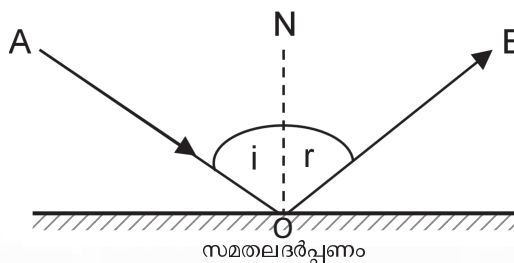


'Objects in the mirror are closer than they appear' എന്ന് കണ്ണാടിയിൽ എഴുതിയിരിക്കുന്ന തെന്തുകൊണ്ടാണെന്നുള്ള കുട്ടിയുടെ സംശയം നിങ്ങൾക്കുമുണ്ടായിട്ടില്ലേ? ഇതിന്റെ കാരണം നമുക്ക് കണ്ടെത്താം.

വസ്തുക്കളെ കാണുന്നതിന് അവശ്യംവേണ്ട ഒരു ഊർജ്ജരൂപമാണല്ലോ പ്രകാശം. ഏതെല്ലാം പ്രകാശപ്രതിഭാസങ്ങളാണ് ഇതിന് സഹായകമാകുന്നത്? പ്രതിപതനത്തെക്കുറിച്ചും അപവർത്തനത്തെക്കുറിച്ചും ചില കാര്യങ്ങൾ മുൻ ക്ലാസുകളിൽ നാം മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ടല്ലോ. പ്രകാശപ്രതിപതനത്തെക്കുറിച്ചു കൂടുതൽ കാര്യങ്ങൾ നമുക്ക് ചർച്ചചെയ്യാം.

വസ്തുക്കളുടെ ഉപരിതലങ്ങളിൽ തട്ടി പ്രകാശശക്തികൾ അതേ മാധ്യമത്തിലേക്കു തന്നെ തിരികെ വരുന്നതാണല്ലോ പ്രകാശപ്രതിപതനം. ഇത്തരം ദിശാവ്യതിയാനം സംഭവിക്കുന്നത് പ്രതിപതനനിയമങ്ങൾക്കനുസരണമായാണെന്നും നമുക്കറിയാം. ചിത്രം നിരീക്ഷിക്കൂ.



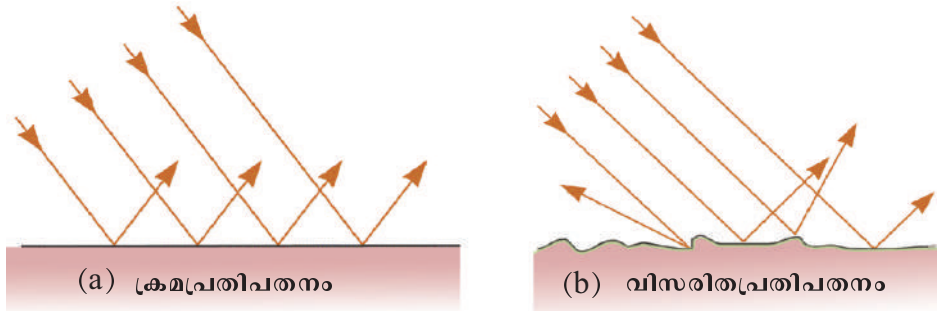
ചിത്രം 4.1

- പതനരശ്മി ഏതാണ്?
- പ്രതിപതനരശ്മി ഏതാണ്?
- പതനകോണിന്റെയും പ്രതിപതന കോണിന്റെയും അളവുകൾ തമ്മിൽ ബന്ധമുണ്ടോ?
- പതനരശ്മിയും പ്രതിപതനരശ്മിയും പതനബിന്ദുവിൽനിന്നു ദർപ്പണത്തിനു വരയ്ക്കുന്ന ലംബവും വ്യത്യസ്ത തലങ്ങളിലാണോ?

പ്രതിപതനനിയമങ്ങൾ എഴുതിനോക്കിയാലോ?

മിനുസമുള്ള പ്രതലങ്ങളിൽ തട്ടി പ്രകാശം പ്രതിപതിക്കുമ്പോൾ പതനകോണും പ്രതിപതനകോണും തുല്യമായിരിക്കും. പതനരശ്മിയും പ്രതിപതനരശ്മിയും പതനബിന്ദുവിലേക്ക് പ്രതിപതനതലത്തിനു വരയ്ക്കുന്ന ലംബവും ഒരേ തലത്തിലായിരിക്കും.

ഒരു പ്രകാശബീം വ്യത്യസ്ത സ്വഭാവമുള്ള രണ്ടു പ്രതലങ്ങളിൽ പതിക്കുമ്പോഴുണ്ടാകുന്ന പ്രതിപതനമാണ് താഴെ ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്.



ചിത്രം 4.2

രണ്ടു പ്രതലങ്ങളുടെയും ഉപരിതലങ്ങൾ തമ്മിൽ എന്തു വ്യത്യാസമാണ് ചിത്രത്തിൽ കാണാനാകുന്നത്? ചിത്രം 4.2 (b) ൽ പ്രതിപതനത്തിനുശേഷം പ്രകാശരശ്മികൾ സമാന്തരമായാണോ സഞ്ചരിക്കുന്നത്? മിനുസമല്ലാത്ത പ്രതലത്തിൽ പതിക്കുമ്പോൾ പ്രകാശം ക്രമരഹിതമായി പ്രതിപതിക്കുന്നതാണ്. ഇതാണ് വിസരിതപ്രതിപതനം. ഇവിടെ പ്രതിപതനം സംഭവിക്കുന്നുണ്ടെങ്കിലും പ്രതിബിംബം രൂപീകരിക്കപ്പെടുന്നില്ല. അന്തരീക്ഷത്തിലെ പൊടിപടലങ്ങളിൽ സൂര്യപ്രകാശത്തിനു സംഭവിക്കുന്നത് വിസരിതപ്രതിപതനമാണ്. ഇതു വിസരണം എന്നറിയപ്പെടുന്നു. വിസരണത്തെക്കുറിച്ചു കൂടുതലായി മറ്റൊരധ്യായത്തിൽ പഠിക്കാം.

ചിത്രം 4.2 (a)-ൽ ക്രമപ്രതിപതനമാണ് ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നത്. ചിത്രം നിരീക്ഷിച്ച് ഇത്തരം പ്രതിപതനങ്ങൾക്ക് ഒരു നിർവചനം നൽകാമോ?

-----

-----

സമതലദർപ്പണങ്ങളും ഗോളീയദർപ്പണങ്ങളും നമുക്ക് പരിചിതമാണല്ലോ. ഇത്തരം ദർപ്പണങ്ങളിലെല്ലാം ക്രമപ്രതിപതനമായിരിക്കുമല്ലോ സംഭവി

ക്കുന്നത്. ദർപ്പണങ്ങളിലെ പ്രകാശപ്രതിപതനത്തെക്കുറിച്ചും പ്രതിബിംബരൂപീകരണത്തെക്കുറിച്ചും കൂടുതൽ കാര്യങ്ങൾ മനസ്സിലാക്കാം.

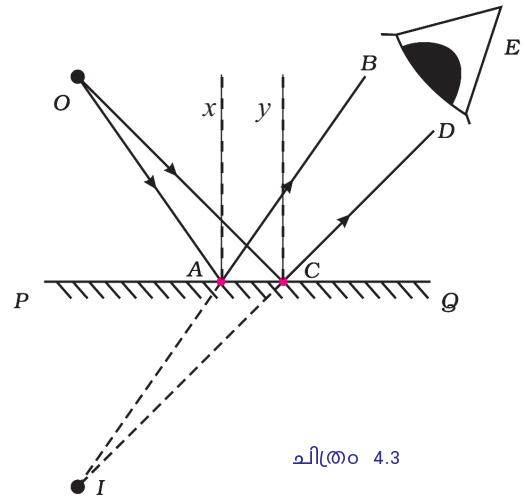


### സമതലദർപ്പണങ്ങളുടെ പ്രതിബിംബരൂപീകരണം

പ്രകാശത്തിന്റെ പ്രതിപതനനിയമങ്ങൾ നാം കണ്ടുവല്ലോ. ഈ നിയമം പ്രയോജനപ്പെടുത്തി പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനവും സ്വഭാവവും വലുപ്പവും കണ്ടെത്താനാകുമോ?

ഒരു സമതലദർപ്പണത്തിന്റെ മുമ്പിലായി O എന്ന ബിന്ദുവിൽ പ്രകാശസ്രോതസ്സ് ക്രമീകരിക്കുക. OA, OC എന്നീ രണ്ടു പ്രകാശരശ്മികൾ ദർപ്പണത്തിൽ ചരിഞ്ഞു പതിക്കുന്നതായി കണക്കാക്കുക.

പ്രതിപതന നിയമമനുസരിച്ച് AB, CD എന്നീ പ്രതിപതനരശ്മികളെ  $x$ ,  $y$  ലംബങ്ങളെ അടിസ്ഥാനമാക്കി വരയ്ക്കാമല്ലോ. ഇവയെ ദർപ്പണത്തിനു പിന്നിലേക്കു നീട്ടിവരച്ചാലോ?



ചിത്രം 4.3

ഇവ I എന്ന ബിന്ദുവിൽ സന്ധിക്കുന്നില്ലേ? ഇവിടെയല്ലേ പ്രതിബിംബം രൂപപ്പെടുന്നത്?

ഇവിടെ രൂപപ്പെടുന്ന പ്രതിബിംബങ്ങളുടെ താഴെ കൊടുത്ത സവിശേഷതകളെക്കുറിച്ച് നിങ്ങളുടെ അഭിപ്രായങ്ങൾ സയൻസ് ഡയറിയിൽ എഴുതൂ.

- ദർപ്പണത്തിൽനിന്നു വസ്തുവിലേക്കും പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുമുള്ള അകലം.
- പ്രതിബിംബം യഥാർത്ഥമാണോ മിഥ്യയാണോ?
- പ്രതിബിംബത്തിന്റെ വലുപ്പം

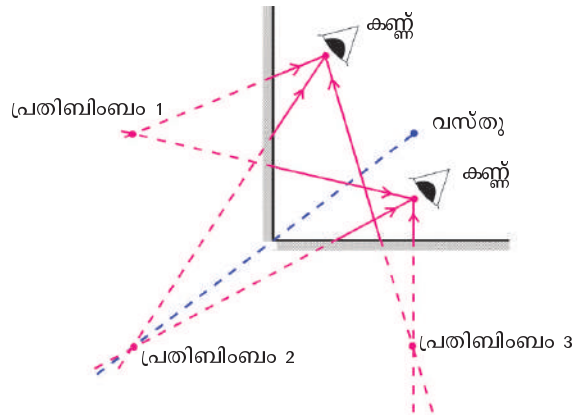
വസ്തുക്കളിൽ തട്ടിവരുന്ന പ്രകാശത്തിനു ദർപ്പണങ്ങളിൽവച്ച് പ്രതിപതനം സംഭവിക്കുമ്പോഴാണല്ലോ പ്രതിബിംബം രൂപീകരിക്കപ്പെടുന്നത്. ദർപ്പണങ്ങളുടെ എണ്ണം വർദ്ധിപ്പിക്കുകവഴി വസ്തുക്കളിൽനിന്നുള്ള പ്രകാശരശ്മികളെ കൂടുതൽ പ്രതിപതനങ്ങൾക്കു വിധേയമാക്കാനാവില്ലേ? അങ്ങനെയെങ്കിൽ രണ്ടു ദർപ്പണങ്ങളുപയോഗിക്കുമ്പോൾ ഒരു വസ്തുവിന്റെ എത്ര പ്രതിബിംബങ്ങൾ ഒരേസമയം നമുക്ക് കാണാൻ കഴിയും?

### ആവർത്തനപ്രതിപതനവും പ്രതിബിംബരൂപീകരണവും

രണ്ടു സമതലദർപ്പണങ്ങളെ അവയുടെ അരികുകൾ ചേർന്ന് വരത്തക്ക വിധത്തിൽ ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ ക്രമീകരിക്കുക. ഒരു മെഴുകുതിരി കത്തിച്ച് അവയ്ക്കിടയിൽ വയ്ക്കുക. മെഴുകുതിരിയുടെ എത്ര പ്രതിബിംബങ്ങൾ നിങ്ങൾക്ക് കാണാനാകുന്നുണ്ട്? ദർപ്പണങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള കോണളവുകൾ വ്യത്യാസപ്പെടുത്തി പ്രതിബിംബങ്ങളുടെ എണ്ണം കണക്കാക്കുക. നിങ്ങളുടെ നിരീക്ഷണങ്ങൾ പട്ടികയിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക.

കോണളവ് ( $\theta$ )	പ്രതിബിംബങ്ങളുടെ എണ്ണം ( $n$ )
45	
60	
90	
120	
180	

പട്ടിക 4.1



ചിത്രം 4.4

- A, B എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽനിന്നു നോക്കുമ്പോൾ എത്ര പ്രതിബിംബങ്ങൾ കാണാം?
- ദർപ്പണങ്ങൾക്കിടയിലെ മറ്റു സ്ഥാനങ്ങളിൽനിന്നോ?
- ദർപ്പണങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള കോണളവ് എത്രയാണ്?
- ദർപ്പണങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള കോണളവും പ്രതിബിംബങ്ങളുടെ എണ്ണവും എങ്ങനെ ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു?

$$\text{പ്രതിബിംബങ്ങളുടെ എണ്ണം } n = \frac{360}{\theta} - 1$$

### ദർപ്പണങ്ങളുടെ വീക്ഷണവിസ്തൃതിയും പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്വഭാവവും

കോൺവെക്സ് ദർപ്പണം, കോൺകേവ് ദർപ്പണം, സമതലദർപ്പണം എന്നിങ്ങനെ ദർപ്പണങ്ങൾ വിവിധ തരത്തിലുണ്ടെന്നു നമുക്കറിയാമല്ലോ. ദർപ്പണങ്ങൾ രൂപപ്പെടുത്തുന്ന പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനം, വലുപ്പം, സവിശേഷതകൾ എന്നിവയ്ക്കനുസരിച്ച് ഇവയെ വിവിധ സന്ദർഭങ്ങളിൽ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുകയാണ് ചെയ്യുന്നത്. താഴെ കൊടുത്ത പട്ടിക നിരീക്ഷിക്കൂ. വ്യത്യസ്ത ദർപ്പണങ്ങൾക്കു മുമ്പിൽ വിവിധ സ്ഥാനങ്ങളിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന വസ്തുക്കളുടെ പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനം, സവിശേഷതകൾ എന്നിവയാണ് പട്ടികപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത്.

സമതലദർപ്പണം	കോൺവെക്സ് ദർപ്പണം	കോൺകേവ് ദർപ്പണം	
		വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനം	പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനം, സവിശേഷതകൾ
ദർപ്പണത്തിൽനിന്നു വസ്തു വിലേക്കുള്ള അകലത്തിന് തുല്യ അകലത്തിൽ ദർപ്പണത്തിനു പിന്നിലായി പ്രതിബിംബം രൂപപ്പെടുന്നു. ഇത് മിഥ്യയും നിവർന്നതും വസ്തുവിന്റെ അതേ വലുപ്പത്തിലുമായിരിക്കും	മുഖ്യ ഫോക്കസിനും പോളിനും ഇടയിൽ പ്രതിബിംബം രൂപപ്പെടുന്നു.  ഇത് ചെറുതും മിഥ്യയും നിവർന്നതുമായിരിക്കും	വളരെ അകലെ	
		C-യ്ക്ക് അപ്പുറം	
		C-യിൽ	
		C-യ്ക്കും F നും ഇടയിൽ	
		F ൽ	
		F നും P യ്ക്കും ഇടയിൽ	

പട്ടിക 4.2

പട്ടിക 4.2 പൂർത്തിയാക്കി വിശകലനം ചെയ്യുന്നതിലൂടെ ദർപ്പണങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ടു താഴെ കൊടുത്ത നിഗമനങ്ങളിൽ എത്തിച്ചേരാംല്ലോ. ഓരോ നിഗമനവും നിത്യജീവിതത്തിൽ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്ന സന്ദർഭങ്ങൾ എഴുതൂ?

ദർപ്പണം	നിഗമനങ്ങൾ (പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനം, സവിശേഷതകൾ)	പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്ന സന്ദർഭങ്ങൾ
സമതല ദർപ്പണം	ദർപ്പണത്തിൽ നിന്നു വസ്തുവിലേക്കുള്ള അകലത്തിന് തുല്യമായി ദർപ്പണത്തിനു പിന്നിലായി പ്രതിബിംബം രൂപപ്പെടുന്നു. പ്രതിബിംബം മിഥ്യയും നിവർന്നതും വസ്തുവിന്റെ അതേ വലുപ്പത്തിലുമായിരിക്കും.	മുഖം നോക്കുന്നതിന്.
കോൺവെക്സ് ദർപ്പണം	പ്രതിബിംബം എല്ലായ്പ്പോഴും മൂവ്യഫോക്കസിനും പോളിനും ഇടയിൽ രൂപപ്പെടുന്നു. പ്രതിബിംബം ചെറുതും മിഥ്യയും നിവർന്നതുമായിരിക്കും.	റിയർവ്യൂ മിററായി ഉപയോഗിക്കുന്നു.
കോൺകേവ് ദർപ്പണം	വളരെ അകലെയുള്ള പ്രകാശരശ്മികളെ മൂവ്യഫോക്കസിലേക്കു കേന്ദ്രീകരിക്കുന്നു.	
കോൺകേവ് ദർപ്പണം	മൂവ്യ ഫോക്കസിൽനിന്നു പുറപ്പെടുന്ന പ്രകാശരശ്മികളെ സമാന്തരമായി അകലേക്ക് പ്രതിപതിപ്പിക്കുന്നു.	
കോൺകേവ് ദർപ്പണം	മൂവ്യഫോക്കസിനും പോളിനുമിടയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന വസ്തുക്കളുടെ വളരെ വലുപ്പത്തിലും നിവർന്നതുമായ പ്രതിബിംബം രൂപീകരിക്കുന്നു.	

പട്ടിക 4.3

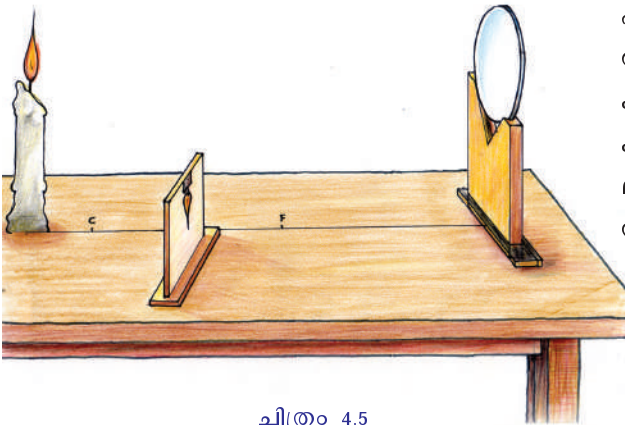
ഒരു ദർപ്പണത്തിലൂടെ കാണാൻ കഴിയുന്ന ദൃശ്യമാനതയുടെ പരമാവധി വ്യാപ്തിയാണ് വീക്ഷണവിസ്തൃതി (Field of view). ഓരോ ദർപ്പണവും അവയുടെ ആകൃതിയിലും രൂപപ്പെടുത്തുന്ന പ്രതിബിംബങ്ങളുടെ സ്വഭാവസവിശേഷതകളിലും വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നതുപോലെ വീക്ഷണവിസ്തൃതിയിലും വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. നാം മനസ്സിലാക്കിയ ദർപ്പണങ്ങളിൽ ഏറ്റവും കൂടുതൽ വീക്ഷണവിസ്തൃതിയുള്ളതു കോൺവെക്സ് ദർപ്പണങ്ങൾക്കാണ്. വാഹനങ്ങളിൽ റിയർവ്യൂ മിറർ ആയി ഇവ ഉപയോഗിക്കാനുള്ള കാരണമിപ്പോൾ കൂടുതൽ വ്യക്തമായല്ലോ.

ദർപ്പണങ്ങൾ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്ന സന്ദർഭങ്ങളിലെല്ലാം അവയുടെ ഫോക്കസ് ദൂരം നിർണ്ണയിക്കേണ്ടതായിവരുന്നുണ്ട്. ഇവയുടെ ഫോക്കസ് ദൂരം കണ്ടെത്തുന്നത് എപ്രകാരമാണ്? ഒരു പരീക്ഷണത്തിലൂടെ ഫോക്കസ് ദൂരം കണക്കാക്കുന്നതിനനുയോജ്യമായ ഒരു സമവാക്യം കണ്ടെത്താം.

### ദർപ്പണസമവാക്യവും ഫോക്കസ് ദൂരവും (Mirror Equation and Focal Length)

ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതു പോലെ മേശയിൽ ഒരു നേർരേഖ വരയ്ക്കുക. അതിന്റെ ഒരറ്റത്തായി ഒരു സ്റ്റാന്റിൽ 20 cm ഫോക്കസ് ദൂരമുള്ള കോൺകേവ് ദർപ്പണം വയ്ക്കുക. രേഖയിൽ, മൂവ്യഫോക്കസ് (F), വക്രതാകേന്ദ്രം (C),





ചിത്രം 4.5



എന്നിവ അടയാളപ്പെടുത്തുക. മുഖ്യ അക്ഷത്തിൽ വരത്തക്കവണ്ണം വക്രതാകേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നു കുറച്ചകലെയായി ഒരു മെഴുകുതിരി കത്തിച്ചുവയ്ക്കുക. വ്യക്തമായ പ്രതിബിംബം ലഭിക്കത്തക്കരീതിയിൽ ദർപ്പണത്തിനുമുന്നിൽ സ്ക്രീൻ ക്രമീകരിക്കുക.

- പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനം, സവിശേഷതകൾ എന്നിവ എന്തൊക്കെയാണ്?
- മെഴുകുതിരിയുടെ സ്ഥാനം മാറ്റുമ്പോൾ ലഭിക്കുന്ന പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനവും സവിശേഷതകളും നിരീക്ഷിക്കുക.

ദർപ്പണത്തിൽനിന്ന് വസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരത്തെ  $u$  എന്നും ദർപ്പണത്തിൽനിന്നു പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള ദൂരത്തെ  $v$  എന്നും കണക്കാക്കി അവ അളന്നു പട്ടികയിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക. വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനം വ്യത്യാസപ്പെടുത്തി പ്രവർത്തനം ആവർത്തിക്കുക.

ക്രമ നമ്പർ	വസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരം $u$ cm	പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം $v$ cm	$\frac{uv}{u+v}$
1	25		
2	30		
3	40		

പട്ടിക 4.4 ശരാശരി മൂല്യം=

പട്ടികയിൽനിന്നു കണ്ടെത്തിയ  $\frac{uv}{u+v}$  യുടെ ശരാശരി മൂല്യവും നിങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച ദർപ്പണത്തിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരവും തുല്യമല്ലേ?

ഇതിൽനിന്നു ഫോക്കസ് ദൂരം  $f = \frac{uv}{u+v}$  എന്നു മനസ്സിലാക്കാമല്ലോ.

$f = \frac{uv}{u+v}$  എന്നതിനെ പുനക്രമീകരിച്ചാൽ  $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$  എന്നു ലഭിക്കും.

ഇത് ദർപ്പണസമവാക്യം എന്ന് അറിയപ്പെടുന്നു.

വിവിധതരം ദർപ്പണങ്ങളിൽ വസ്തുക്കളുടെ സ്ഥാനത്തിന് വ്യത്യാസം വരുമ്പോൾ രൂപപ്പെടുന്ന പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനവും സ്വഭാവവും വ്യത്യാസപ്പെട്ടിരിക്കുമല്ലോ. ഇത്തരം സന്ദർഭങ്ങളിൽ ദർപ്പണങ്ങളുടെ ഫോക്കസ് ദൂരം കണ്ടെത്തുന്നതുപോലെത്തന്നെ പ്രതിബിംബത്തിന്റെ വലുപ്പവും സ്വഭാവവും നിർണ്ണയിക്കേണ്ടതും പ്രാധാന്യമർഹിക്കുന്നു. ഇതിനു സഹായകമാം വിധം രൂപപ്പെടുത്തിയെടുത്തതാണ് ന്യൂകാർട്ടീഷ്യൻ ചിഹ്നരീതി.

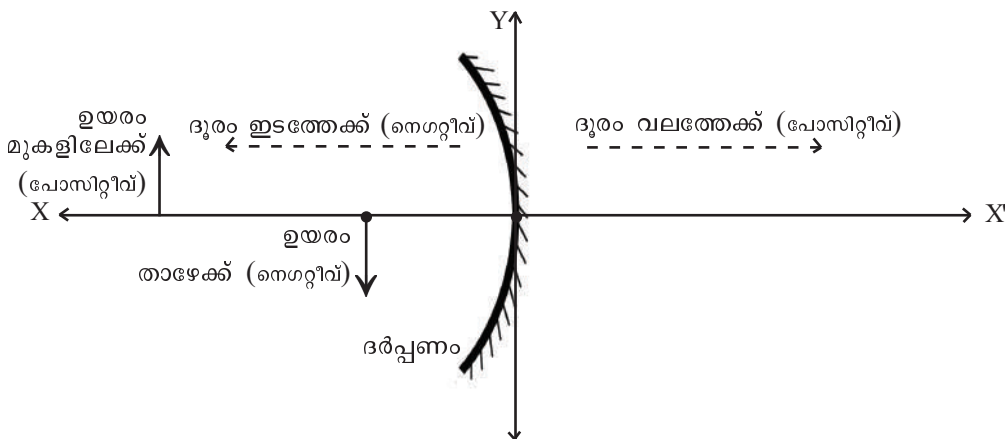
## ന്യൂ കാർട്ടീഷ്യൻ ചിഹ്നരീതി

ദർപ്പണം, ലെൻസ് എന്നിവയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട പരീക്ഷണങ്ങളിൽ ദൂരം അളക്കുന്നത് ഗ്രാഫിലെ അക്ഷങ്ങളുടേതിന് സമാനമായാണ്.

- ദർപ്പണത്തിന്റെ പോൾ, മൂലബിന്ദു (ഒറിജിൻ O) ആയി കണക്കാക്കിയാണ് നീളം അളക്കുന്നത്. എല്ലാ അളവുകളും ഒറിജിനിൽ നിന്നാണ് അളക്കേണ്ടത്.
- O യിൽ നിന്നു വലത്തോട്ട് അളക്കുന്നവ പോസിറ്റീവും എതിർദിശയിൽ അളക്കുന്നവ നെഗറ്റീവുമായിരിക്കും.
- X അക്ഷത്തിനു മുകളിലേക്കുള്ള ദൂരം പോസിറ്റീവും താഴേക്കുള്ളത് നെഗറ്റീവുമായിരിക്കും. പതനരശ്മി ഇടത്തുനിന്നും വലത്തോട്ട് സഞ്ചരിക്കുന്നതായി പരിഗണിക്കേണ്ടതാണ്.



ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന അളവുകൾ ന്യൂകാർട്ടീഷ്യൻ രീതിയിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക.



ചിത്രം 4.6

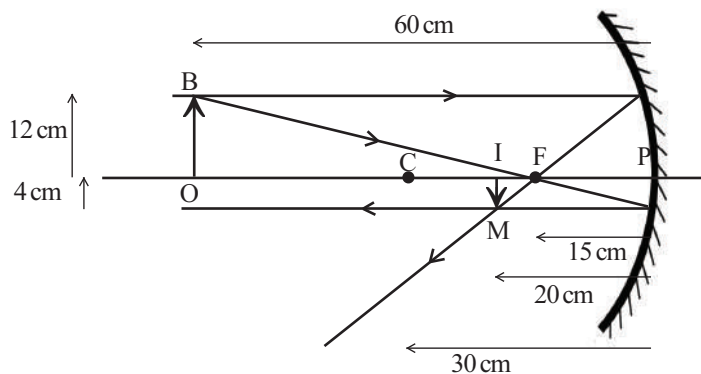
ദർപ്പണത്തിൽനിന്നു വസ്തുവിലേക്കുള്ള അകലം (u) = .....

ദർപ്പണത്തിൽനിന്നു പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള അകലം (v) = .....

വസ്തുവിന്റെ ഉയരം (OB) = .....

പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം (IM) = .....

ഒരു കോൺകേവ് ദർപ്പണത്തിന്റെ പ്രതിബിംബരൂപീകരണ ചിത്രമാണ് തന്നിരിക്കുന്നത്. ചിത്രം വിശകലനം ചെയ്ത് വിവിധ അളവുകൾ ന്യൂ കാർട്ടീഷ്യൻ ചിഹ്നരീതി ഉപയോഗിച്ച് എഴുതുക.



ചിത്രം 4.7

ദർപ്പണത്തിൽനിന്നു വസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരം (u)	-60 cm
ദർപ്പണത്തിൽനിന്നു പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള	
ദൂരം (v)	- - -
ഫോക്കസ് ദൂരം (f)	- - -
വക്രതാ ആരം (r)	-30 cm
വസ്തുവിന്റെ ഉയരം (OB)	+12 cm
പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം (IM)	

പട്ടിക 4.5

- ഒരു കോൺകേവ് ദർപ്പണത്തിന്റെ 30 cm മുൻപിലായി ഒരു വസ്തു വച്ചപ്പോൾ ദർപ്പണത്തിൽനിന്ന് 20 cm അകലെ സ്ക്രീനിൽ പ്രതിബിംബം ലഭിക്കുന്നു. ദർപ്പണത്തിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം കണ്ടുപിടിക്കുക.

$$u = -30 \text{ cm} \quad v = -20 \text{ cm}$$

$$f = \frac{uv}{u+v} = \frac{(-30) \times (-20)}{(-30-20)} = -12 \text{ cm}$$

- 40 cm ഫോക്കസ് ദൂരമുള്ള ഒരു കോൺകേവ് ദർപ്പണത്തിനു മുന്നിൽ 20 cm അകലെയായി വസ്തു വച്ചപ്പോൾ രൂപീകരിച്ച പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനം കണ്ടെത്തുക. പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്വഭാവം എന്തായിരിക്കും?

വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനവും പ്രതിബിംബത്തിന്റെ വലുപ്പവും തമ്മിൽ എന്തെങ്കിലും ബന്ധമുണ്ടോ? നമുക്ക് പരിശോധിക്കാം. ദർപ്പണസമവാക്യം കണ്ടെത്തുന്നതുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് ചെയ്ത പരീക്ഷണത്തിൽ മെഴുകുതിരിയ്ക്കു പകരം ഒരു സ്ലിറ്റ് ഉപയോഗിച്ചു നോക്കൂ.

വസ്തുവിന്റെ ഉയരം ( $h_o$ ), പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം ( $h_i$ ), വസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരം (u), പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം (v) എന്നിവ ന്യൂ കാർട്ടീഷ്യൻ ചിഹ്നരീതി ഉപയോഗിച്ച് കണ്ടെത്തി പട്ടികയിൽ ചേർക്കൂ. (സ്ക്രീനിൽ ഒരു ഗ്രാഫ് പേപ്പർ പതിച്ചാൽ പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം  $h_i$  നേരിട്ട് അളക്കാൻ കഴിയും).

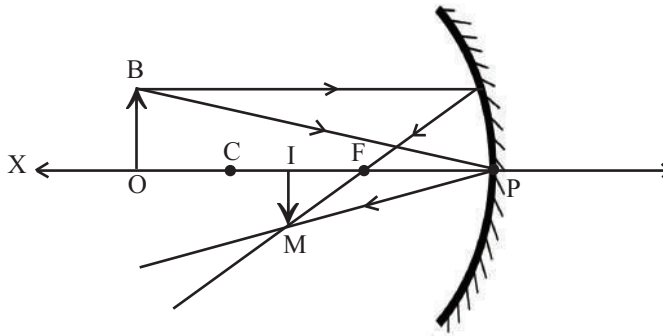
ഫോക്കസ് ദൂരം f (cm)	വസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരം u (cm)	പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം v (cm)	$\frac{v}{u}$	$h_o$ (cm)	$h_i$ (cm)	$\frac{h_i}{h_o}$
20						
20						
20						

പട്ടിക 4.6

$$\text{ശരാശരി } \frac{v}{u} = \quad \text{ശരാശരി } \frac{h_i}{h_o} =$$



ഇതെങ്ങനെ ഗണിതപരമായി തെളിയിക്കാമെന്നു നോക്കാം.



വകുതാകേന്ദ്രം C ക്ക് അപ്പുറം വച്ചിരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിന്റെ പ്രതിബിംബരൂപീകരണ രേഖാചിത്രമാണ് നൽകിയിരിക്കുന്നത്. മുഖ്യ അക്ഷത്തിന് വളരെ അടുത്ത് സമാന്തരമായി സഞ്ചരിക്കുന്ന പ്രകാശ രശ്മിയെയാണ് പരിഗണിച്ചിരിക്കുന്നത്. ചിത്രത്തിൽ OBP' ഉം IMP' ഉം സദൃശ ത്രികോണങ്ങളാണല്ലോ. ഇവയുടെ സമാന വശങ്ങൾ തമ്മിലുള്ള അനുപാതം എഴുതിനോക്കാം.

$$\frac{IM}{OB} = \frac{IP}{OP}$$

ചിത്രത്തിൽ  $IM = h_i$ ,  $OB = h_o$ ,  $IP = v$ ,  $OP = u$  ആണല്ലോ. മുകളിലത്തെ സമവാക്യത്തിൽ ആരോപിച്ചാൽ  $\frac{h_i}{h_o} = \frac{v}{u}$  ആണല്ലോ. ഈ സമവാക്യത്തെ ന്യൂ കാർട്ടീഷ്യൻ ചിഹ്നരീതി അനുസരിച്ച് എഴുതിയാൽ  $h_o =$  പോസിറ്റീവ്,  $h_i =$  നെഗറ്റീവ്,  $u =$  നെഗറ്റീവ്,  $v =$  നെഗറ്റീവ്

അതായത്,  $\frac{-h_i}{h_o} = \frac{-v}{-u}$

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

എന്നാൽ  $m = \frac{-h_i}{h_o}$

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

ആവർധനം  $m = \frac{h_i}{h_o} = \frac{-v}{u}$  ആയിരിക്കും.

- ഒരു കോൺകേവ് ദർപ്പണത്തിനു മുന്നിൽ 10 cm അകലെയായി 6 cm ഉയരമുള്ള ഒരു വസ്തു വച്ചപ്പോൾ യഥാർത്ഥ പ്രതിബിംബം 16 cm അകലത്തിൽ ലഭിച്ചു. പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം, ആവർധനം എന്നിവ കണ്ടെത്തുക.

$$\begin{aligned}\text{വസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരം} \quad u &= -10 \text{ cm} \\ \text{പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം} \quad v &= -16 \text{ cm} \\ \text{വസ്തുവിന്റെ ഉയരം} \quad h_o &= +6 \text{ cm} \\ \text{പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം} \quad h_i &= ?\end{aligned}$$

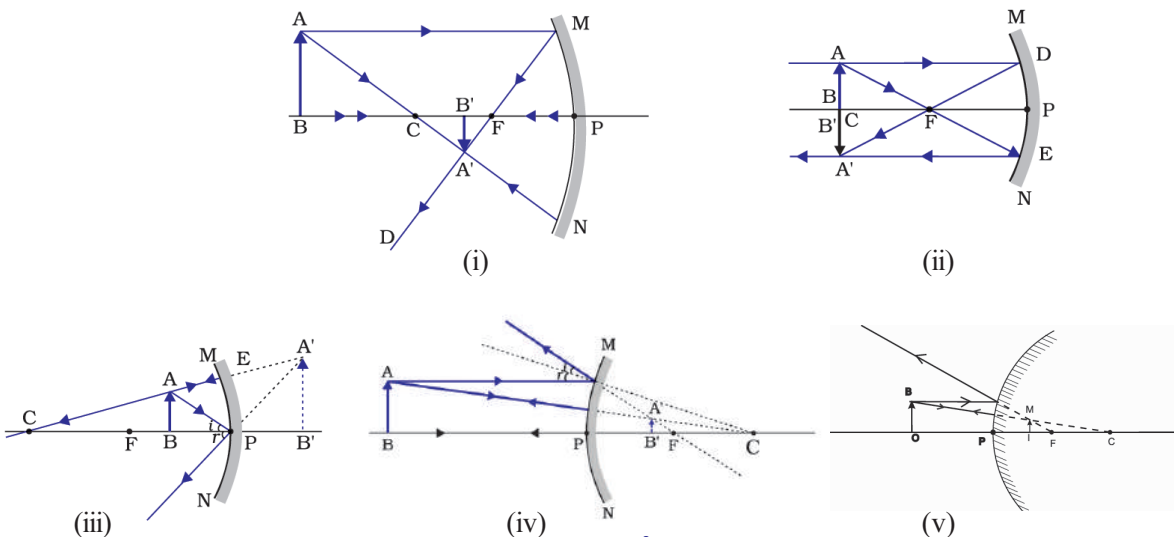
$$\begin{aligned}\text{ആവർധനം} \quad m &= \frac{-v}{u} \\ &= -\left(\frac{-16}{-10}\right) \\ &= -1.6\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ആവർധനം} \quad m &= \frac{h_i}{h_o} \\ h_i &= m \times h_o \\ &= -1.6 \times (+6)\end{aligned}$$

$$\text{പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം} \quad h_i = -9.6 \text{ cm}$$

- 5 cm ഫോക്കസ് ദൂരമുള്ള ഒരു കോൺകേവ് ദർപ്പണത്തിന്റെ മുന്നിലായി 8 cm അകലത്തിൽ ഒരു വസ്തു വയ്ക്കുന്നു. പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനം, ആവർധനം എന്നിവ കണ്ടെത്തുക. ഒരു ഗ്രാഫ് പേപ്പർ ഉപയോഗിച്ച് പ്രതിബിംബരൂപീകരണത്തിന്റെ രേഖാചിത്രം വരച്ച് പ്രതിബിംബം നിവർന്നതാണോ തലകീഴായതാണോ എന്നു കണ്ടെത്തുക.

ആവർധനത്തിൽനിന്ന് പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഏതൊക്കെ സവിശേഷതകൾ മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയും? താഴെ തന്നിരിക്കുന്ന ചിത്രങ്ങൾ നിരീക്ഷിച്ച് ന്യൂ കാർട്ടീഷ്യൻ ചിഹ്നരീതി ഉപയോഗിച്ച് പട്ടിക 4.7 പൂരിപ്പിക്കൂ.



ചിത്രം 4.9

ചിത്രം	$h_i$	$h_o$	ആവർധനം $m = \frac{h_i}{h_o}$	നിവർന്നത്,മിഥ്യ/ തലകീഴായത്, യഥാർഥം	വസ്തുവിനെ അപേക്ഷിച്ചു വലുപ്പം കുടുതൽ/ കുറവ്/തുല്യം
ചിത്രം 1	നെഗറ്റീവ്	പോസിറ്റീവ്	നെഗറ്റീവ്	തലകീഴായത്, യഥാർഥം	വസ്തുവിനേക്കാൾ ചെറുത്
ചിത്രം 2					
ചിത്രം 3					
ചിത്രം 4					
ചിത്രം 5					

പട്ടിക 4.7

പട്ടിക അപഗ്രഥിച്ച് താഴെക്കൊടുത്തിരിക്കുന്ന പ്രസ്താവനകളിൽ ശരിയായവ അടയാളപ്പെടുത്തുക.

- ആവർധനം ഒന്ന് ആയിരിക്കുമ്പോൾ വസ്തുവിന്റെ വലുപ്പവും പ്രതിബിംബത്തിന്റെ വലുപ്പവും തുല്യമായിരിക്കും.
- ആവർധനം ഒന്നിനേക്കാൾ കൂടുതലായാൽ പ്രതിബിംബം വസ്തുവിനേക്കാൾ വലുതായിരിക്കും.
- ആവർധനം ഒന്നിനേക്കാൾ ചെറുതായാൽ പ്രതിബിംബത്തിന്റെ വലുപ്പം വസ്തുവിനേക്കാൾ ചെറുതായിരിക്കും.
- ആവർധനം പോസിറ്റീവ് ആയിരിക്കുമ്പോൾ പ്രതിബിംബം തലകീഴായതും യഥാർഥവുമായിരിക്കും.
- ആവർധനം നെഗറ്റീവായിരിക്കുമ്പോൾ പ്രതിബിംബം നിവർന്നതും മിഥ്യയും ആയിരിക്കും.

മുകളിൽ കൊടുത്ത പട്ടികയിൽനിന്നു എല്ലായ്പ്പോഴും നിവർന്നതും ചെറുതുമായ പ്രതിബിംബം ലഭിക്കുന്ന ദർപ്പണം ഏതാണ് എന്നു കണ്ടെത്തി എഴുതൂ?

ഒരു കോൺവെക്സ് ദർപ്പണം രൂപീകരിക്കുന്ന പ്രതിബിംബം എല്ലായ്പ്പോഴും ചെറുതും നിവർന്നതുമായിരിക്കും. അതിനാൽ റിയർവ്യൂ മിററിൽ രൂപപ്പെടുന്ന പ്രതിബിംബം കാണുന്ന ഡ്രൈവർക്ക് പിന്നിൽനിന്നു വരുന്ന വാഹനങ്ങൾ വളരെ അകലത്തിലാണ് എന്ന തോന്നൽ ഉണ്ടാകുന്നു. ഇത് അപകടങ്ങൾക്ക് കാരണമാകുന്നു. വാഹനങ്ങളുടെ റിയർവ്യൂ മിററിൽ **'Objects in the Mirror are closer than they Appear'** എന്ന് എഴുതിവെച്ചിരിക്കുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണെന്ന് മനസ്സിലാ യല്ലോ.



## വിലയിരുത്താം

1. ഒരു ദന്തഡോക്ടർ പല്ലു പരിശോധിക്കുന്നതിനായി 8 cm ഫോക്കസ് ദൂരമുള്ള ഒരു ദർപ്പണം ഉപയോഗിക്കുന്നു. പല്ലു വ്യക്തമായി കാണുന്നതിന് പല്ലും ദർപ്പണവും തമ്മിൽ പരമാവധി എത്ര അകലത്തിനുള്ളിലായിരിക്കണം? നിങ്ങളുടെ അഭിപ്രായത്തിനു കാരണം വിശദീകരിക്കുക. ഡോക്ടർ ഉപയോഗിച്ച ദർപ്പണം ഏതുതരം ഗോളീയദർപ്പണമായിരിക്കും?
2. ഒരു ഗോളീയദർപ്പണം വസ്തുവിന്റെ 5 m അകലെയായി അതിന്റെ അഞ്ച് ഇരട്ടി വലുപ്പമുള്ള പ്രതിബിംബം രൂപപ്പെടുത്തുന്നുവെന്നു കരുതുക. അങ്ങനെയെങ്കിൽ ദർപ്പണം കോൺവെക്സോ കോൺകേവോ എന്ന് നിർണ്ണയിക്കുക. ദർപ്പണത്തിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം എത്രയായിരിക്കും?
3. ഒരു മോട്ടോർബൈക്ക് യാത്രക്കാരുടെ, പിന്നിൽ വരുന്ന ഒരു കാറിനെ അതിന്റെ യാഥാർത്ഥ്യ വലുപ്പത്തിന്റെ  $\frac{1}{6}$  മടങ്ങായി റിയർവ്യൂ മിററിൽ കാണുന്നു. ബൈക്കും കാറും തമ്മിലുള്ള യാഥാർത്ഥ്യ അകലം 30 m ആണെങ്കിൽ റിയർവ്യൂ മിററിന്റെ വക്രതാ ആരം കണക്കാക്കുക.
4. ബ്യൂട്ടിക്ലിനിക്സിൽ വെച്ചിരിക്കുന്ന 72 cm ഫോക്കസ് ദൂരമുള്ള ഒരു ഷേവിങ് മിറർ 18 cm അകലെയ്ക്ക് ഒരാൾ ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഇയാളുടെ പ്രതിബിംബം എത്ര അകലെയായി രൂപപ്പെടും? പ്രതിബിംബം യാഥാർത്ഥ്യമോ മിഥ്യയോ? പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ആവർധനം എത്രയായിരിക്കും? ഇത് ഏതുതരം ദർപ്പണമാണ്?
5. 12 cm വ്യാസമുള്ള ഒരു റബ്ബർ പന്ത് പൂർണ്ണമായും അലൂമിനിയം ഫോയിൽകൊണ്ടു പൊതിഞ്ഞു മിനുസമുള്ള പ്രതിപതനതലമാക്കി മാറ്റുക. പന്തിന്റെ കേന്ദ്രത്തിൽ നിന്നു 12 cm അകലെ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ഒരു വസ്തുവിന്റെ പ്രതിബിംബം എവിടെ രൂപപ്പെടും? പ്രതിബിംബം യാഥാർത്ഥ്യമോ മിഥ്യയോ?
6. പ്രകാശം പ്രതിപതിച്ച് കണ്ണിൽ പതിക്കുന്നതുമൂലമാണല്ലോ നമുക്ക് പുസ്തകം വായിക്കാൻ സാധിക്കുന്നത്. എന്നാൽ ഇത്തരം സന്ദർഭങ്ങളിൽ നമ്മുടെ പ്രതിബിംബം ഒരു ദർപ്പണത്തിലെന്നപോലെ കാണാൻ സാധിക്കാത്തത് എന്തുകൊണ്ടാണ്? വിശദീകരിക്കുക.
7. സമതലദർപ്പണങ്ങൾ രൂപപ്പെടുത്തുന്ന പ്രതിബിംബം യാഥാർത്ഥ്യമോ മിഥ്യയോ? ഇത്തരത്തിലുള്ള ദർപ്പണം തലകീഴായ പ്രതിബിംബം രൂപപ്പെടുത്തുന്ന ഒരു സന്ദർഭം എഴുതുക.



## തുടർപ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. ആവർത്തനപ്രതിപതനം ഉപയോഗപ്പെടുത്താവുന്ന കളിപ്പാട്ടങ്ങൾ നിർമ്മിക്കുക.
2. ഒരു റിഫ്ളക്ടിങ് ടെലിസ്കോപ്പ് നിർമ്മിക്കുക.
3. ഒരു കോൺകേവ് ദർപ്പണത്തിന്റെ പ്രതിപതനതലത്തിന്റെ പകുതി ഭാഗം കറുത്ത പെയിന്റ് അടിക്കുക. പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്ഥാനം, സ്വഭാവം എന്നീ സവിശേഷതകളിൽ എന്തു മാറ്റമാണുണ്ടാവുക? നിങ്ങളുടെ അഭിപ്രായം സാധൂകരിക്കുക.