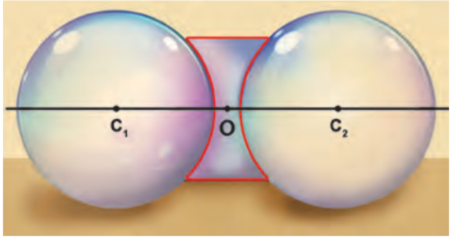
    (ഗോളങ്ങളുടെ/വൃത്തങ്ങളുടെ)

അപവർത്തനപ്രതലങ്ങൾ ഗോളങ്ങളുടെ ഭാഗമായി വരുന്ന സുതാര്യമാധ്യമമാണ് ലെൻസ് (Lens).

ലെൻസുമായി ബന്ധപ്പെട്ട പദങ്ങൾ



ചിത്രം 2.6 (a)



ചിത്രം 2.6 (b)

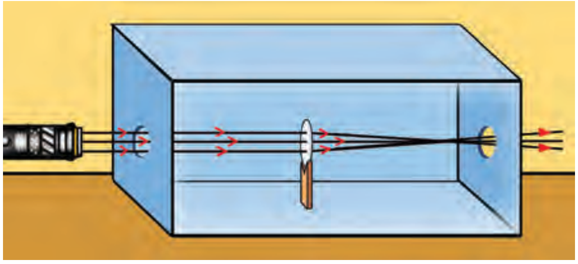
- **പ്രകാശികകേന്ദ്രം (Optic centre)** : ലെൻസിന്റെ മധ്യ ബിന്ദുവാണ് പ്രകാശികകേന്ദ്രം (O).
- **വക്രതാകേന്ദ്രങ്ങൾ (Centres of curvature)** : ലെൻസിന്റെ ഓരോ അപവർത്തനപ്രതലവും ഗോളത്തിന്റെ ഭാഗമാണ്. ഈ ഗോളങ്ങളുടെ കേന്ദ്രങ്ങളാണ് വക്രതാകേന്ദ്രങ്ങൾ.
- **പ്രകാശിക അക്ഷം (Optic axis)** : ലെൻസിന്റെ വക്രതാകേന്ദ്രങ്ങളിലൂടെയും പ്രകാശികകേന്ദ്രത്തിലൂടെയും കടന്നുപോകുന്ന സാങ്കൽപിക രേഖയാണ് പ്രകാശിക അക്ഷം.
- **അപ്പെർച്ചർ (Aperture)** : ലെൻസിലൂടെ പ്രകാശം കടന്നുപോകുന്ന ഭാഗത്തിന്റെ പരപ്പളവാണ് അപ്പെർച്ചർ. ക്യാമറ, മൈക്രോസ്കോപ്പ് തുടങ്ങിയ പ്രകാശിക ഉപകരണങ്ങളിൽ സ്റ്റോപ്പ് ഉപയോഗിച്ച് അപ്പെർച്ചർ വ്യത്യാസപ്പെടുത്താം.

ചിത്രം 2.6 (a), (b) നിരീക്ഷിക്കൂ.

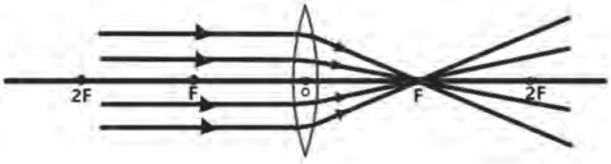
- കോൺവെക്സ് ലെൻസിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന ചിത്രം ഏത്? കോൺകേവ് ലെൻസിനേയോ?
- C_1, C_2 എന്നിവ എന്തിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു?
- പ്രകാശികകേന്ദ്രത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഏത്? (C_1, O, C_2)
- പ്രകാശിക അക്ഷത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഏത്?

- **മുഖ്യഫോക്കസ് (Principal focus)**

ലെൻസുകളുടെ മുഖ്യഫോക്കസുകൾ കണ്ടെത്തുന്നതിനായി ഒരു പ്രവർത്തനം ചെയ്തു നോക്കാം.



ചിത്രം 2.7



ചിത്രം 2.8

സാമഗ്രികൾ : ഏകദേശം 50 cm നീളവും 30 cm വീതിയും 20 cm ഉയരവുമുള്ളതും ഒരു വശം സുതാര്യവുമായ ഒരു പെട്ടി (രണ്ടു വിപരീത വശങ്ങളിലും ചെറിയ ഓരോ സുഷിരം ഇട്ടശേഷം സുഷിരങ്ങളെ സുതാര്യമായ ഷീറ്റുകൊണ്ടടച്ചത്), ലേസർടോർച്ച് (ധാരാളം രശ്മികൾ പുറത്തേക്ക് വരുന്ന തരത്തിലുള്ളത്), ചന്ദനത്തിരി, തീപ്പെട്ടി, കോൺവെക്സ് ലെൻസ്, കോൺകേവ് ലെൻസ്, ലെൻസ് സ്റ്റാന്റ്.

പെട്ടിക്കുള്ളിൽ ലെൻസ് സ്റ്റാൻഡിൽ കോൺവെക്സ് ലെൻസ് ഉറപ്പിച്ച ശേഷം പുക നിറയ്ക്കുക. ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ ലേസർ ടോർച്ചിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശരശ്മികൾ സുഷിരത്തിലൂടെ ലെൻസിൽ പതിപ്പിക്കുക.

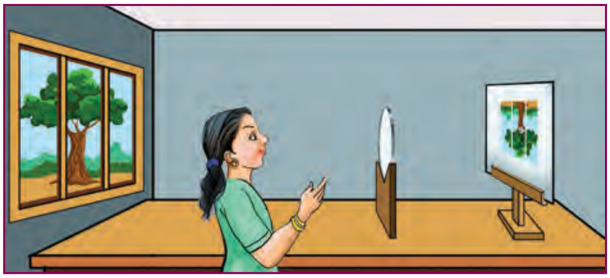
- എന്ത് നിരീക്ഷിക്കുന്നു?
- പ്രകാശപാത ചിത്രീകരിക്കൂ.

കോൺവെക്സ് ലെൻസിന്റെ പ്രകാശിക അക്ഷത്തിനു സമാന്തരമായി വരുന്ന പ്രകാശരശ്മികൾക്ക് ലെൻസിലൂടെ കടന്നുപോകുമ്പോഴുണ്ടായ ദിശാവ്യതിയാനം ശ്രദ്ധിച്ചല്ലോ. (ഒരു വസ്തുവിൽ നിന്ന് പുറപ്പെടുന്നതോ, ഒരു വസ്തു പ്രതിപതിപ്പിക്കുന്നതോ ആയ പ്രകാശരശ്മികൾ എല്ലാം സമാന്തരരശ്മികൾ ആകണമെന്നില്ല. എന്നാൽ സമാന്തരരശ്മികൾ മാത്രമാണ് നാം ഇവിടെ പരിഗണിക്കുന്നത്). അപവർത്തനത്തിനുശേഷം പ്രകാശരശ്മികൾ ലെൻസിന്റെ മറുവശത്ത് ഒരു ബിന്ദുവിലേക്ക് സംവ്രജിക്കുന്നത് കണ്ടില്ലേ? ഈ ബിന്ദുവാണ് കോൺവെക്സ് ലെൻസിന്റെ മുഖ്യഫോക്കസ്.

> കോൺവെക്സ് ലെൻസിന്റെ പ്രകാശിക അക്ഷത്തിനു സമീപത്തുകൂടി സമാന്തരമായി ലെൻസിൽ പതിക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മികൾ അപവർത്തനത്തിനു ശേഷം ലെൻസിന്റെ മറുവശത്ത് പ്രകാശിക അക്ഷത്തിലെ ഒരു ബിന്ദുവിൽ സംവ്രജിക്കുന്നു (Converge). ഈ ബിന്ദുവാണ് കോൺവെക്സ് ലെൻസിന്റെ മുഖ്യ ഫോക്കസ് (F).

എതിർ വശത്തെ സുഷിരത്തിലൂടെ പ്രകാശം കടത്തി വിട്ട് ചിത്രം 2.7 ലെ പരീക്ഷണം ആവർത്തിക്കൂ. ഈ സന്ദർഭത്തിലും പ്രകാശ രശ്മികൾ സംവ്രജിക്കപ്പെടുന്നുണ്ടല്ലോ.

അതിനാൽ ഇത്തരം ലെൻസുകൾക്ക് ഇരുവശത്തുമായി രണ്ട് മുഖ്യ ഫോക്കസുകൾ ഉണ്ടായിരിക്കും. ഈ ഫോക്കസുകൾ പ്രകാശികകേന്ദ്രത്തിൽ നിന്ന് തുല്യ അകലത്തിലായിരിക്കും.

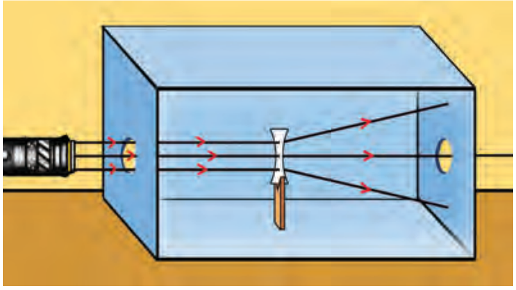


ചിത്രം 2.9

കോൺവെക്സ് ലെൻസിന്റെ പ്രകാശിക അക്ഷത്തിനു സമാന്തരമായി കടന്നു പോകുന്ന പ്രകാശരശ്മികൾ അപവർത്തനത്തിനു ശേഷം മുഖ്യഫോക്കസിലൂടെ കടന്നുപോകുന്നതിനാൽ കോൺവെക്സ് ലെൻസിന്റെ മുഖ്യ ഫോക്കസ് യഥാർഥമായി (Real) പരിഗണിക്കുന്നു.

കോൺവെക്സ് ലെൻസിന്റെ ഏകദേശ ഫോക്കസ്ദൂരം കണ്ടെത്താനുള്ള ഒരു മാർഗമാണ് ഡിസ്റ്റന്റ് ഒബ്ജക്ട് മെതേഡ് (Distant object method). കോൺവെക്സ് ലെൻസുപയോഗിച്ച് അകലെയുള്ള ഒരു മരത്തിന്റെയോ കെട്ടിടത്തിന്റെയോ പ്രതിബിംബം സ്ക്രീനിൽ പതിപ്പിക്കുക. ഒരു സ്കെയിൽ ഉപയോഗിച്ച് ലെൻസും പ്രതിബിംബവും തമ്മിലുള്ള അകലം അളക്കുക. ഈ ദൂരമാണ് ആ ലെൻസിന്റെ ഏകദേശ ഫോക്കസ് ദൂരം.

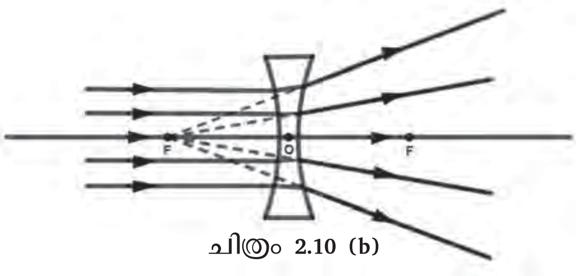
> **ഫോക്കസ് ദൂരം (Focal length)**
>
> ലെൻസിന്റെ പ്രകാശികകേന്ദ്രത്തിൽ നിന്ന് മുഖ്യഫോക്കസിലേക്കുള്ള അകലമാണ് ഫോക്കസ് ദൂരം (f).



ചിത്രം 2.10 (a)

കോൺകേവ് ലെൻസുപയോഗിച്ച് പുകപ്പെട്ടി പരീക്ഷണം ചെയ്തു നോക്കൂ.

പ്രകാശരശ്മിയുടെ പാത ചിത്രീകരിക്കൂ. വരച്ച ചിത്രവുമായി ചിത്രം 2.10 (a) താരതമ്യം ചെയ്യൂ.



ചിത്രം 2.10 (b)

കോൺകേവ് ലെൻസിലൂടെ പ്രകാശിക അക്ഷത്തിനു സമാന്തരമായി കടന്നുപോകുന്ന പ്രകാശരശ്മികളുടെ ദിശാവ്യതിയാനം ശ്രദ്ധിച്ചല്ലോ. ഇവിടെ അപവർത്തനരശ്മികൾ ഒരു ബിന്ദുവിൽ നിന്ന് അകന്നു പോകുന്നതായി തോന്നുകയല്ലേ ചെയ്യുന്നത് [ചിത്രം 2.10 (b)]. ഈ ബിന്ദുവാണ് കോൺകേവ് ലെൻസിന്റെ മുഖ്യഫോക്കസ് (F). കോൺകേവ് ലെൻസ് പ്രകാശരശ്മികളെ വിവ്രജിക്കുന്നു (Diverge).

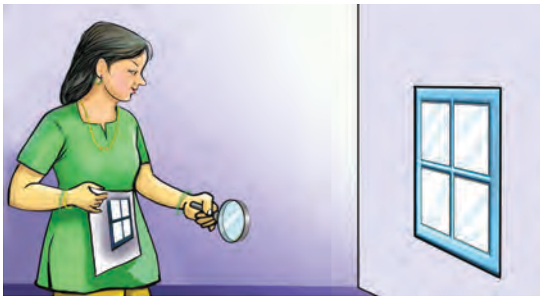
കോൺകേവ് ലെൻസിന്റെ പ്രകാശിക അക്ഷത്തിനു സമീപത്തുകൂടി സമാന്തരമായി ലെൻസിൽ പതിക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മികൾ അപവർത്തനത്തിനു ശേഷം അതേ വശത്ത് പ്രകാശിക അക്ഷത്തിലെ ഒരു ബിന്ദുവിൽ നിന്ന് അകന്ന് പോകുന്നതായി തോന്നുന്നു. ഈ ബിന്ദുവാണ് കോൺകേവ് ലെൻസിന്റെ മുഖ്യഫോക്കസ് (F).

കോൺകേവ് ലെൻസിന്റെ മറുവശത്തുകൂടി പ്രകാശം കടത്തിവിട്ട് പരീക്ഷണം ആവർത്തിക്കുക. കോൺകേവ് ലെൻസിനും രണ്ടു മുഖ്യ ഫോക്കസുകൾ ഉണ്ട് എന്ന് മനസ്സിലായല്ലോ.

- കോൺകേവ് ലെൻസിൽ അപവർത്തന രശ്മികൾ മുഖ്യഫോക്കസിലൂടെ കടന്നു പോകുന്നുണ്ടോ?
- അങ്ങനെയെങ്കിൽ കോൺകേവ് ലെൻസിന്റെ മുഖ്യ ഫോക്കസ് മിഥ്യയായിട്ടാണോ (Virtual) അതോ യഥാർഥമായിട്ടാണോ (Real) പരിഗണിക്കുന്നത്?

ലെൻസുകളുടെ പ്രതിബിംബരൂപീകരണം

ചിത്രം 2.11 ൽ കാണുന്നതുപോലെ കോൺവെക്സ് ലെൻസുപയോഗിച്ച് ജനലിന്റെ പ്രതിബിംബം സ്ക്രീനിൽ പതിപ്പിച്ച് നോക്കൂ.


ചിത്രം 2.11

- കോൺകേവ് ലെൻസ് ഉപയോഗിച്ച് പ്രതിബിംബം രൂപീകരിക്കാൻ ശ്രമിച്ചു നോക്കൂ. സാധിക്കുന്നുണ്ടോ? നിരീക്ഷണഫലങ്ങൾ സയൻസ് ഡയറിയിൽ എഴുതൂ.
- ഏത് ലെൻസ് ഉപയോഗിച്ചപ്പോഴാണ് സ്ക്രീനിൽ പ്രതിബിംബം രൂപീകരിക്കുവാൻ കഴിഞ്ഞത്?

സ്ക്രീനിൽ പതിപ്പിക്കാവുന്ന പ്രതിബിംബങ്ങളാണ് യഥാർഥ പ്രതിബിംബങ്ങൾ (Real images).

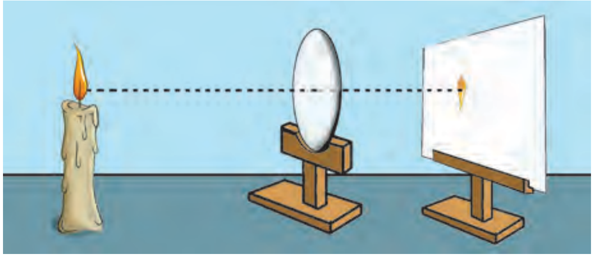
- യഥാർഥ പ്രതിബിംബങ്ങൾക്ക് ഉദാഹരണങ്ങൾ എഴുതുക.

➢ ക്യാമറയിൽ ലഭിക്കുന്നത്. ➢ സിനിമാസ്ക്രീനിൽ രൂപപ്പെടുന്നത്.

➢

കോൺവെക്സ് ലെൻസ് ഉപയോഗിച്ചുള്ള പ്രതിബിംബ രൂപീകരണം

പ്രകാശസ്രോതസ്സ്, ഫോക്കസ് ദൂരം കണ്ടെത്തിയ കോൺവെക്സ് ലെൻസ്, ലെൻസ് സ്റ്റാന്റ്, സ്ക്രീൻ എന്നിവ ചിത്രത്തിലേതുപോലെ ക്രമീകരിക്കുക. ലെൻസിന്റെ ഇരുവശത്തും പരീക്ഷണം ചെയ്യുന്ന പ്രതലത്തിൽ F ഉം 2 F ഉം അളന്ന് അടയാളപ്പെടുത്തുക.



ചിത്രം 2.12

ഇവിടെ വസ്തുവിന്റെ പ്രതിബിംബം നമുക്ക് സ്ക്രീനിൽ ലഭിക്കണം. അതിനാൽ ഈ പരീക്ഷണത്തിൽ പ്രകാശസ്രോതസ്സിനെ വസ്തുവായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.

ആദ്യം വസ്തുവിനെ (പ്രകാശസ്രോതസ്സ്) 2F നും അപ്പുറം വച്ച് സ്ക്രീനിന്റെ സ്ഥാനം ക്രമീകരിച്ച് വ്യക്തമായ പ്രതിബിംബം രൂപീകരിക്കൂ. പ്രതിബിംബത്തിന്റെ പ്രത്യേകതകൾ നിരീക്ഷിച്ച് ചുവടെ നൽകിയ പട്ടികയിൽ രേഖപ്പെടുത്തൂ.

വസ്തുവിനെ വിവിധ സ്ഥാനങ്ങളിൽ വച്ച് പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനവും സവിശേഷതകളും പട്ടികയിൽ രേഖപ്പെടുത്തൂ.

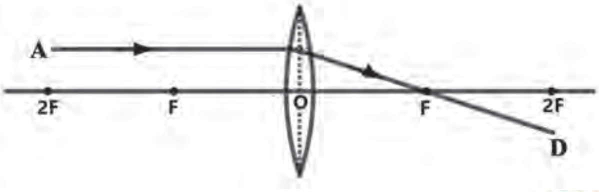
വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനം	പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനം	പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സവിശേഷതകൾ
2F ന് അപ്പുറം	2F നും F നുമിടയിൽ	ചെറുത്, തലകീഴായത്, യഥാർഥം
2F ൽ		
2F നും F നുമിടയിൽ		
F ൽ	അനന്തതയിൽ (വളരെ അകലെ)	വലുത്, തലകീഴായത്, യഥാർഥം
F നും ലെൻസിനുമിടയിൽ		

പട്ടിക 2.2

കോൺവെക്സ് ലെൻസിന്റെ പ്രതിബിംബ രൂപീകരണത്തിന്റെ രേഖാചിത്രം

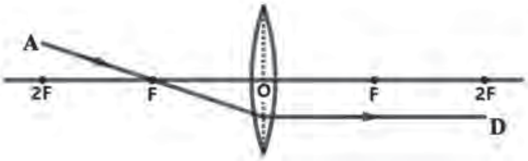
ഒരു കോൺവെക്സ് ലെൻസിനു മുന്നിൽ വച്ചിരിക്കുന്ന വസ്തുവിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശരശ്മികൾ ലെൻസിലൂടെ കടന്നുപോകുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന പാത ചിത്രീകരിക്കാം.

ചിത്രങ്ങൾ [ചിത്രം 2.13 (a), (b), (c)] നിരീക്ഷിച്ച് A എന്ന ബിന്ദുവിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്ത പാതയിൽ കോൺവെക്സ് ലെൻസിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന പ്രകാശരശ്മികളുടെ പാതയുടെ വിശദാംശം പട്ടിക 2.3 ൽ രേഖപ്പെടുത്തൂ.



ചിത്രം 2.13 (a)

ചിത്രം 2.13 (b)

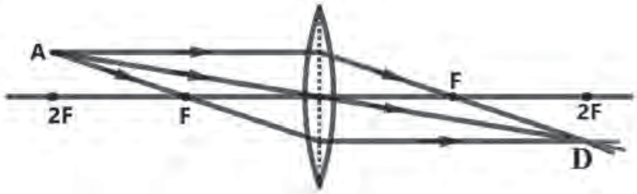


ചിത്രം 2.13 (c)

ഒരു ബിന്ദുവിൽ നിന്നും പ്രകാശിക അക്ഷത്തിന് സമാന്തരമായി ഒരു കോൺവെക്സ് ലെൻസിൽ പതിക്കുന്ന പ്രകാശ രശ്മി	മറുവശത്ത് മുഖ്യ ഫോക്കസിലൂടെ കടന്നു പോകുന്നു
പ്രകാശിക കേന്ദ്രത്തിലൂടെ കടന്നു പോകുന്ന പ്രകാശരശ്മി	
വസ്തുവിന്റെ അതേ വശത്തുള്ള ഫോക്കസിലൂടെ കടന്ന് ലെൻസിൽ പതിക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മി	

പട്ടിക 2.3

വസ്തുവിലെ ഒരു ബിന്ദുവിൽ നിന്നു വരുന്ന പ്രകാശരശ്മി ലെൻസിലെ ഏത് ബിന്ദുവിലൂടെ കടന്നുപോയാലും പ്രകാശരശ്മികളുടെ പാത അപവർത്തന നിയമങ്ങൾക്കനുസരിച്ചായിരിക്കും.



ചിത്രം 2.14

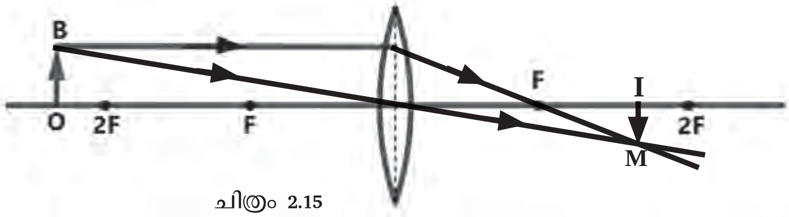
ചിത്രം 2.14 നിരീക്ഷിച്ചതിൽ നിന്നും വിവിധ പാതകളിലൂടെ കടന്നുപോയ പ്രകാശരശ്മികൾ ഒരു ബിന്ദുവിലൂടെ കടന്നു പോകുന്നതായി കാണുന്നില്ലേ.

അതിനാൽ D യിൽ A യുടെ പ്രതിബിംബം ഉണ്ടാകുന്നു. ഇതുപോലെ വസ്തുവിന്റെ ഏതൊരു ബിന്ദുവിൽ നിന്നും ലെൻസിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന പ്രകാശരശ്മികളുടെ സംഗമസ്ഥാനത്തായിരിക്കും വസ്തുവിലെ ആ ബിന്ദുവിന്റെ പ്രതിബിംബം ലഭിക്കുന്നത്.

അപവർത്തനരശ്മികളുടെ സംഗമസ്ഥാനത്ത് ഒരു സ്ക്രീൻ വച്ചാൽ അവിടെ പ്രതിബിംബം ദൃശ്യമാകുന്നു.

വ്യത്യസ്ത സ്ഥാനങ്ങളിൽ വസ്തു വയ്ക്കുമ്പോൾ പ്രതിബിംബം രൂപപ്പെടുന്നതിന്റെ രേഖാചിത്രം വരച്ചു പൂർത്തിയാക്കൂ. പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനവും സവിശേഷതകളും കണ്ടെത്തൂ.

വസ്തു 2F ന് അപ്പുറം



ചിത്രം 2.15

- പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനം : മറുവശത്ത് F നും 2F നും ഇടയിൽ
- പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സവിശേഷതകൾ :
    - ➢ തലകീഴായത് ➢ ചെറുത് ➢ യഥാർഥം

വസ്തു 2F ൽ

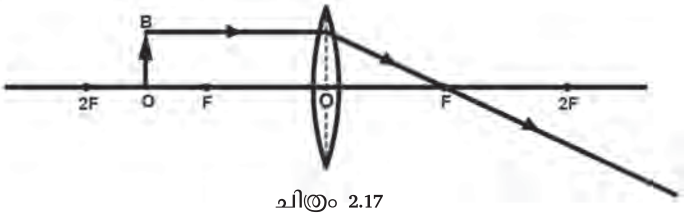
ചിത്രം 2.16

- പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനം :
- പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സവിശേഷതകൾ :
  - ➢

PhET→ Geometric Optics-Basics

വസ്തു 2F നും F നും ഇടയിൽ

- പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനം :
- പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സവിശേഷതകൾ :
  - ➢



ചിത്രം 2.17

വസ്തു F ൽ

പ്രതിബിംബരൂപീകരണത്തിന്റെ ചിത്രം വരയ്ക്കൂ.

- അപവർത്തനരശ്മികൾ സംവ്രജിക്കുന്നുണ്ടോ?
- പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സവിശേഷതകൾ എന്തെല്ലാമായിരിക്കും?

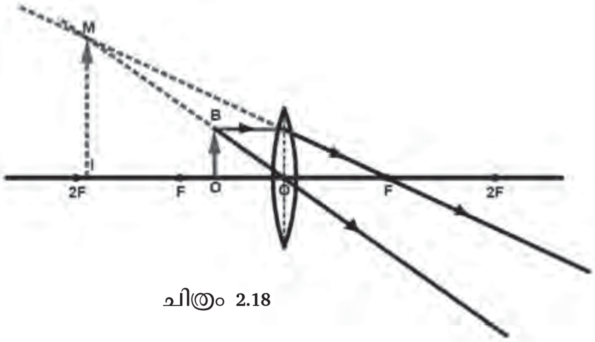
നാം നേരത്തെ ചെയ്ത പരീക്ഷണവുമായി താരതമ്യം ചെയ്തു നോക്കൂ.

കോൺവെക്സ് ലെൻസ് എപ്പോഴും യഥാർഥ പ്രതിബിംബം മാത്രമാണോ രൂപീകരിക്കുന്നത്?

വസ്തു F നും ലെൻസിനും ഇടയിൽ

വസ്തു ഫോക്കസിനും (F) പ്രകാശിക കേന്ദ്രത്തിനും (O) ഇടയിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുമ്പോൾ പ്രതിബിംബം രൂപീകരിക്കുന്ന രേഖാചിത്രം നിരീക്ഷിക്കൂ.

- പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനം : വസ്തുവിന്റെ അതേ വശത്ത്
- പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സവിശേഷതകൾ :
  - ➢ നിവർന്നത് ➢ മിഥ്യ ➢



ചിത്രം 2.18

- ഇവിടെ വസ്തുവിൽ നിന്നു ലെൻസിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന പ്രകാശരശ്മികൾ പൊതുവായ ഒരു ബിന്ദുവിലൂടെ കടന്നു പോകുന്നുണ്ടോ?

വസ്തുവിൽ നിന്നു വരുന്ന പ്രകാശരശ്മികൾ അകന്നു പോവുകയല്ലേ ചെയ്യുന്നത്? ലെൻസിന്റെ മറുവശത്തുനിന്ന് ഈ വസ്തുവിനെ നിരീക്ഷിക്കുമ്പോൾ വസ്തുവിന്റെ പ്രതിബിംബം നമുക്ക് വലുതായി കാണാൻ കഴിയുന്നല്ലോ?

ഇങ്ങനെ സ്ക്രീനിൽ പതിപ്പിക്കാൻ കഴിയാത്ത, എന്നാൽ കാണാൻ മാത്രം കഴിയുന്ന പ്രതിബിംബം മിഥ്യയാണ്.

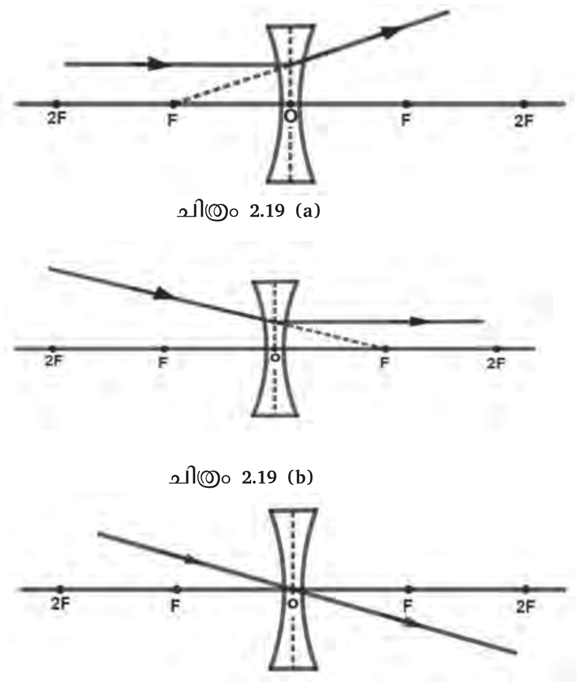
> സ്ക്രീനിൽ പതിപ്പിക്കാൻ കഴിയാത്തതും എന്നാൽ നമുക്കു കാണാൻ മാത്രം കഴിയുന്നതുമായ പ്രതിബിംബങ്ങളാണ് മിഥ്യാപ്രതിബിംബങ്ങൾ (Virtual images).

കോൺകേവ് ലെൻസിന്റെ പ്രതിബിംബ രൂപീകരണം

കോൺവെക്സ് ലെൻസ് ഉപയോഗിച്ച് പ്രതിബിംബം രൂപീകരിച്ചതുപോലെ കോൺകേവ് ലെൻസ് ഉപയോഗിച്ച് പ്രതിബിംബം രൂപീകരിക്കാൻ ശ്രമിക്കൂ. എന്താണ് നിങ്ങളുടെ കണ്ടെത്തൽ?

കോൺകേവ് ലെൻസ് പ്രതിബിംബം രൂപീകരിക്കുന്ന രേഖാചിത്രം

ഒരു കോൺകേവ് ലെൻസിലൂടെ പ്രകാശം കടന്നു പോകുമ്പോൾ പ്രകാശ പാതയിലുണ്ടാകുന്ന മാറ്റം നിരീക്ഷിച്ച് പട്ടിക 2.4 പൂർത്തിയാക്കൂ.



ചിത്രം 2.19 (a)

ചിത്രം 2.19 (b)

ചിത്രം 2.19 (c)

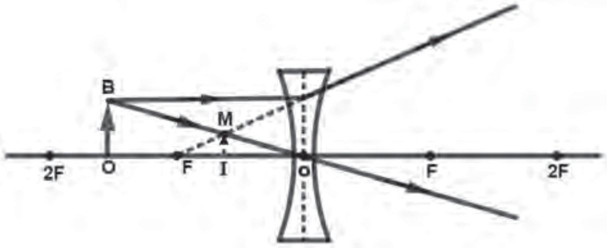
പ്രകാശിക അക്ഷത്തിനു സമാന്തരമായി കോൺകേവ് ലെൻസിൽ പതിക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മികൾ (അപവർത്തനത്തിനു ശേഷം)	
മറുവശത്തെ മുഖ്യ ഫോക്കസിനെ ലക്ഷ്യമാക്കി ലെൻസിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന പ്രകാശരശ്മികൾ (അപവർത്തനത്തിനു ശേഷം)	
പ്രകാശികകേന്ദ്രത്തിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന പ്രകാശരശ്മികൾ	

പട്ടിക 2.4

വസ്തു F നും 2F നും ഇടയിൽ

- പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനം :
- പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സവിശേഷതകൾ :

വസ്തു F നും ലെൻസിനും ഇടയിൽ



ചിത്രം 2.20

വസ്തു F നും ലെൻസിനും ഇടയിൽ വയ്ക്കുമ്പോഴുള്ള പ്രതിബിംബരൂപീകരണത്തിന്റെ രേഖാചിത്രം സയൻസ് ഡയറിയിൽ വരയ്ക്കൂ.

- പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനം :
- പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സവിശേഷതകൾ :

കോൺകേവ് ലെൻസിന്റെ പ്രതിബിംബരൂപീകരണവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് നൽകിയിരിക്കുന്ന പട്ടിക പൂർത്തിയാക്കൂ.

വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനം	പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനം	പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്വഭാവം		
		യഥാർഥം/ മിഥ്യ	തലകീഴായത്/ നിവർന്നത്	വസ്തുവിനേക്കാൾ വലുത്/ചെറുത്
F നും 2F നുമിടയിൽ				
F നും ലെൻസിനുമിടയിൽ				

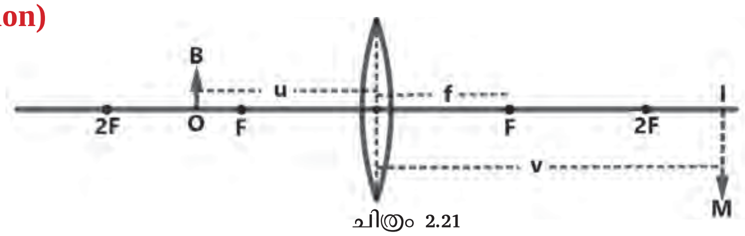
പട്ടിക 2.5

പട്ടിക 2.5 വിശകലനം ചെയ്തതിൽ നിന്ന് കോൺകേവ് ലെൻസ് രൂപപ്പെടുത്തുന്ന പ്രതിബിംബം മിഥ്യയാണെന്ന് മനസ്സിലായല്ലോ. എന്തായിരിക്കും ഇതിനു കാരണം?

കോൺകേവ് ലെൻസ് പ്രകാശരശ്മികളെ വിവ്രജിക്കുന്നതുകൊണ്ട് അത് രൂപപ്പെടുത്തുന്ന പ്രതിബിംബം എല്ലായ്പ്പോഴും മിഥ്യയായിരിക്കും. പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനവും എല്ലായ്പ്പോഴും വസ്തുവിന്റെ അതേ വശത്ത് F നും ലെൻസിനുമിടയിലായിരിക്കും.

ലെൻസിൽ നിന്ന് നിശ്ചിത അകലത്തിൽ വച്ചിരിക്കുന്ന വസ്തുവിന്റെ പ്രതിബിംബം ലെൻസിൽ നിന്ന് എത്ര അകലത്തിലായിരിക്കുമെന്ന് കണക്കാക്കാൻ കഴിയുമോ?

ലെൻസ് സമവാക്യം (Lens Equation)



ചിത്രം 2.21

ലെൻസിലെ പ്രതിബിംബ രൂപീകരണവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് പ്രകാശിക കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നു വസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരം, പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം, ഫോക്കസ് ദൂരം എന്നിവയാണ് നാം പരിഗണിക്കുന്നത്. ചിത്രത്തിൽ ഈ ദൂരങ്ങൾ അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത് ശ്രദ്ധിക്കൂ.

- ചിത്രത്തിൽ വസ്തു (OB) വിലേക്കുള്ള അകലം സൂചിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നത് ഏത് അക്ഷരം ഉപയോഗിച്ചാണ്?
- ചിത്രത്തിൽ v എന്ന അക്ഷരം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഏത് അകലത്തെയാണ്?
- f എന്ന അക്ഷരം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഏത് അകലത്തെയാണ്?

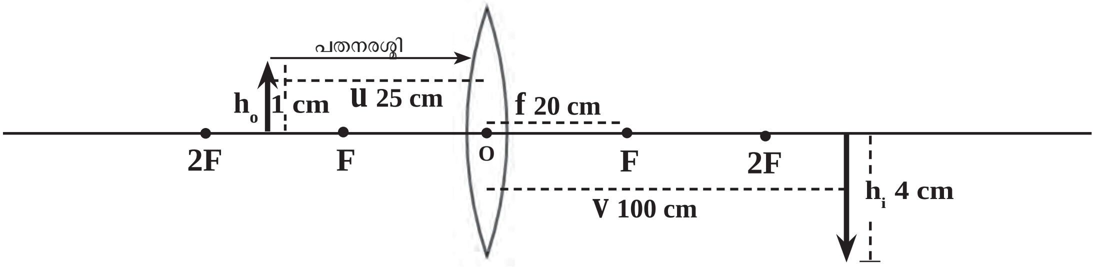
ലെൻസുകൾ മാറുന്നതിനനുസരിച്ചും വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനം മാറുന്നതിനനുസരിച്ചും ലെൻസുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് നാം എടുക്കുന്ന അളവുകൾക്ക് അനുയോജ്യമായ ചിഹ്നങ്ങൾ പരിഗണിക്കേണ്ടതുണ്ട്.

കാർട്ടീഷ്യൻ ചിഹ്നരീതി (Cartesian sign convention)

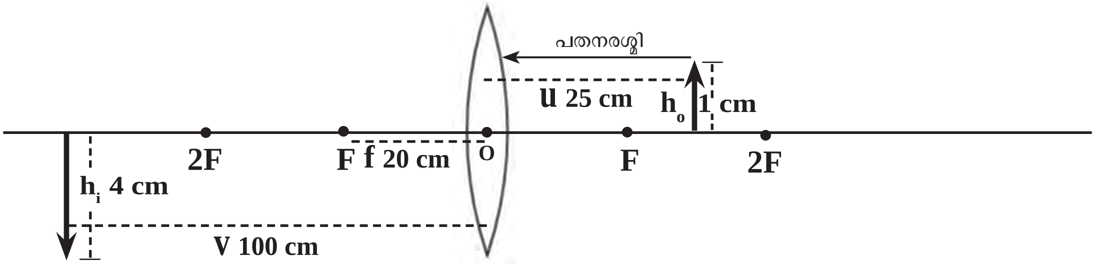
ലെൻസുമായി ബന്ധപ്പെട്ട സമവാക്യങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് ഗണിതപ്രശ്നനിർധാരണം ചെയ്യുമ്പോൾ അളവുകൾക്ക് അനുയോജ്യമായ ചിഹ്നങ്ങൾ നൽകേണ്ടതുണ്ട്. ലെൻസുകളിൽ പൊതുവായി ഈ നിയമങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കാം.

- ലെൻസിന്റെ പ്രകാശികകേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നാണ് എല്ലാ ദൂരങ്ങളും അളക്കേണ്ടത്.
- പതനരശ്മിയുടെ അതേദിശയിൽ അളക്കുന്ന ദൂരങ്ങൾ പോസിറ്റീവും അല്ലാത്തവ (എതിർദിശയിൽ) നെഗറ്റീവുമായി പരിഗണിക്കേണ്ടതാണ്.
- പ്രകാശിക അക്ഷത്തിന് മുകളിലേക്ക് അളക്കുന്ന അളവുകൾ പോസിറ്റീവും താഴേക്കുള്ളവ നെഗറ്റീവുമായി പരിഗണിക്കേണ്ടതാണ്.

വ്യത്യസ്ത സന്ദർഭങ്ങളിൽ പൊതുവായ സമവാക്യം ഉപയോഗിച്ച് ഗണിതപ്രശ്നനിർധാരണം നടത്താൻ കാർട്ടീഷ്യൻ ചിഹ്നരീതിയിലൂടെ സാധിക്കുന്നു. വസ്തു ലെൻസിന്റെ ഇടതുവശത്താണോ വലതു വശത്താണോ എന്ന് പരിഗണിക്കേണ്ടതില്ല. ചിത്രം 2.22 (a), (b) നിരീക്ഷിച്ച് കാർട്ടീഷ്യൻ ചിഹ്നരീതിയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പട്ടിക 2.6 പൂർത്തിയാക്കൂ.



ചിത്രം 2.22 (a)



ചിത്രം 2.22 (b)

അളവുകൾ	ചിത്രം 2.22 (a)		ചിത്രം 2.22 (b)	
	പോസിറ്റീവ്/ നെഗറ്റീവ്	കാരണം	പോസിറ്റീവ്/ നെഗറ്റീവ്	കാരണം
u	നെഗറ്റീവ് (-25 cm)	പ്രകാശികകേന്ദ്രത്തിൽ നിന്ന് പതനരശ്മിയുടെ വിപരീത ദിശയിൽ അളക്കുന്നു.	നെഗറ്റീവ് (-25 cm)	പ്രകാശികകേന്ദ്രത്തിൽ നിന്ന് പതനരശ്മിയുടെ വിപരീത ദിശയിൽ അളക്കുന്നു.
v				
f				
h_o				
h_i				

പട്ടിക 2.6

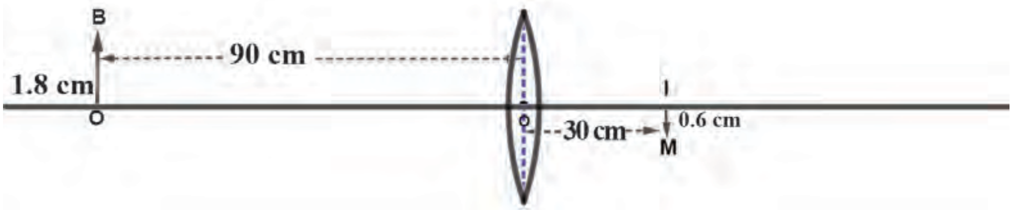
ഒരു ലെൻസ് രൂപീകരിക്കുന്ന പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്നത്, വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനവും ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരവുമാണ്. ഇവ തമ്മിലുള്ള ബന്ധം വ്യക്തമാക്കുന്നതാണ് ലെൻസ് സമവാക്യം.

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

f = ഫോക്കസ് ദൂരം; u = വസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരം; v = പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം

ഈ സമവാക്യം $f = \frac{uv}{u-v}$ എന്നും എഴുതാം.

- ചിത്രം നിരീക്ഷിച്ച് വസ്തുവിലേക്കുള്ള അകലവും പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള അകലവും അടയാളപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത് ശ്രദ്ധിക്കൂ.



ചിത്രം 2.23

a) ചിഹ്നനിയമങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് അളവുകൾ എഴുതുക.

b) ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം കണക്കാക്കുക.

a) വസ്തുവിലേക്കുള്ള അകലം u = –90 cm (പതനരശ്മിയുടെ വിപരീത ദിശയിലുള്ള അളവ്)

പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള അകലം v = + 30 cm (പതനരശ്മിയുടെ അതേ ദിശയിലുള്ള അളവ്)

b) $f = \frac{uv}{u-v}$

$$f = \frac{-90\text{ cm} \times {}^{+}30\text{ cm}}{-90\text{ cm} - {}^{+}30\text{ cm}} = \frac{-2700\text{ cm}^2}{-120\text{ cm}} = +22.5\text{ cm}$$

ഫോക്കസ് ദൂരം പോസിറ്റീവ് ആയതിനാൽ മുഖ്യഫോക്കസ് യഥാർഥമാണെന്നും ലെൻസ് കോൺവെക്സ് ലെൻസ് ആണെന്നും മനസ്സിലാക്കാം.

പ്രതിബിംബത്തിന്റെ വലുപ്പം വസ്തുവിന്റെ വലുപ്പത്തിന്റെ എത്ര മടങ്ങാണെന്ന് കണ്ടെത്താൻ കഴിയുമോ?

ആവർധനം (Magnification)

പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം വസ്തുവിന്റെ ഉയരത്തിന്റെ എത്ര മടങ്ങാണെന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നതാണ് ആവർധനം.

> പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരവും വസ്തുവിന്റെ ഉയരവും തമ്മിലുള്ള അനുപാത സംഖ്യയാണ് ആവർധനം. ഇതിന് യൂണിറ്റ് ഇല്ല.

$$\text{ആവർധനം} = \frac{\text{പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം}}{\text{വസ്തുവിന്റെ ഉയരം}} = \frac{h_i}{h_o}$$

അഥവാ

$$\text{ആവർധനം} = \frac{\text{പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം}}{\text{വസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരം}} = \frac{v}{u}$$

$$\mathbf{m = \frac{h_i}{h_o} = \frac{v}{u}}$$

കാർട്ടീഷ്യൻ ചിഹ്നരീതി അനുസരിച്ച് ആവർധനം പോസിറ്റീവ് ആണെങ്കിൽ പ്രതിബിംബം നിവർന്നതാണെന്നും ആവർധനം നെഗറ്റീവ് ആണെങ്കിൽ പ്രതിബിംബം തലകീഴായതാണെന്നും മനസ്സിലാക്കാം.

ചിത്രം 2.23 ലെ അളവുകൾ ഉപയോഗിച്ച് ആവർധനം കണക്കാക്കി സ്വഭാവങ്ങൾ എഴുതുക.

$m = \frac{h_i}{h_o}$ അഥവാ $m = \frac{v}{u}$

$u = -90$ cm $h_o = +1.8$ cm $v = +30$ cm $h_i = -0.6$ cm

$$m = \frac{h_i}{h_o} = \frac{-0.6}{+1.8} = -\frac{1}{3}$$

$$m = \frac{v}{u} = \frac{+30}{-90} = -\frac{1}{3}$$

ആവർധനം ഒന്നിൽ കുറവായതിനാൽ പ്രതിബിംബം വസ്തുവിനേക്കാൾ ചെറുതാണെന്ന് മനസ്സിലാക്കാം.

ആവർധനത്തിലെ നെഗറ്റീവ് ചിഹ്നം പ്രതിബിംബം തലകീഴായതും യഥാർഥവുമാണ് എന്നതിനെ സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്വഭാവത്തിന് ആവർധനവുമായുള്ള ബന്ധം പരിഗണിച്ച് പട്ടിക 2.7 പൂർത്തീകരിക്കൂ.

പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്വഭാവം	ആവർധനത്തിന്റെ ചിഹ്നം (പോസിറ്റീവ്/ നെഗറ്റീവ്)
നിവർന്നത്	
തലകീഴായത്	
യഥാർഥം	
മിഥ്യ	

പട്ടിക 2.7

? ഒരു കോൺവെക്സ് ലെൻസിന്റെ പ്രകാശികകേന്ദ്രത്തിൽ നിന്ന് പ്രകാശിക അക്ഷത്തിൽ 12 cm അകലെയായി 2 cm ഉയരമുള്ള വസ്തു സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. കോൺവെക്സ് ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം 6 cm ആണ്.

a) നൽകിയ അളവുകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ഒരു രേഖാചിത്രം വരച്ച് പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സവിശേഷതകൾ എഴുതുക.

b) പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം അളന്ന് ആവർധനം കണക്കാക്കുക.

? ഒരു കോൺകേവ് ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം 20 cm ആണ്. അതിന്റെ പ്രകാശിക അക്ഷത്തിൽ 2 cm ഉയരമുള്ള ഒരു വസ്തു ലെൻസിൽ നിന്നു 30 cm അകലെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു.

a) ലെൻസിൽ നിന്നു പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം കണക്കാക്കുക.

b) ഈ അവസരത്തിൽ ആവർധനം എത്രയായിരിക്കും? പ്രതിബിംബത്തിന്റെ പ്രത്യേകതകൾ എന്തെല്ലാമാണ്?

ലെൻസുകൾ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന ഉപകരണങ്ങൾ ഏതെല്ലാം?

വിവിധതരം ലെൻസുകൾ രൂപപ്പെടുത്തുന്ന പ്രതിബിംബങ്ങളുടെ സ്ഥാനം, സ്വഭാവം, വലുപ്പം എന്നിവ കണ്ടെത്തിയല്ലോ? ഇവ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്ന ഏതാനും ഉപകരണങ്ങളാണ് :

കണ്ണട, സിമ്പിൾ മൈക്രോസ്കോപ്പ്, കോമ്പൗണ്ട് മൈക്രോസ്കോപ്പ്, ടെലിസ്കോപ്പ്.

കണ്ണട വാങ്ങാനായി ഡോക്ടർമാർ നൽകിയ കുറിപ്പുകൾ ശ്രദ്ധിച്ചിട്ടുണ്ടോ? അതിൽ രേഖപ്പെടുത്തിയത് എന്താണെന്ന് തിരിച്ചറിയാൻ കഴിയുമോ?

- +2.00 എന്നത് സൂചിപ്പിക്കുന്നത് എന്തിനെയാണ്?

കണ്ണടയിലെ ലെൻസിന്റെ പവർ ആണ് ഇത് സൂചിപ്പിക്കുന്നത്.

Dr.Brook Pettre
MBBS, DO M.S-Ophthalmology

Rx	SPH	CYL	AXIS	VN	PD
R.E.	+2.00	+0.50	130	6/6	-
L.E.	+2.00	+0.50	140	6/6	-

Remarks : Bptre

ചിത്രം 2.24

ലെൻസിന്റെ പവർ (Power of Lens)

ലെൻസുകളുടെ ഫോക്കസ് ദൂരവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട പദമാണ് അതിന്റെ പവർ. ഒരു ലെൻസിൽ പതിക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മികളെ സംവ്രജിപ്പിക്കാനോ വിവ്രജിപ്പിക്കാനോ ഉള്ള കഴിവാണ് അതിന്റെ പവർ.

ഫോക്കസ് ദൂരത്തിന്റെ വ്യുൽക്രമത്തെ പവർ എന്ന് പറയുന്നു. ഫോക്കസ്ദൂരം കുറഞ്ഞ ലെൻസിന്റെ പവർ കൂടുതലായിരിക്കും. പവർ $P = \frac{1}{f}$

പവറിന്റെ SI യൂണിറ്റ് ഡയോപ്റ്റർ ആണ്. ഇത് D എന്ന അക്ഷരം കൊണ്ട് സൂചിപ്പിക്കുന്നു.

ഒരു മീറ്റർ ഫോക്കസ്ദൂരമുള്ള ലെൻസിന്റെ പവർ ഒരു ഡയോപ്റ്റർ (D) ആണ്.

? 25 cm ഫോക്കസ് ദൂരമുള്ള ഒരു കോൺകേവ് ലെൻസിന്റെ പവർ എത്രയായിരിക്കും?

കോൺകേവ് ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം = – 25 cm

ലെൻസിന്റെ പവർ SI യൂണിറ്റിൽ കണക്കാക്കുമ്പോൾ ഫോക്കസ് ദൂരം മീറ്ററിൽ പരിഗണിക്കണമെന്നതിനാൽ

$$f = \frac{-25}{100}\ \text{m} = -0.25\ \text{m}$$

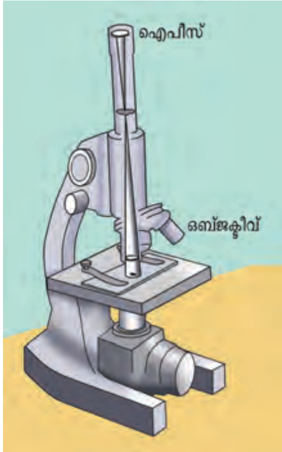
$$\text{പവർ}\ P = \frac{1}{f}$$

$$P = \frac{1}{-0.25\ \text{m}} = -4\ \text{D}$$

പവർ നെഗറ്റീവ് ആണെങ്കിൽ കോൺകേവ് ലെൻസാണെന്ന് തിരിച്ചറിയാം.

- കോൺവെക്സ് ലെൻസാണെങ്കിൽ പവറിന് ഏത് ചിഹ്നമായിരിക്കും നൽകുക?
- ഡോക്ടറുടെ കുറിപ്പിലെ (ചിത്രം 2.24) ലെൻസ് ഏതു തരമാണ്?

ലെൻസുകൾ ഉപയോഗപ്പെടുത്തുന്ന ചില ഉപകരണങ്ങൾ കൂടി പരിചയപ്പെടാം.



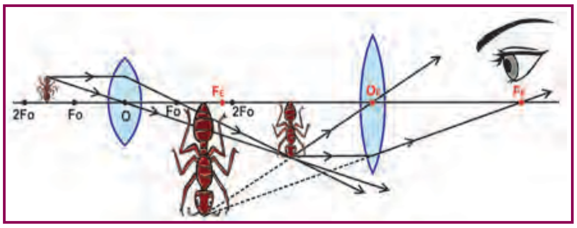
ചിത്രം 2.25 (a)

കോമ്പൗണ്ട് മൈക്രോസ്കോപ്പ് (Compound Microscope)

കോമ്പൗണ്ട് മൈക്രോസ്കോപ്പിന്റെ ഉപയോഗം എന്താണ്?

ഇവ എങ്ങനെയാണ് വസ്തുക്കളെ വലുതാക്കിക്കാണിക്കുന്നതെന്ന് ചിന്തിച്ചിട്ടുണ്ടോ?

കോമ്പൗണ്ട് മൈക്രോസ്കോപ്പിലെ രണ്ട് പ്രധാന ഭാഗങ്ങളാണ് ഒബ്ജക്ടീവും ഐപീസും.



ആവർധനം തോതിനനുസരിച്ചല്ല വരച്ചിരിക്കുന്നത്
ചിത്രം 2.25 (b)

ഒബ്ജക്ടിവ് (Objective) :

നിരീക്ഷിക്കേണ്ട വസ്തുവിനടുത്ത് വയ്ക്കുന്ന ലെൻസാണ് ഒബ്ജക്ടിവ്.

ഐപീസ് (Eyepiece) :

ഒബ്ജക്ടിവ് ലെൻസ് രൂപപ്പെടുത്തുന്ന പ്രതിബിംബത്തെ ഏത് ലെൻസിലൂടെയാണോ നിരീക്ഷിക്കുന്നത് ആ ലെൻസാണ് ഐപീസ്. ഐപീസിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം ഒബ്ജക്ടിവിന്റേതിനേക്കാൾ കൂടുതലായിരിക്കും.

ചിത്രം 2.25 (b) നിരീക്ഷിച്ച് കോമ്പൗണ്ട് മൈക്രോസ്കോപ്പിൽ ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്ന ലെൻസുകളുടെ പ്രത്യേകതകൾ തിരിച്ചറിഞ്ഞ് പട്ടിക 2.8 പൂർത്തീകരിക്കൂ.

ലെൻസ്	കോൺവെക്സ് ലെൻസ്/ കോൺകേവ് ലെൻസ്	ഒബ്ജക്ടിവ്-ഐപീസ് ലെൻസുകൾ താരതമ്യം ചെയ്താൽ ഫോക്കസ് ദൂരം കൂടുതൽ/കുറവ്	രൂപപ്പെടുന്ന പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സവിശേഷതകൾ
ഒബ്ജക്ടിവ്			
ഐപീസ്			

പട്ടിക 2.8

- നിരീക്ഷിക്കേണ്ട വസ്തു ഒബ്ജക്ടിവിന്റെ ഏത് സ്ഥാനത്താണ് വയ്ക്കേണ്ടത്? ($2F_0$ യ്ക്ക് അപ്പുറം / F_0 യ്ക്കും $2F_0$ യ്ക്കും ഇടയിൽ)
- ഒബ്ജക്ടിവ് രൂപപ്പെടുത്തുന്ന പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനമോ?
- ഈ പ്രതിബിംബത്തിന്റെ പ്രത്യേകതകൾ എന്തെല്ലാമാണ്?
- ഐപീസ് രൂപീകരിക്കുന്ന പ്രതിബിംബത്തിന്റെ പ്രത്യേകതകൾ എന്തെല്ലാമായിരിക്കും?

➢ നിവർന്നത് ➢

ഒബ്ജക്ടിവിന്റെ F_0 യ്ക്കും $2F_0$ യ്ക്കും ഇടയിലാണ് വസ്തു വയ്ക്കേണ്ടത്. വസ്തുവിന്റെ വലുതും യഥാർഥവും തലകീഴായതുമായ പ്രതിബിംബം ഒബ്ജക്ടിവിന്റെ $2F_0$ യ്ക്ക് അപ്പുറം രൂപീകരിക്കപ്പെടുന്നു. ഇതാണ് ഐപീസിനെ സംബന്ധിച്ചിടത്തോളം വസ്തുവായി വർത്തിക്കുന്നത്. ഇതിന്റെ സ്ഥാനം ഐപീസിന്റെ പ്രകാശികകേന്ദ്രത്തിനും F_e യ്ക്കും ഇടയിലാണ്. ഇതിന്റെ വലുതും മിഥ്യയുമായ പ്രതിബിംബമാണ് ഐപീസിലൂടെ കാണാൻ കഴിയുന്നത്.

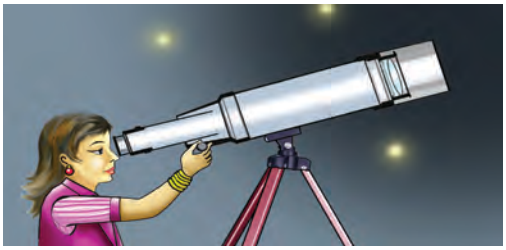
- ഒബ്ജക്ടിവ് ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ്ദൂരം കൂട്ടുന്നത് കോമ്പൗണ്ട് മൈക്രോസ്കോപ്പിൽ ഗുണകരമല്ല. എന്തായിരിക്കും കാരണം?

ഒബ്ജക്ടിവ് ലെൻസിന് ഫോക്കസ്ദൂരം കൂടുതലാണെങ്കിൽ പ്രതിബിംബത്തിന്റെ വലുപ്പം കുറവായിരിക്കും. അതായത് ആവർധനം കുറവായിരിക്കും. അതിനാൽ ഒബ്ജക്ടിവ് ലെൻസിന് ഫോക്കസ്ദൂരം കുറവായിരിക്കണം.

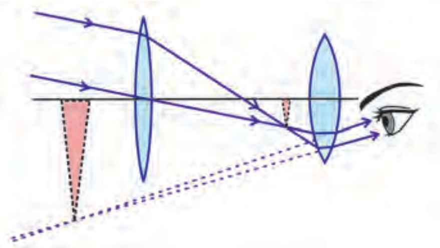
സൂക്ഷ്മവസ്തുക്കളെ നിരീക്ഷിക്കുമ്പോൾ അനുയോജ്യമായ ആവർധനം ലഭിക്കുന്നതിനുതകുന്ന തരത്തിലുള്ള ഒബ്ജക്റ്റീവ് ലെൻസുകൾ മൈക്രോസ്കോപ്പിൽ ക്രമീകരിച്ചിട്ടുണ്ട്.

അപവർത്തന ടെലിസ്കോപ് (Refracting Telescope)

അകലെയുള്ള വസ്തുക്കളെ വ്യക്തമായി കാണാനുള്ള ഉപകരണമാണ് ദൂരദർശിനി (ടെലിസ്കോപ്). പ്രപഞ്ചപഠനത്തിൽ ടെലിസ്കോപ്പിന്റെ കണ്ടുപിടുത്തം വരുത്തിയ മാറ്റം ചെറുതല്ല. പ്രകാശത്തിന്റെ പ്രതിപതനം, അപവർത്തനം എന്നിവ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നതരം ടെലിസ്കോപ്പുകൾ ഉണ്ട്. പ്രകാശത്തിന്റെ അപവർത്തനം പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്ന ടെലിസ്കോപ് എങ്ങനെ പ്രവർത്തിക്കുന്നു എന്ന് നോക്കാം.



ചിത്രം 2.26 (a)



ചിത്രം 2.26 (b)

ചിത്രം 2.26 (a), 2.26 (b) എന്നിവ ശ്രദ്ധിക്കൂ.

ടെലിസ്കോപ്പിന്റെ പ്രധാന ഭാഗങ്ങളാണ് ഒബ്ജക്റ്റീവും ഐപീസും. അവയുടെ പ്രത്യേകതകൾ തിരിച്ചറിഞ്ഞ് ചുവടെ നൽകിയ പട്ടിക പൂർത്തിയാക്കൂ.

ലെൻസ്	ഒബ്ജക്റ്റീവ്-ഐപീസ് ലെൻസുകൾ താരതമ്യം ചെയ്താൽ		രൂപപ്പെടുന്ന പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സവിശേഷതകൾ
	ഫോക്കസ് ദൂരം കൂടുതൽ/ കുറവ്	അപ്പെർച്ചർ കൂടുതൽ/കുറവ്	
ഒബ്ജക്റ്റീവ്			
ഐപീസ്			

പട്ടിക 2.9

ടെലിസ്കോപ്പിൽ പ്രതിബിംബം രൂപീകരിക്കുന്നത് എങ്ങനെയാണെന്ന് നോക്കാം.

- വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനം എവിടെയാണ്?
  (വളരെ അകലെ / അടുത്ത്)

- ഒബ്ജക്ടിവിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം
  (കുറവാണ് / കൂടുതലാണ്)
- ഒബ്ജക്ടിവ് രൂപീകരിക്കുന്ന പ്രതിബിംബത്തിന്റെ പ്രത്യേകത എന്ത്?
  (ചെറുതും യഥാർഥവുമാണ് / വലുതും മിഥ്യയുമാണ്)
- ഈ പ്രതിബിംബം ഏത് ലെൻസിന്റെ വസ്തുവായാണ് വർത്തിക്കുന്നത്?
  (ഒബ്ജക്ടിവ് / ഐപീസ്)
- ഏത് ലെൻസിലൂടെയാണ് പ്രതിബിംബത്തെ നിരീക്ഷിക്കുന്നത്?
  (ഒബ്ജക്ടിവ് / ഐപീസ്)
- ഐപീസിലൂടെ നാം കാണുന്ന പ്രതിബിംബം
  (യഥാർഥമാണ് / മിഥ്യയാണ്)

ടെലിസ്കോപ്പിൽ, വളരെയകലെയുള്ള വസ്തുവിന്റെ ചെറുതും യഥാർഥവും തലകീഴായതുമായ പ്രതിബിംബം ഒബ്ജക്ടിവ് രൂപീകരിക്കുന്നു.

ഒബ്ജക്ടിവ് ലെൻസ് രൂപീകരിച്ച പ്രതിബിംബത്തെയാണ് നാം ഐപീസിലൂടെ നിരീക്ഷിക്കുന്നത്. ഈ പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനം ഐപീസിന്റെ ഫോക്കസിനും പ്രകാശികകേന്ദ്രത്തിനും ഇടയിലായതിനാൽ ഐപീസ് രൂപീകരിക്കുന്ന മിഥ്യയായ പ്രതിബിംബം നമുക്ക് കാണാൻ കഴിയുന്നു.

ടെലിസ്കോപ് നിർമ്മിക്കുമ്പോൾ ഒബ്ജക്ടിവ് ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ്ദൂരവും ഐപീസ് ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരവും പരിഗണിച്ചുകൊണ്ടായിരിക്കണം ടെലിസ്കോപ്പിന്റെ കുഴലിന്റെ നീളം എടുക്കേണ്ടതെന്ന് വ്യക്തമായല്ലോ.

ടെലിസ്കോപ്പിൽ എങ്ങനെയാണ് അകലെയുള്ള വസ്തുക്കളുടെ രൂപം വ്യക്തമായി ലഭിക്കുന്നത് എന്ന് മനസ്സിലായല്ലോ.

നമുക്ക് ഒരു ടെലിസ്കോപ് നിർമ്മിച്ചുനോക്കാം.

ടെലിസ്കോപ് നിർമ്മാണം

ആവശ്യമായ സാമഗ്രികൾ

ഏകദേശം 1 m നീളമുള്ള PVC പൈപ്പ് (ലെൻസ് ഉറപ്പിക്കാവുന്ന തരത്തിൽ വ്യാസമുള്ളത്), കോൺവെക്സ് ലെൻസ് (5 cm / 10 cm വ്യാസവും 50 cm / 100 cm ഫോക്കസ് ദൂരവും ഉള്ളത്), പ്ലാസ്റ്റിക് കുപ്പി, വാച്ച് നന്നാക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന ഐപീസ്.

ചിത്രം 2.27

ലെൻസുകൾ തിരഞ്ഞെടുക്കുമ്പോൾ ശ്രദ്ധിക്കേണ്ട കാര്യങ്ങൾ :

- ഒബ്ജക്ടിവ് ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ്ദൂരവും അപ്പെർച്ചറും കൂടുതലായിരിക്കണം.
- ഐപീസ് ലെൻസ് ഫോക്കസ്ദൂരവും അപ്പെർച്ചറും കുറഞ്ഞതായിരിക്കണം.
- ഗുണനിലവാരം കൂടിയ ലെൻസുകൾ ഉപയോഗിക്കണം.

നിർമ്മിക്കുന്ന വിധം

ഏകദേശം 10 cm വ്യാസമുള്ള PVC പൈപ്പിന്റെ ഒരഗ്രത്ത് 10 cm വ്യാസവും 100 cm ഫോക്കസ് ദൂരവുമുള്ള ഒരു കോൺവെക്സ് ലെൻസ് ഉറപ്പിക്കുക. രണ്ട് ലിറ്ററിന്റെ ഒരു പ്ലാസ്റ്റിക് കുപ്പിയുടെ അടിഭാഗം മുറിച്ച ശേഷം അത് പൈപ്പിന്റെ രണ്ടാമത്തെ അഗ്രത്ത് കയറ്റി വയ്ക്കുക. പ്ലാസ്റ്റിക് കുപ്പിയുടെ വായ്ഭാഗത്ത് വാച്ച് നന്നാക്കാനുപയോഗിക്കുന്ന ഐപീസ് ഉറപ്പിക്കുക. ഐപീസും ഒബ്ജക്ടിവും തമ്മിലുള്ള അകലം ക്രമീകരിച്ച് വളരെ അകലെയുള്ള വസ്തുക്കളെ നിരീക്ഷിക്കാം.

പ്രത്യേക ശ്രദ്ധയ്ക്ക്

ടെലിസ്കോപ് ഉപയോഗിച്ച് സൂര്യനെ നോക്കരുത്. മറ്റ് ആകാശ ഗോളങ്ങളെ നിരീക്ഷിക്കുമ്പോൾ ടെലിസ്കോപ്പിനെ ഒരു സ്റ്റാന്റിൽ ഉറപ്പിക്കുന്നതായിരിക്കും അഭികാമ്യം.

- എന്തുകൊണ്ടാണ് ടെലിസ്കോപ് ഉപയോഗിച്ച് സൂര്യനെ നോക്കരുത് എന്ന് പറയുന്നത്? അന്വേഷിച്ച് കണ്ടെത്തൂ.

വിലയിരുത്താം

1. ഒരു കോൺവെക്സ് ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം 20 cm ആണ്. അതിന്റെ പ്രകാശിക കേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു പ്രകാശിക അക്ഷത്തിൽ 60 cm അകലെ 3 cm ഉയരമുള്ള ഒരു വസ്തു സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നു.
   a) പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം കണക്കാക്കുക.
   b) ഇവിടെ ലഭ്യമാകുന്ന പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സവിശേഷതകൾ എന്തെല്ലാമായിരിക്കും?
2. ഒരു ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം 20 cm ആണ്.
   a) ഒരു വസ്തു ലെൻസിൽ നിന്ന് 30 cm അകലെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു. വ്യക്തമായ പ്രതിബിംബം ലഭിക്കാൻ സ്ക്രീൻ എത്ര അകലെ സ്ഥിതി ചെയ്യണമെന്ന് കണക്കാക്കുക.
   b) വസ്തുവിന്റെ ഉയരം 1.2 cm ആണെങ്കിൽ സ്ക്രീനിൽ ദൃശ്യമാകുന്ന പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം എത്രയായിരിക്കും?
3. ഒരു കോൺവെക്സ് ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം 100 mm ആണ്. അതിന്റെ പ്രകാശിക അക്ഷത്തിൽ 15 mm ഉയരമുള്ള ഒരു വസ്തു പ്രകാശികകേന്ദ്രത്തിൽനിന്നു 60 mm അകലെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്നു.
   a) ഇതിന്റെ രേഖാചിത്രം ഗ്രാഫ് പേപ്പറിൽ വരച്ച് പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനവും ഉയരവും കണ്ടെത്തുക.
   b) വസ്തുവിലേക്കുള്ള അകലം 20 mm ആണെങ്കിൽ ആവർധനം കണക്കാക്കുക.

4. ഒരു കോൺകേവ് ലെൻസ് രൂപപ്പെടുത്തുന്ന പ്രതിബിംബവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് നാല് പ്രസ്താവനകൾ നൽകിയിരിക്കുന്നു. ഇതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ചുവടെ നൽകിയവയിൽ ശരിയായ ഉത്തരം കണ്ടെത്തിയെഴുതുക.

   i. ചെറുതും തലകീഴായതുമായിരിക്കും
   ii. ചെറുതും മിഥ്യയുമായിരിക്കും
   iii. വലുതും മിഥ്യയുമായിരിക്കും
   iv. ചെറുതും നിവർന്നതുമായിരിക്കും

      a) രണ്ടാമത്തെ പ്രസ്താവന മാത്രം ശരി
      b) ഒന്നാമത്തെ പ്രസ്താവന മാത്രം ശരി
      c) രണ്ടാമത്തെ പ്രസ്താവനയും നാലാമത്തെ പ്രസ്താവനയും ശരി
      d) മൂന്നാമത്തെ പ്രസ്താവന മാത്രം ശരി

5. ഒരു കോൺകേവ് ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം 50 cm ആണ്. അതിന്റെ പവർ എത്രയായിരിക്കും?

   a) +2 D   b) +0.5 D   c) –2 D   d) –0.5 D

6. ഒരു ടെലിസ്കോപ്പുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ഏറ്റവും അനുയോജ്യമായ പ്രസ്താവന കണ്ടെത്തിയെഴുതുക.

   a) ഒബ്ജക്റ്റിവ് ലെൻസിന് ഫോക്കസ് ദൂരം കുറവും ഐപീസ് ലെൻസിന് ഫോക്കസ് ദൂരം കൂടുതലും
   b) ഒബ്ജക്റ്റിവ് ലെൻസിന് ഫോക്കസ് ദൂരം കൂടുതലും ഐപീസ് ലെൻസിന് ഫോക്കസ് ദൂരം കുറവും
   c) ഒബ്ജക്റ്റിവ് ലെൻസും ഐപീസ് ലെൻസും കോൺകേവ് ലെൻസായിരിക്കും
   d) ഒബ്ജക്റ്റിവ് ലെൻസ് കോൺകേവും ഐപീസ് ലെൻസ് കോൺവെക്സ് ലെൻസുമായിരിക്കും

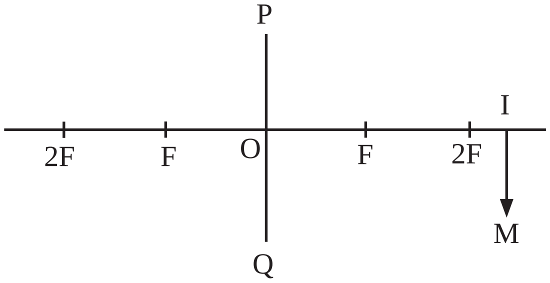
7. ഒരു ലെൻസിനു മുന്നിൽ വസ്തു വച്ചപ്പോൾ ലഭിച്ച പ്രതിബിംബം തലകീഴായതാണ്.

   a) ഇത് യഥാർഥമാണോ മിഥ്യയാണോ?
   b) ഈ പ്രതിബിംബത്തിന്റെ മറ്റൊരു പ്രതിബിംബം, അതേ വലുപ്പത്തിൽ യഥാർഥവും നിവർന്നതുമാകണമെങ്കിൽ നിങ്ങൾ എന്ത് ചെയ്യും?

8. ഒരു ലെൻസിന്റെ മുഖ്യ ഫോക്കസിൽ ഒരു വസ്തു വച്ചപ്പോൾ നിവർന്നതും വസ്തുവിനെ അപേക്ഷിച്ച് ചെറുതുമായ പ്രതിബിംബം ലഭിച്ചു.

   a) ഇത് ഏത് തരം ലെൻസാണ്?
   b) പ്രതിബിംബ രൂപീകരണത്തിന്റെ രേഖാ ചിത്രം വരയ്ക്കുക.

9. ഒരു ലെൻസിനു മുന്നിൽ വസ്തു വച്ചപ്പോൾ ലഭിച്ച പ്രതിബിംബം (IM) ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.



ചിത്രം 2.28

a) ചിത്രത്തിൽ PQ ഒരു ലെൻസ് ആണെങ്കിൽ ഇത് ഏതു തരമാണ്?

b) രേഖാ ചിത്രം പൂർത്തിയാക്കി വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനം കണ്ടെത്തുക.

c) വസ്തുവിന്റെ ഉയരം പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരത്തേക്കാൾ .... (കൂടുതൽ/കുറവ്)

10. A, B, C കോളങ്ങളിൽ തന്നിരിക്കുന്നവയെ അനുയോജ്യമായി ചേർത്തെഴുതുക.

A	B	C
ആവർധനം	$\frac{1}{f}$	h_i നെഗറ്റീവ്
ലെൻസിന്റെ പവർ	തലകീഴായ പ്രതിബിംബം	$\frac{v}{u}$
യഥാർഥ പ്രതിബിംബം	$\frac{h_i}{h_o}$	h_i പോസിറ്റീവ്
	നിവർന്ന പ്രതിബിംബം	ഡയോപ്റ്റർ

പട്ടിക 2.10

തുടർപ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. വിവിധ ആവശ്യങ്ങൾക്കായി കണ്ണട ഉപയോഗിക്കുന്നവരെ നിങ്ങൾക്ക് പരിചയമുണ്ടാവുമല്ലോ. വ്യത്യസ്തതരത്തിലുള്ള കണ്ണടകളിൽ ഏത് തരം ലെൻസാണ് ഉപയോഗിച്ചിരിക്കുന്നത്, അവയുടെ പവർ തുടങ്ങിയവ കണക്കാക്കി ഉപയോഗിക്കുന്നവരുടെ പ്രായം, നേരിടുന്ന പ്രശ്നം തുടങ്ങിയ വിവരങ്ങൾ ശേഖരിച്ച് പട്ടികപ്പെടുത്തി വിശകലനം ചെയ്യുക.

2. സുതാര്യമായ ഒരു പോളിത്തീൻ ബാഗിൽ ജലം നിറച്ച് ഏകദേശ ഗോളാകൃതി ലഭിക്കുന്ന രീതിയിൽ ആക്കി കെട്ടുക. അതിനെ ഒരു കോൺവെക്സ് ലെൻസായി ഉപയോഗപ്പെടുത്തി കത്തുന്ന മെഴുകുതിരിയുടെ പല വലുപ്പത്തിലുള്ള പ്രതിബിംബങ്ങൾ രൂപീകരിക്കുക.