1 പ്രകാശത്തിന്റെ അപവർത്തനം

ആമുഖം

പ്രകൃതിയെക്കുറിച്ച് മനസ്സിലാക്കാനും ഇടപെടാനും മനുഷ്യന് ഏറെ സഹായകമായത് അവന്റെ കാഴ്ചയാണ്. കാഴ്ചയ്ക്ക് നിദാനമായി വർത്തിക്കുന്നത് പ്രകാശമാണല്ലോ. പ്രകാശമില്ലാത്ത ഒരു ലോകത്തെക്കുറിച്ച് സങ്കൽപ്പിക്കാൻ പോലും കഴിയില്ല. എന്താണ് പ്രകാശം? പ്രകാശത്തിന്റെ വിവിധ പ്രതിഭാസങ്ങൾ ആയ പ്രതിപതനം, നേർരേഖാസംചരണം തുടങ്ങിയവ മുൻ ക്ലാസുകളിൽ കുട്ടികൾ പഠിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇവയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട കൗതുകമുണർത്തുന്ന ധാരാളം പ്രവർത്തനങ്ങളും കുട്ടികൾ പരിചയപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്. ഈ യൂണിറ്റിൽ പ്രകാശത്തിന്റെ അപവർത്തനം എന്ന പ്രതിഭാസത്തെക്കുറിച്ചാണ് പ്രതിപാദിക്കുന്നത്. പ്രപഞ്ചത്തിലെ കൗതുക കാഴ്ചകളായ മഴവില്ല്, മരീചിക, നക്ഷത്രങ്ങളുടെ മിന്നിത്തിളക്കം തുടങ്ങിയവയുടെയെല്ലാം രഹസ്യങ്ങൾ ചുരുളഴിയപ്പെടുന്നത് പ്രകാശ പ്രതിഭാസമായ അപവർത്തനത്തെക്കുറിച്ച് കൂടി മനസ്സിലാക്കുന്നതിലൂടെയാണ്. വരും ലോകത്തിൽ ജീവിക്കാൻ ആവശ്യമായ സാഹചര്യങ്ങൾ സൃഷ്ടിക്കുന്നതിൽ പ്രകാശപ്രതിഭാസങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള അറിവ് അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്. ഇതിനായി പ്രകാശം എന്താണെന്ന് കൂടുതൽ മനസിലാക്കേണ്ടതുണ്ട്.

പ്രകാശം തരംഗമായി സഞ്ചരിക്കുന്ന ഒരു തരം ഊർജരൂപമാണ്. എന്നാൽ ശബ്ദത്തിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തമായി, പ്രകാശത്തിന് സഞ്ചരിക്കാൻ ഒരു മാധ്യമം ആവശ്യമില്ല. പ്രകാശം ഒരു വൈദ്യുതകാന്തിക തരംഗമാണ് (Electromagnetic Wave). ശൂന്യതയിലൂടെയോ, ദ്രവ്യത്തിലൂടെയോ സഞ്ചരിക്കാൻ കഴിയുന്ന തരംഗങ്ങളാണ് വൈദ്യുതകാന്തിക തരംഗങ്ങൾ. അത് നിരന്തരം മൂല്യങ്ങൾ മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്ന (Periodic) വൈദ്യുത കാന്തിക മണ്ഡലങ്ങൾ ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. വൈദ്യുതചാർജുള്ള കണങ്ങളുടെ കമ്പനം വഴിയാണ് പ്രകാശത്തിന്റെ ഉത്പാദനം ഉണ്ടാകുന്നത്. ഈ കണങ്ങളുടെ അല്ലെങ്കിൽ ഇലക്ട്രോണുകളുടെ ആവർത്തിച്ചുള്ള കമ്പനങ്ങൾ ഫോട്ടോണുകൾ എന്ന് വിളിക്കപ്പെടുന്ന പ്രകാശോർജത്തിന്റെ ചെറിയ "പാക്കറ്റുകൾ" പുറത്തു വിടുന്നു. പ്രകാശത്തെക്കുറിച്ചും അതിന്റെ സവിശേഷതകളെക്കുറിച്ചും കൂടുതലറിയാൻ ശാസ്ത്രജ്ഞർ ഇപ്പോഴും പഠിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുകയാണ്. പ്രകാശത്തിന്റെ അപവർത്തനവും അതിന്റെ സവിശേഷതയും മനസ്സിലാക്കുന്നതിനുള്ള ലഘുപരീക്ഷണങ്ങൾ, അപവർത്തനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് നക്ഷത്രങ്ങളുടെ മിന്നിത്തിളക്കം, ഉദിക്കുന്നതിന് അല്പം മുമ്പും അസ്തമിച്ച ശേഷം അല്പസമയം വരെയും സൂര്യനെ ദൃശ്യമാകുന്നതിനുള്ള കാരണം, പൂർണാന്തര പ്രതിപതനം, ഇത് പ്രയോജനപ്പെടുത്തിയ സന്ദർഭങ്ങൾ, മരീചിക, മരീചിക ദൃശ്യമാവുന്നതിന്റെ കാരണം എന്നിവയൊക്കെയാണ് പ്രകാശത്തിന്റെ അപവർത്തനം എന്ന ഒന്നാം യൂണിറ്റിൽ പ്രതിപാദിക്കുന്നത്.

പ്രകാശത്തിന്റെ അപവർത്തനം എന്ന യൂണിറ്റിനെ 3 മൊഡ്യൂളുകളായി തിരിച്ചിരിക്കുന്നു.

സിലബസ് ഗ്രിഡ്

പഠനലക്ഷ്യങ്ങൾ	ആശയങ്ങൾ/ ഉപാശയങ്ങൾ	ധാരണകൾ/ ശേഷികൾ/ നൈപുണികൾ	മൂല്യങ്ങൾ/ മനോഭാവങ്ങൾ	പഠന പ്രവർത്തനങ്ങൾ/ പ്രക്രിയ വിശദാംശങ്ങൾ	ആവശ്യമായ സാമഗ്രികൾ	വിലയിരുത്തൽ ഉല്പന്നങ്ങൾ പഠനത്തെളിവ്	സമയം
പരീക്ഷണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ ചിത്രവിശകലനങ്ങൾ എന്നിവയിലൂടെ അപവർത്തനം എന്താണെന്ന് വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയുന്നു	അപവർത്തന വുമായി ബന്ധപ്പെട്ട പരീക്ഷണങ്ങൾ, അപവർത്തനം, പതനകോൺ, അപവർത്തന കോൺ	നിരീക്ഷണം, താരതമ്യം ചെയ്യൽ, നിഗമന രൂപീകരണം.	ശാസ്ത്രീയമനോഭാവം	ഒന്നോ രണ്ടോ തുള്ളി പാൽ ചേർത്ത് ജലം ഒരു ടഫിൽ എടുക്കുക. ടഫിൽ ബാക്കിയുള്ള ഭാഗത്ത് പുക നിറച്ചശേഷം ഒരു സുതാര്യമായ പേപ്പർകൊണ്ട് അടയ്ക്കുക. ഒരു ലേസർ ടോർച്ചിൽനിന്നുള്ള പ്രകാശം ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന രീതിയിൽ പതിപ്പിച്ച് പ്രകാശപാത കൃത്യമായി നിരീക്ഷിക്കുന്നു.	ലേസർ ടോർച്ച്, സുതാര്യമായ ടഫ്, സുതാര്യമായ പേപ്പർ, വർക്ക് ഷീറ്റ്, ജലം, പാൽ, ചന്ദനത്തിരി, തീപ്പെട്ടി	പൂർത്തികരിച്ച വർക്ക് ഷീറ്റ്, വരച്ച ചിത്രം.	1 പിരിയഡ്
പരീക്ഷണം, ചിത്ര വിശകലനം, ചർച്ച എന്നിവയിലൂടെ അപവർത്തനത്തിന്റെ കാരണം വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയുന്നു	പ്രകാശിക സാന്ദ്രതയും അപവർത്തനവും പ്രകാശവേഗവും പ്രകാശിക സാന്ദ്രതയും	നിരീക്ഷണം, നിഗമന രൂപീകരണം,	ശാസ്ത്രീയമനോഭാവം	മിനുസമുള്ള ഒരു പ്രതല ത്തിൽ നിന്ന് പരുപരുത്ത പ്രതലത്തിലേക്കും, തിരിച്ച് പരുപരുത്ത പ്രതലത്തിൽ നിന്ന് മിനുസമുള്ള പ്രതലത്തിലേക്കും ഒരു ടോയ് കാറിനെ ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന തരത്തിൽ കടത്തിവിട്ട് ടോയ് കാറിന്റെ ചലന വേഗവും ദിശയും നിരീക്ഷിക്കുന്ന പരീക്ഷണം.	ടോയ് കാർ, മിനുസമുള്ള ഒരു പ്രതലം, പരുപരുത്ത പ്രതലം മാധ്യമങ്ങളി ലൂടെയുള്ള പ്രകാശ വേഗം - പട്ടിക ഐ.സി.ടി (PhET)	നിരീക്ഷണക്കുറിപ്പ് (സയൻസ് ഡയറി)	1 പിരിയഡ്

പഠനലക്ഷ്യങ്ങൾ	ആശയങ്ങൾ/ ഉപാശയങ്ങൾ	ധാരണകൾ/ ശേഷികൾ/ നൈപുണികൾ	മൂല്യങ്ങൾ/ മനോഭാവങ്ങൾ	പഠന പ്രവർത്തനങ്ങൾ/ പ്രക്രിയ വിശദാംശങ്ങൾ	ആവശ്യമായ സാമഗ്രികൾ	വിലയിരുത്തൽ ഉല്പന്നങ്ങൾ പഠനത്തെളിവ്	സമയം
പരീക്ഷണം, പട്ടിക വിശകലനം തുടങ്ങിയവയിലൂടെ അപവർത്തനാങ്കം എന്താണെന്ന് വിശദീകരിക്കാനും അപവർത്തനാങ്കത്തെ സ്വാധീനിക്കുന്ന ഘടകങ്ങൾ ഏതെല്ലാമെന്ന് തിരിച്ചറിയാനും കഴിയുന്നു.	അപവർത്തനാങ്കം, അപവർത്തനാങ്കവും പ്രകാശവേഗവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം	നിരീക്ഷണം, നിഗമന രൂപീകരണം, പ്രശ്നനിർധാരണ നൈപുണി, വിശകലനം.	ശാസ്ത്രീയ മനോഭാവം	വിവിധ മാധ്യമങ്ങളിലൂടെയുള്ള പ്രകാശ വേഗം പട്ടികയിൽ നൽകിയിരിക്കുന്നതിൽ നിന്ന് അപവർത്തനാങ്കം കണ്ടെത്തൽ.	മാധ്യമങ്ങളിലൂടെയുള്ള പ്രകാശ വേഗം, പട്ടിക	സയൻസ് ഡയറി, പൂർത്തീകരിച്ച പട്ടിക	1 പിരിയഡ്
പരീക്ഷണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ, ചിത്രവിശകലനങ്ങൾ തുടങ്ങിവയിലൂടെ അപവർത്തന നിയമങ്ങൾ രൂപീകരിക്കാൻ കഴിയുന്നു	അപവർത്തനനിയമങ്ങൾ *പ്രകാശിക സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് പ്രകാശിക സാന്ദ്രത കൂടിയ മാധ്യമത്തിലേക്കും. പ്രകാശിക സാന്ദ്രത കൂടിയ മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിലേക്കും പ്രകാശം കടക്കുമ്പോൾ അപവർത്തന രശ്മിയുടെ ദിശാവ്യതിയാനത്തിന്റെ പ്രത്യേകതകൾ.	നിരീക്ഷണം, നിഗമന രൂപീകരണം, വിശകലനം	ശാസ്ത്രീയ മനോഭാവം	ചിത്ര വിശകലനം, പട്ടികപൂർത്തീകരിക്കൽ	വിവിധ മാധ്യമ ജോഡികളിലൂടെ കടന്നു പോകുന്ന പ്രകാശ രശ്മിയുടെ പ്രത്യേകതകൾ കാണിക്കുന്ന ചിത്രങ്ങൾ, പട്ടിക, ഗ്ലാസ് സ്ലാബ്, ലേസർടോർച്ച്.	സയൻസ് ഡയറിക്കുറിപ്പുകൾ പൂർത്തീകരിച്ച പട്ടിക	1 പിരിയഡ്
പരീക്ഷണ പ്രവർത്തനം, ചിത്രനിരീക്ഷണം, ചർച്ച തുടങ്ങിയവയിലൂടെ അപവർത്തനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട പ്രായോഗിക പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് വിശദീകരണം നൽകാൻ കഴിയുന്നു.	അപവർത്തനം.	നിരീക്ഷണം, നിഗമന രൂപീകരണം, ചർച്ച പങ്കാളിത്തം പ്രശ്നനിർധാരണനൈപുണി, വിശകലന നൈപുണി	ശാസ്ത്രീയ മനോഭാവം	നാണയവും കപ്പും ഉപയോഗിച്ചുള്ള പരീക്ഷണം ഗ്ലാസ് സ്ലാബിലെ അപവർത്തനം	നാണയം, കപ്പ്, ജലം	ചർച്ചാക്കുറിപ്പ്	1 പിരിയഡ്

പഠനലക്ഷ്യങ്ങൾ	ആശയങ്ങൾ/ ഉപാശയങ്ങൾ	ധാരണകൾ/ ശേഷികൾ/ നൈപുണികൾ	മൂല്യങ്ങൾ/ മനോഭാവങ്ങൾ	പഠന പ്രവർത്തനങ്ങൾ/ പ്രക്രിയ വിശദാംശങ്ങൾ	ആവശ്യമായ സാമഗ്രികൾ	വിലയിരുത്തൽ ഉല്പന്നങ്ങൾ പഠനതെളിവ്	സമയം
ചിത്രം/വീഡിയോ വിശകലനം, ചർച്ച എന്നിവയിലൂടെ അന്തരീക്ഷത്തിൽ നടക്കുന്ന അപവർത്തന ത്തെക്കുറിച്ച് വിശദീകരിക്കാനും കാരണങ്ങൾ കണ്ടെത്താനും കഴിയുന്നു.	നക്ഷത്രങ്ങൾ മിന്നിത്തിളക്കം ഉദിക്കുന്നതിന് ഒരല്പം മുമ്പും അസ്തമയനത്തിന് ഒരല്പം ശേഷവും സൂര്യനെ കാണുന്നു.	യുക്തി ചിന്ത, കാര്യകാരണ ബന്ധം കണ്ടെത്തൽ	പ്രകൃതി പ്രതിഭാസങ്ങൾക്ക് യുക്തി സഹമായ വിശദീകരണം നൽകാനുള്ള കഴിവ്	ടെക്സ്റ്റ് ബുക്ക് ചിത്രം/ വീഡിയോ വിശകലനം, ഐ.സി.ടി., ചർച്ച എന്നിവയിലൂടെ അന്തരീക്ഷത്തിൽ നടക്കുന്ന അപവർത്തനത്തെക്കുറിച്ച് വിശദീകരിക്കാനും കാരണങ്ങൾ കണ്ടെത്താനുമുള്ള പ്രവർത്തനം.	ടെക്സ്റ്റ് ബുക്ക് ചിത്രം/ഐ.സി.ടി	വിശകലനക്കുറിപ്പ്	1 പിരിയഡ്
പരീക്ഷണം നിരീക്ഷണം, ചിത്ര വിശകലനം തുടങ്ങിയവ യിലൂടെ പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം എന്താണെന്ന് തിരിച്ചറിഞ്ഞ് വിശദീകരിക്കാൻ കഴിയുന്നു.	ക്രിട്ടിക്കൽ കോൺ പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം,	കാര്യകാരണ ബന്ധം കണ്ടെത്തൽ നിരീക്ഷണശേഷി	തെളിവുകളുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ നിഗമനത്തിലെ ത്താനുള്ള മനോഭാവം	പരീക്ഷണം (സാന്ദ്രത കൂടിയ മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിലേക്ക് പ്രകാശം പതിക്കുന്ന പരീക്ഷണം. പതനകോൺ, അപവർത്തന കോൺ എന്നിവ അളന്ന് താരതമ്യം ചെയ്ത് നിഗമനം രൂപീകരിക്കാനുള്ള പരീക്ഷണം.	ലേസർ ടോർച്ച്, സുതാര്യമായ ടഫ്, വർക്ക്ഷീറ്റ് കോണുകൾ അടയാളപ്പെടുത്തിയ ചാർട്ട്, അർധവൃത്താ കൃതിയിലുള്ള ഗ്ലാസ് സ്ലാബ്, പ്രൊടാക്ടർ, ബൈസൈക്കിൾ, റിഫ്ലക്ടർ	പൂർത്തീകരിച്ച വർക്ക്ഷീറ്റ് ചിത്രീകരണം	1 പിരിയഡ്

പഠനലക്ഷ്യങ്ങൾ	ആശയങ്ങൾ/ ഉപാശയങ്ങൾ	ധാരണകൾ/ ശേഷികൾ/ നൈപുണികൾ	മൂല്യങ്ങൾ/ മനോഭാവങ്ങൾ	പഠന പ്രവർത്തനങ്ങൾ/ പ്രക്രിയ വിശദാംശങ്ങൾ	ആവശ്യമായ സാമഗ്രികൾ	വിലയിരുത്തൽ ഉല്പന്നങ്ങൾ പഠനതെളിവ്	സമയം
ചർച്ച, ചിത്ര വിശകലനം സെമിനാർ തുടങ്ങിയവയിലൂടെ പൂർണാന്തര പ്രതിപതനം പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്ന സന്ദർഭങ്ങളും പ്രായോഗിക അനുഭവങ്ങളും തിരിച്ചറിയാൻ കഴിയുന്നു.	ഒപ്റ്റിക്കൽ ഫൈബർ കേബിളുകൾ, താക്കോൽ ദ്വാര ശസ്ത്രക്രിയകൾ, വാർത്താവിനിമയരംഗം തുടങ്ങിയവയിലെ പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനത്തിന്റെ പ്രായോഗിക ഉപയോഗം	വിശകലന ശേഷി	ശാസ്ത്രരംഗത്തെ വളർച്ചയാണ് മനുഷ്യ പുരോഗതിയുടെ അടിസ്ഥാനമെന്ന മനോഭാവം.	സെമിനാർ, ചർച്ച, ചിത്ര വിശകലനം തുടങ്ങിയവയിലൂടെ വാർത്താവിനിമയ രംഗം, മെഡിക്കൽമേഖലകളിൽ. ഒപ്റ്റിക്കൽ ഫൈബർ കേബിളുകളുടെ ഉപയോഗത്തെക്കുറിച്ച് ധാരണ ഉറപ്പിക്കുന്ന പ്രവർത്തനം.	**വീഡിയോ, ബന്ധപ്പെട്ട ചിത്രങ്ങൾ**	ചർച്ചാക്കുറിപ്പ്, സെമിനാർ റിപ്പോർട്ട്	2 പിരിയഡ്
	പെരിസ്കോപ്പ്, പ്രിസം ഉപയോഗിച്ചുള്ള പെരിസ്കോപ്പിന്റെ മേൻമകൾ.	വർഗീകരണം, പട്ടികപ്പെടുത്തൽ അവതരണ മികവ്.		പ്രിസം ഉപയോഗിക്കുന്ന ചില ഉപകരണങ്ങളിൽ പൂർണാന്തര പ്രതിപതനം എങ്ങനെ പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്നു എന്ന് തിരിച്ചറിയുന്നതിനുള്ള പ്രവർത്തനം.	പെരിസ്കോപ്പ്, റെക്ടാങ്കുലർ ഗ്ലാസ് പ്രിസം പ്രിസങ്ങൾ രണ്ടെണ്ണം, പൈപ്പുകൾ/ കാർഡ് ബോർഡ്, കണക്ടർ		
	മരീചിക	യുക്തി ചിന്ത, കാര്യകാരണ ബന്ധം കണ്ടെത്തൽ	പ്രകൃതി പ്രതിഭാസങ്ങൾക്ക് യുക്തി സഹമായ വിശദീകരണം നൽകാനുള്ള കഴിവ്	അന്തരീക്ഷത്തിൽ നടക്കുന്ന അപവർത്തനത്തെ ക്കുറിച്ച് വിശദീകരിക്കാനും കാരണങ്ങൾ കണ്ടെത്താനുള്ള പ്രവർത്തനം	ഐ.സി.ടി		

ഉള്ളടക്ക വിശകലനം

മൊഡ്യൂൾ 1 **(പീരിയഡ് - 5)**

അപവർത്തനം - പ്രകാശിക സാന്ദ്രത - അപവർത്തനങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട പരീക്ഷണങ്ങൾ) - പ്രകാശിക സാന്ദ്രതയും അപവർത്തനവും - പ്രകാശവേഗവും പ്രകാശിക സാന്ദ്രതയും - ഗ്ലാസ് സ്ലാബിലൂടെയുള്ള അപവർത്തനം - അപവർത്തന നിയമങ്ങൾ.

ആവശ്യമായ സാമഗ്രികൾ

ലേസർ ടോർച്ച്, സുതാര്യമായ ടഫ്, സുതാര്യമായ പേപ്പർ, വർക്ക് ഷീറ്റ്, ജലം, പാൽ, ചന്ദന ത്തിരി, തീപ്പെട്ടി, ടോയ്കാർ, മിനുസമുള്ള പ്രതലം, പരുപരുത്ത പ്രതലം, പട്ടിക, നാണയം, കപ്പ്, ഐ.സി.ടി., ഗ്ലാസ്സ്ലാബ്

മൊഡ്യൂൾ 2 **(പീരിയഡ് - 2)**

അന്തരീക്ഷ അപവർത്തനത്തിന്റെ ഉദാഹരണങ്ങൾ - നക്ഷത്രങ്ങൾ മിന്നിത്തിളങ്ങുന്നത് - ഉദയത്തിന് മുമ്പും അസ്തമയത്തിനു ശേഷവും അല്പസമയം സൂര്യനെ കാണുന്നത്.

ആവശ്യമായ സാമഗ്രികൾ

ടെക്സ്റ്റ് ബുക്ക് ചിത്രം/ഐ.സി.ടി

മോഡ്യൂൾ – 3 **(പിരീഡ് - 3)**

പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം - ക്രിട്ടിക്കൽ കോൺ - പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനത്തിന്റെ പ്രായോഗിക ഉപയോഗങ്ങൾ - മരീചിക

ആവശ്യമായ സാമഗ്രികൾ

ലേസർ ടോർച്ച്, സുതാര്യമായ ടഫ്, വർക്ക്ഷീറ്റ്, കോണുകൾ അടയാളപ്പെടുത്തിയ ചാർട്ട്, അർധവൃത്താകൃതിയിലുള്ള ഗ്ലാസ് സ്ലാബ്, പ്രൊജക്ടർ, ബൈസൈക്കിൾ റിഫ്ളക്ടർ, വീഡിയോ, ബന്ധപ്പെട്ട ചിത്രങ്ങൾ, പെരിസ്കോപ്പ്, റെക്ടാങ്കുലർ പ്രിസങ്ങൾ രണ്ടെണ്ണം, പൈപ്പുകൾ/ കാർഡ് ബോർഡ്, കണക്ടർ, ഐ.സി.ടി

പാഠഭാഗങ്ങളിലൂടെ

പരീക്ഷണ പ്രവർത്തനങ്ങൾ ചെയ്യുമ്പോൾ സ്വീകരിക്കേണ്ട മുൻകരുതലകൾ

യൂണിറ്റിലെ പരീക്ഷണ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ മിക്കവയും ലേസർ ടോർച്ച് ഉപയോഗപ്പെടു ത്തിയുള്ളവയാണ്. ലേസർ പ്രകാശരശ്മികൾക്ക് തീവ്രത കൂടുതലായതിനാൽ കണ്ണിൽ പതി ച്ചാൽ കണ്ണിനെ ദോഷകരമായി ബാധിക്കും അതുകൊണ്ടുതന്നെ പരീക്ഷണം ചെയ്യുമ്പോൾ ലേസർ പ്രകാശം കണ്ണിൽ പതിക്കാതിരിക്കാൻ ശ്രദ്ധിക്കണം.

മൊഡ്യൂൾ 1 പിരിയഡ് (5)

വാഹനങ്ങളിൽ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ കാണുന്ന ഏറ്റവും പരിചിതവും കൗതുകം ഉണർത്തുന്ന തുമായ സന്ദർഭം പരിചയപ്പെടുത്തിക്കൊണ്ടാണ് പാഠഭാഗത്തേക്ക് കടക്കുന്നത്. ആമുഖ ചിത്രം ക്ലാസ് റൂമിൽ പ്രൊജക്ടറിലൂടെ വലുതായി കാണിക്കുന്നത് ഉചിതമായിരിക്കും. സമാനമായ ചിത്രങ്ങളോ വീഡിയോകളോ ഉപയോഗിക്കാവുന്നതാണ്.

നാരങ്ങാവെള്ളത്തിലിട്ട സ്ട്രോ വളഞ്ഞിരിക്കാനുള്ള കാരണം കണ്ടെത്തുന്നതിനാണ് തുടർന്നുള്ള പ്രവർത്തനം നടത്തുന്നത് എന്നുള്ള ധാരണ കുട്ടികളിൽ ഉണ്ടാവണം.

അപവർത്തനം കാണിക്കുന്നതിനുള്ള ഒന്നാമത്തെ പരീക്ഷണം (ചിത്രം 1.1a, 1.2a) ക്ലാസിൽ നടത്തുമ്പോൾ നിരീക്ഷണം കുറിക്കാനും അതിനെ വ്യക്തിഗതമായി ചിത്രീകരിക്കാനും കുട്ടികൾക്ക് അവസരം നൽകാവുന്നതാണ്. തുടർന്ന് കുട്ടിക്ക് സ്വയം വിലയിരുത്തുന്നതിനായി ടെക്സ്റ്റ് ബുക്കിലെ ചിത്രം ഉപയോഗപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യാം. ലേസർ ടോർച്ചിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശം ചരിഞ്ഞ് പതിക്കുമ്പോഴും ലംബമായി പതിക്കുമ്പോഴുമുള്ള വ്യത്യാസം നിരീക്ഷിച്ച് സയൻസ് ഡയറിയിൽ ചിത്രീകരിക്കാൻ കുട്ടികളോട് ആവശ്യപ്പെടാവുന്നതാണ്.

ടോയ്കാർ ഉപയോഗിച്ചുള്ള പ്രവർത്തനം

അപവർത്തനം സംഭവിക്കുമ്പോൾ പ്രകാശത്തിനുണ്ടാകുന്ന ദിശാമാറ്റത്തിന്റെ കാരണത്തെക്കുറിച്ചുള്ള ധാരണയുണ്ടാകുന്നതിന് വേണ്ടിയാണ് ടോയ്കാറിന്റെ പരീക്ഷണം ചേർത്തിരിക്കുന്നത്. വിവിധ മാധ്യമങ്ങളിലൂടെയുള്ള വേഗവ്യത്യാസമാണ് അപവർത്തനം ഉണ്ടാകുവാൻ കാരണമെന്ന ധാരണ നൽകാൻ ഇതിലൂടെ കഴിയണം. ലംബമായി ചലിപ്പിക്കുമ്പോൾ കാറിന് ദിശാമാറ്റം ഉണ്ടാകുന്നില്ല.

പരുപരുത്ത പ്രതലം മുകളിൽ വരുന്ന രീതിയിൽ സാന്റ് പേപ്പർ ഒരു പ്രതലത്തിൽ ഒട്ടിച്ചും, ചാർട്ട് പേപ്പർ ഒരു പ്രതലത്തിൽ ചേർത്തൊട്ടിച്ച് മിനുസമുള്ള പ്രതലവും നിർമ്മിക്കാവുന്നതാണ്. ഇവ ഒട്ടിക്കുമ്പോൾ മിനുസമുള്ള പേപ്പറിന്റെ അഗ്രഭാഗം സാന്റ്പേപ്പറിന്റെ അഗ്രഭാഗത്തിന് മുകളിൽ വരുന്ന രീതിയിൽ ഒട്ടിക്കണം. വിവിധ പ്രതലങ്ങളിൽ കാറിന്റെ വേഗം വ്യത്യാസപ്പെട്ടതു പോലെ വിവിധ മാധ്യമങ്ങളിൽ പ്രകാശത്തിന്റെ വേഗത വ്യത്യാസപ്പെട്ടതുകൊണ്ടാണ് പ്രകാശ രശ്മിക്ക് മാധ്യമങ്ങളുടെ വിഭജനതലത്തിൽ വെച്ച് ദിശാ വ്യതിയാനം ഉണ്ടാകുന്നത്.

ചിത്രം 1.2 അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രതീക്ഷിക്കുന്ന ഉത്തരം.

- ടഫിനുള്ളിൽ പ്രകാശം വായുവിലൂടേയും ജലത്തിലൂടേയും സഞ്ചരിക്കുന്നു.
- പ്രകാശം ഒരു മാധ്യമത്തിലൂടെ നേർരേഖയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു.
- പ്രകാശത്തിന് ദിശാവ്യതിയാനം സംഭവിക്കുന്നുണ്ട്.
- പ്രകാശത്തിന്റെ ദിശാവ്യതിയാനം സംഭവിക്കുന്നത് മാധ്യമങ്ങളുടെ വിഭജനതലത്തിൽ വച്ചാണ്.

ചിത്രം 1.3 ന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രതീക്ഷിക്കുന്ന ഉത്തരം

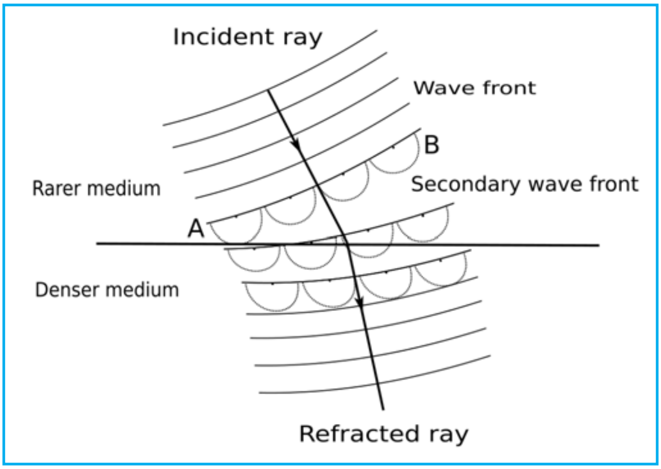
- ഇവിടെ പ്രകാശത്തിന് ദിശാവ്യതിയാനം ഉണ്ടായിട്ടില്ല.
- ലംബമായി പതിക്കുന്ന പ്രകാശത്തിന്റെ ദിശയിൽ മാറ്റം വരുന്നില്ല.

ചിത്രം 1.4 അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രതീക്ഷിക്കുന്ന ഉത്തരം.

- കാറിന് ദിശാ മാറ്റം സംഭവിക്കുന്നു.
- മിനുസമുള്ള പ്രതലത്തിൽ നിന്ന് പരുപരുത്ത പ്രതലത്തിലേക്ക് കടക്കുമ്പോൾ
- മിനുസമുള്ള പ്രതലത്തിലൂടെയും പരുപരുത്ത പ്രതലത്തിലൂടെയും ഒരേ വേഗത്തിലല്ല സഞ്ചരിച്ചത്.

അപവർത്തനം

ഒരു മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് മറ്റൊന്നിലേക്ക് പ്രകാശം ചരിഞ്ഞു പതിക്കുമ്പോൾ പ്രകാശ തരംഗത്തിന്റെ ദിശാവ്യതിയാനമാണ് അപവർത്തനം. സഞ്ചരിക്കുന്ന മാധ്യമത്തെ ആശ്രയിച്ച് പ്രകാശതരംഗത്തിന്റെ വേഗം വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. ശൂന്യതയിൽ കൂടി 300,000,000 m/s വേഗത്തിൽ പ്രകാശം സഞ്ചരിക്കുന്നു, പക്ഷേ അത് മാധ്യമത്തിലൂടെ കുറഞ്ഞ വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഒരു തരംഗം ഒരു പുതിയ മാധ്യമത്തിലേക്ക് ചരിഞ്ഞ് പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ, ആദ്യം പ്രവേശിക്കുന്ന തരംഗത്തിന്റെ ഭാഗം തരംഗങ്ങളിൽ നിന്ന് വ്യത്യസ്തമായ വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കാൻ തുടങ്ങുന്നു. ഒരു പ്രകാശകിരണം അപവർത്തനത്തിലൂടെ വളയുന്നത് എങ്ങനെ യെന്ന് ചിത്രം കാണിക്കുന്നു.



തുടർന്ന് നാരാങ്ങ വെള്ളത്തിൽ സ്ട്രോ വച്ചപ്പോൾ വളഞ്ഞതായി തോന്നുവാനുള്ള കാരണം പരീക്ഷണം ചെയ്തും, തുടർന്ന് ടെക്സ്റ്റ് ബുക്കിലെ ചിത്രങ്ങൾ 1.5 (a), 1.5 (b), 1.6 a, 1.6 b എന്നിവ വിശകലനം ചെയ്ത് നിഗമന രൂപീകരണത്തിനും അപവർത്തനത്തിന്റെ പ്രായോ ഗിക നിർവചനം രൂപീകരിക്കാനും കുട്ടിയെ പ്രാപ്തമാക്കേണ്ടതുണ്ട്

അപവർത്തനാങ്കം

ഒരു മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് പ്രകാശിക സാന്ദ്രതയിൽ വ്യത്യാസമുള്ള മറ്റു മാധ്യമങ്ങളിലേക്ക് ഒരേ കോണളവിൽ പ്രകാശം പതിക്കുമ്പോൾ ഉണ്ടാകുന്ന വ്യതിയാനം വ്യത്യസ്തമാണെന്ന് കാണാം. ഈ വ്യതിയാനം മാധ്യമജോഡികളിലൂടെയുള്ള പ്രകാശവേഗങ്ങളുടെ അനുപാതവുമായി ബന്ധമുണ്ടെന്ന കാര്യം കുട്ടികൾ മനസിലാക്കണം. ശൂന്യതയിലെ പ്രകാശ വേഗവുമായുള്ള മാധ്യമത്തിലെ വേഗത്തിനുള്ള അനുപാതത്തെ കേവല അപവർത്തനാങ്കം (Absolute refractive index) എന്നും ഒരു മാധ്യമത്തിനെ അപേക്ഷിച്ച് രണ്ടാമത്തെ മാധ്യത്തിന്റെ പ്രകാശവേഗത്തിന്റെ അനുപാതത്തെ ആപേക്ഷിക അപവർത്തനാങ്കം (Relative refractive index) എന്നു പറയുന്നു. അപവർത്തനാങ്കം കൂടിയ മാധ്യമത്തിൽ പ്രകാശവേഗം കുറവായിരിക്കും. ഗ്ലാസിന്റെ അപവർത്തനാങ്കം 1.5 എന്നത് കൊണ്ട് അർഥമാക്കുന്നത് ശൂന്യതയിൽ പ്രകാശത്തിന്റെ വേഗം ഗ്ലാസിലെ വേഗത്തിന്റെ 1.5 മടങ്ങാണ് എന്നതാണ്.

വായുവിൽ നിന്ന് പ്രകാശം ജലത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ ജലത്തിന്റെ അപവർത്തനാങ്കം കണക്കാക്കുന്നതെങ്ങനെയെന്ന് നോക്കാം

$n = \frac{c}{v}$ = വായുവിലെ (ശൂന്യതയിലെ) പ്രകാശവേഗം / ജലത്തിലെ പ്രകാശവേഗം

$= \frac{3 \times 0^8 \text{ m/s}}{2.25 \times 10^8 \text{ m/s}} = 1.33$

ജലത്തിന്റെ അപവർത്തനാങ്കം 1.33 ആയാൽ അതിലൂടെയുള്ള പ്രകാശ വേഗം കണക്കാക്കുക

$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{1.33} = 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$

പേജ് നമ്പർ 12 - പൂർത്തീകരിച്ച വർക്ക് ഷീറ്റ് (പട്ടിക 1.2)

മാധ്യമം	പ്രകാശവേഗം **(v)**	അപവർത്തനാങ്കം **(n)**
വായു	3×10^8 m/s	$n = \frac{c}{v} = \frac{3\#10^8 \text{ m/s}}{3\#10^8 \text{ m/s}} = 1$
ഗ്ലാസ്	2×10^8 m/s	$n = \frac{c}{v} = \frac{3\#10^8 \text{ m/s}}{2\#10^8 \text{ m/s}} = 1.5$
ജലം	2.25×10^8 m/s	$n = \frac{c}{v} = \frac{3\#10^8 \text{ m/s}}{2.25\#10^8 \text{ m/s}} = 1.33$

പട്ടിക 1.2

* വജ്രം അപവർത്തനാങ്കം (n) = $\frac{c}{v}$ = 2.4

$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8 \text{m/s}}{2.4} = 1.25 \times 10^8 \text{m/s}$

മാധ്യമത്തിന്റെ അപവർത്തനാങ്കം കൂടും തോറും പ്രകാശ വേഗം കുറയുന്നു.

	ചിത്രം 1.7 a	ചിത്രം 1.7 b
പതനരശ്മി	AB	PQ
അപവർത്തന രശ്മി	BC	QR
പതനകോൺ	+ ABN	+ NlQP
അപവർത്തന കോൺ	+ CBN1	+ RQN
അപവർത്തനകോൺ പതന കോണിനേക്കാൾ കൂടുതൽ / കുറവ്	കുറവ്	കൂടുതൽ

പട്ടിക 1.3

തുടർന്ന് 1.7, 1.8 ചിത്രങ്ങൾ ഉപയോഗപ്പെടുത്തിയും അതുവരെ കടന്നുപോയ ഭാഗങ്ങളിൽ നിന്ന് മനസ്സിലാക്കിയ ആശയങ്ങളും വച്ച് കൊണ്ട് അധ്യാപകന്റെ ഇടപെടലിലൂടെ അപവർത്തന നിയമങ്ങൾ ക്രോഡീകരിക്കണം. ഇത് കൂടുതൽ ഉറപ്പിക്കുന്നതിനായി ഗ്ലാസ് സ്ലാബിലൂടെ ലേസർ ടോർച്ചിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശം കടത്തി വിടുന്ന പരീക്ഷണം (ചിത്രം 1.9 (a) ഉപയോഗപ്പെടുത്തണം.

ചിത്രം 1.7 ന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പ്രതീക്ഷിക്കുന്ന ഉത്തരം (പേജ് 13)

- പ്രകാശം വായുവിൽ നിന്ന് ജലത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ ലംബത്തോടടുക്കുന്നു.
- ജലം → വായു ; ലംബത്തിൽ നിന്നകലുന്നു.

പേജ് നമ്പർ 13 ചിത്രം 1.8 ന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിലുള്ള ഉത്തരം

a) 1.8 (a) ഗ്ലാസ് → ജലം, 1.8 (d) ഗ്ലാസ് → വായു

b) ലംബത്തിൽ നിന്ന് അകലേക്ക്.

c) 1.8 (a) വായു → ജലം, 1.8 (f) വായു → ഗ്ലാസ്

d) പ്രകാശിക സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിൽ നിന്നും കൂടിയ മാധ്യമത്തിലേക്ക്

e) ലംബമായി പതിക്കുന്ന പ്രകാശത്തിന്റെ ദിശയ്ക്ക് മാറ്റം സംഭവിക്കുന്നില്ല.

ഗ്ലാസ് സ്ലാബിലെ അപവർത്തനം

ഇവിടെ പരീക്ഷണത്തിനായി അക്രിലിക്ക് സ്ലാബ് ഉപയോഗിക്കുന്നത്,ലേസർ പ്രകാശത്തിന്റെ പാത കൂടുതൽ വ്യക്തമായി കാണാൻ സഹായിക്കും. പ്രവർത്തനം നടത്തി സ്ലാബിലൂടെ കടന്നു പോകുന്ന പ്രകാശ പാത ചിത്രീകരിക്കാൻ കുട്ടികൾക്ക് അവസരം നൽകണം. ഇവിടെ ലേസർ ടോർച്ചിനു പകരം മൊട്ടു സൂചികൾ ഉപയോഗിച്ച് പ്രകാശപാത വരയ്ക്കാവുന്നതാണ് കൂടാതെ ഈ പരീക്ഷണത്തിൽ ഗ്ലാസ് സ്ലാബിൽ നിന്ന് വായുവിലേക്ക് കടക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മിയുടെ പാത നിരീക്ഷിച്ച് പതന രശ്മി, അപവർത്തന രശ്മി, പതന കോൺ, അപവർത്തന കോൺ എന്നിവ കണ്ടെത്തുന്ന തുടർ പ്രവർത്തനം നൽകാവുന്നതാണ്. (പതന രശ്മിയും, ബഹിർഗമന രശ്മിയും ഇവിടെ സമാന്തരമായിരിക്കും എന്ന കാര്യം ശ്രദ്ധിക്കുമല്ലോ?)

പേജ് നമ്പർ 14 ചിത്രം 1.9 നെ അടിസ്ഥാനത്തിലുള്ള ഉത്തരം

Q, R എന്നീ ബിന്ദുക്കളിൽ വച്ചാണ് ദിശാവ്യതിയാനം സംഭവിക്കുന്നത്. (മാധ്യമങ്ങളുടെ വിഭജനതലത്തിൽ)

ചിത്രം 1.9 b

ലംബമായി പതിക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മിക്ക് അപവർത്തനം സംഭവിക്കുന്നില്ല.

അപവർത്തനം ചില പ്രായോഗിക പ്രവർത്തനങ്ങൾ

നാണയം പാത്രത്തിലിട്ടു കൊണ്ടുള്ള പരീക്ഷണം ക്ലാസിൽ കുട്ടികളെ കൊണ്ട് പൊതുവായി ചെയ്യിച്ച് നിരീക്ഷണം വ്യക്തിഗതമായി കുറിക്കാൻ ആവശ്യപ്പെടണം. തുടർന്ന് ടെക്സ്റ്റ് ബുക്കിലെ ചിത്രം 1.10 a, 1.10 b എന്നിവ വിശകലനം ചെയ്ത് ഉത്തരത്തിലേക്ക് എത്താനുള്ള അവസരം കുട്ടിൾക്ക് നൽകണം. തുടർന്ന് Page 15 ലെ സമാനമായ ഉദാഹരണങ്ങൾ ഒന്നോ രണ്ടോ എണ്ണം ക്ലാസിൽ ചർച്ച ചെയ്ത് ബാക്കി അസൈൻമെന്റായി നൽകാവുന്നതാണ്.

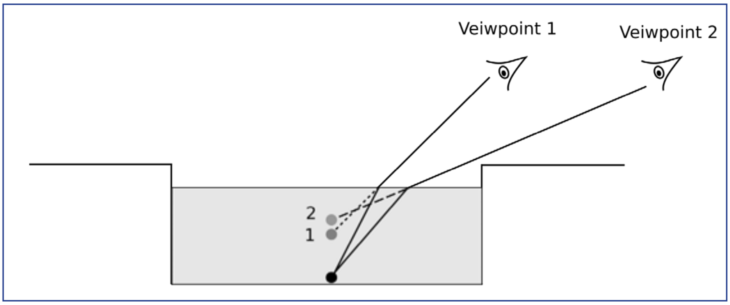
ഗ്ലാസിലെ ജലത്തിൽ വെച്ചിരിക്കുന്ന സ്ട്രോ വശങ്ങളിൽ നിന്ന് നോക്കുമ്പോൾ [ചിത്രം 1.5 (b)] വലുതായി കാണാനുള്ള കാരണം ഗ്ലാസിന്റെ പ്രതലം വക്രതലമായതിനാൽ അത് ലെൻസായി പ്രവർത്തിക്കുന്നതു കൊണ്ടാണ് എന്ന് വിശദീകരണം നൽകാൻ ശ്രദ്ധിക്കുമല്ലോ.

പേജ് 15 ലെ ചോദ്യങ്ങൾക്കുള്ള ഉത്തരം

- പ്രകാശത്തിന് അപവർത്തനം സംഭവിക്കുന്നത് മൂലമാണ്.

'ടെക്സ്റ്റ് ബുക്കിലെ പേജ് നമ്പർ 15 ലെ ചോദ്യോത്തരം സൂചനകൾ.

- അക്ഷരങ്ങളിൽ നിന്ന് പ്രകാശരശ്മി ഗ്ലാസ് സ്ലാബിലൂടെ സഞ്ചരിച്ച് അപവർത്തനം സംഭവിച്ചാണ് വശങ്ങളിൽ നിന്ന് നോക്കുമ്പോൾ നമ്മുടെ കണ്ണിലെത്തുന്നത്. അതിനാൽ അക്ഷരങ്ങൾ യഥാർഥ സ്ഥാനത്തു നിന്ന് അല്പം ഉയർന്നു കാണുന്നു.
- ഒരു വശത്ത് നിന്ന് നോക്കുമ്പോൾ നാണയത്തിൽ നിന്നും വരുന്ന പ്രകാശം അപവർത്തനം സംഭവിച്ചാണ് കണ്ണിൽ പതിക്കുന്നത്. അതിനാൽ നാണയത്തെ യഥാർത്ഥ സ്ഥാനത്തല്ല കാണുന്നത്. അതിനാൽ നാണയത്തെ എളുപ്പത്തിൽ എടുക്കാൻ കഴിയുന്നില്ല.
- അകലെ നിന്ന് നോക്കുമ്പോൾ കൂടിയ അപവർത്തനകോണിൽ പതിക്കുന്ന പ്രകാശ രശ്മിയാണ് നമ്മുടെ കണ്ണിൽ പതിക്കുന്നത്. അതിനാലാണ് ജലാശയത്തിന്റെ അടിത്തട്ട് കൂടുതൽ ഉയർന്നതായി കാണുന്നത്.



മത്സ്യത്തിൽ നിന്ന് പ്രതിപതിച്ച് വരുന്ന പ്രകാശ രശ്മികൾ ജലത്തിൽ നിന്നും വായുവിലേക്ക് ചരിഞ്ഞു കടക്കുമ്പോൾ അപവർത്തനത്തിന് വിധേയമാകുന്നു. ഈ രശ്മികൾ ജലത്തിൽ യഥാർത്ഥ സ്ഥാനത്തിന് മുകളിലുള്ള ഒരു സ്ഥാനത്തു നിന്ന് വരുന്നതായി തോന്നുന്നു. അതിനാൽ മത്സ്യത്തിന്റെ സ്ഥാനം അൽപം ഉയർന്നതായി കാണപ്പെടും.

മോഡ്യൂൾ 2 — പിരിയഡ് (2)

അന്തരീക്ഷത്തിലെ അപവർത്തനം

അപവർത്തനത്തെക്കുറിച്ചുള്ള അടിസ്ഥാന ആശയങ്ങൾ മനസിലാക്കിയ കുട്ടികൾക്ക് ടെക്സ്റ്റ് ബുക്കിലെ ചിത്രം 1.12 a, 1.12 b എന്നിവ വിശകലനം ചെയ്ത് ചർച്ചയിലൂടെയും അധ്യാപികയുടെ സഹായത്തോടെ നക്ഷത്രങ്ങൾ മിന്നിതിളങ്ങാനുള്ള കാരണം കണ്ടെത്താനുള്ള അവസരം കുട്ടികൾ നൽകണം. ആവശ്യമെങ്കിൽ കൂടുതൽ ചർച്ചാ സൂചകങ്ങൾ ഉപയോഗിക്കാം.

പേജ് 16 ചിത്രം 1.12 അടിസ്ഥാനമാക്കി പ്രതീക്ഷിക്കുന്ന ഉത്തരം

- നക്ഷത്രങ്ങളിൽനിന്നും വരുന്ന പ്രകാശ രശ്മി നേർരേഖയിൽ മാത്രമല്ല സഞ്ചരിച്ച് എത്തുന്നത്.

- അന്തരീക്ഷത്തിലെ സാന്ദ്രതാവ്യത്യാസം മൂലം തുടർച്ചയായി അപവർത്തനം സംഭവിക്കുന്നുണ്ട്. (അന്തരീക്ഷത്തിലെ താപനിലാ വ്യത്യാസം വായു പാളികളുടെ സാന്ദ്രതാ വ്യത്യാസത്തിന് കാരണമാകുന്നു).

സൂര്യപ്രകാശം ഭൂമിയുടെ അന്തരീക്ഷത്തിലേക്ക് കടക്കുമ്പോൾ അപവർത്തനം സംഭവിക്കുന്നു. അതിനാൽ ഉദയ സമയത്ത് സൂര്യൻ ഉദിക്കുന്നതിനു മുൻപ് തന്നെ നമുക്ക് സൂര്യപ്രകാശം ലഭിക്കുന്നു.

സമാനമായ രീതിയിൽ ചിത്രം 1.13 വിശകലനം ചെയ്തുകൊണ്ട് സൂര്യൻ പടിഞ്ഞാറൻ ചക്രവാളം കടന്നു പോയതിനുശേഷവും സൂര്യബിംബം അല്പം സമയം കൂടി കാണാൻ കഴിയും. അതുപോലെ തന്നെ രാവിലെ കിഴക്കൻ ചക്രവാളത്തിൽ എത്തുന്നതിന് അല്പം മുമ്പും സൂര്യനെ കാണാൻ കഴിയും എന്നതിന്റെ കാരണവും കണ്ടെത്താൻ കഴിയും.

മോഡ്യൂൾ 3 (പിരീഡ് 3)

പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം

കുട്ടികൾക്ക് ഏറെ പരിചയമുള്ള അലങ്കാര വിളക്കിൽ നാരുകളുടെ അഗ്രഭാഗത്തുനിന്നും പ്രകാശം വരാനുള്ള കാരണം എന്ത് എന്ന് ചോദ്യത്തിൽ നിന്നാണ് പൂർണാന്തര പ്രതിപതനം എന്ന ആശയത്തിലേക്ക് ക്ലാസിൽ പ്രവേശിക്കുന്നത്. ചിത്രം 1.15 a, b എന്നിവയിൽ സൂചിപ്പിച്ച പരീക്ഷണങ്ങളിലൂടെ പ്രകാശ സാന്ദ്രത കൂടിയ മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് പ്രകാശിക സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിലേക്ക് പ്രകാശം കടന്നു പോകുമ്പോൾ പതനരശ്മി ഒരു നിശ്ചിത കോണിൽ കൂടി വരുമ്പോൾ പ്രകാശരശ്മി മാധ്യമങ്ങളുടെ വിഭജനതലത്തിൽ കൂടി സഞ്ചരിക്കുന്നു എന്നും അതുപോലെ പ്രകാശരശ്മി ഒരു നിശ്ചിത കോണിനേക്കാൾ കൂടിയ അളവിൽ പതിക്കുമ്പോൾ പ്രകാശരശ്മി അതേ മാധ്യമത്തിലേക്ക് തിരിച്ചു വരുന്നു എന്നുമുള്ള നിഗമനം രൂപീകരിക്കണം.

പേജ് 17 ചിത്രം 1.15 അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള ഉത്തരം

- ജലത്തിലൂടെയും വായുവിലൂടെയുമാണ് ടഫിനുള്ളിൽ പ്രകാശം സഞ്ചരിക്കുന്നത്.
- പ്രകാശിക സാന്ദ്രത കൂടിയതിൽ നിന്നും കുറഞ്ഞതിലേക്ക് പ്രകാശം സഞ്ചരിക്കുന്നു.
- പതനകോൺ കൂടുമ്പോൾ അപവർത്തനകോൺ കൂടി വരുന്നു.
- ഒരു നിശ്ചിത പതനകോണിൽ അപവർത്തനകോൺ 90° ആകുന്നു. പിന്നീട് പതനകോൺ കൂടുമ്പോൾ പതനരശ്മി അതേ മാധ്യമത്തിലേത് പൂർണമായും പ്രതിപതിച്ചു വരുന്നു.

ചിത്രം 1.17 നെ അടിസ്ഥാനമാക്കി പ്രതീക്ഷിക്കുന്ന ഉത്തരം

- പ്രകാശിക സാന്ദ്രത കൂടിയതിൽ നിന്ന് കുറഞ്ഞതിലേക്ക്
- പതനകോൺ കൂടുമ്പോൾ അപവർത്തനകോൺ കൂടുന്നു
- 42°
- ഒരു നിശ്ചിത കോണിൽ പതനരശ്മി പതിക്കുമ്പോൾ അപവർത്തനകോൺ 90° ആകുന്നു. വീണ്ടും പതനകോൺ കൂടുമ്പോൾ പ്രകാശ രശ്മിക്ക് അപവർത്തനം സംഭവിക്കാതെ പ്രകാശിക സാന്ദ്രത കൂടിയ മാധ്യമത്തിലേക്ക് തന്നെ പ്രതിപതിക്കുന്നു.

തുടർന്ന് ചിത്രം 1.16 ൽ സൂചിപ്പിച്ച പരീക്ഷണം ചെയ്ത് ദത്തങ്ങൾ ശേഖരിച്ച് നിഗമന രൂപീകരണം നടത്തണം. ഇത് വഴി ക്രിട്ടിക്കൽ കോൺ, പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം എന്നീ ആശയങ്ങൾ കുട്ടികളിൽ ഉറപ്പിക്കാൻ കഴിയും.

പേജ് 19 ചിത്രം 1.18 അടിസ്ഥാനമാക്കി പ്രതീക്ഷിക്കുന്ന ഉത്തരങ്ങൾ

a) (a), (e)

b) 42°

c) സംഭവിക്കും. ജലത്തിന്റെ ക്രിട്ടിക്കൽ കോണായ 48.6° നേക്കാൾ പതനകോൺ കൂടുതലായതിനാൽ

d) പതനകോൺ ക്രിട്ടിക്കൽ കോണിനേക്കൾ കൂടുതലാവണം

പ്രകാശിക സാന്ദ്രത കൂടിയ മാധ്യമത്തിൽനിന്നും സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിലേക്ക് ചരിഞ്ഞ് കടക്കണം.

ദർപ്പണങ്ങളിലെ പ്രതിപതനം	പൂർണാന്തര പ്രതിപതനം
പ്രകാശരശ്മി പൂർണ്ണമായും പ്രതിപതിക്കുന്നില്ല. പ്രതലത്തിലേക്ക് ഏത് പതന കോണിൽ പതിച്ചാലും പ്രതിപതനം നടക്കും.	പൂർണാപ്രാകാശരശ്മി പ്രകാശിക സന്ദ്രത കൂടിയ മാധ്യമത്തിൽനിന്നും സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിലേക്ക് കടക്കുമ്പോൾ മാത്രം സംഭവിക്കുന്നു. പ്രകാശരശ്മി പൂർണമായും പ്രതിപതിക്കുന്നു. പൂർണാന്തര പ്രതിപതനം.

പേജ് 22 പട്ടിക 1.4

തുടർന്ന് പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ആമുഖ ചിത്രത്തിൽ നൽകിയ പ്രശ്നത്തിനുള്ള വിശദീകരണം നൽകാൻ കുട്ടികൾക്ക് അവസരം നൽകണം.

പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം പ്രയോജനപ്പെടുത്തിയ സന്ദർഭങ്ങൾ സെമിനാർ വിഷയമായി നൽകി കുട്ടികൾക്ക് അവതരിപ്പിക്കാൻ അവസരം നൽകുന്നത് ഉചിതമായിരിക്കും.

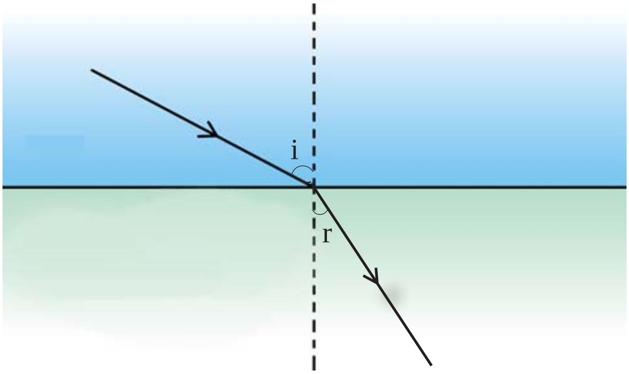
ഓരോ ഗ്രൂപ്പിനും ഉപവിഷയങ്ങളായി ഇവ നൽകാവുന്നതാണ്.

വിലയിരുത്താം

1) a) B എന്ന മാധ്യമത്തിൽ പ്രകാശവേഗം കുറവായിരിക്കും

b) മാധ്യമം B, അപവർത്തന രശ്മി ലംബത്തോടടുക്കുന്നത് B എന്ന മാധ്യമത്തിലാണ്.

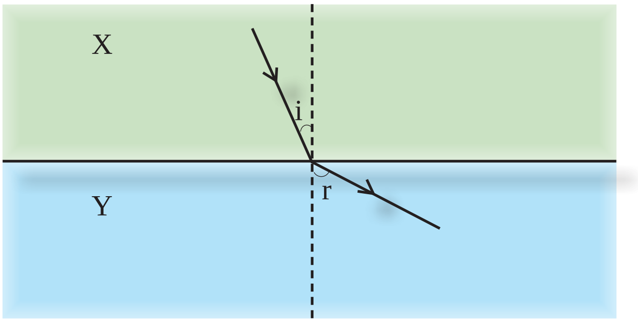
2)



3) a) Y, ലംബത്തിൽ നിന്നും അകന്നതിനാൽ Y എന്ന മാധ്യമത്തിന് പ്രകാശികസാന്ദ്രത കുറവായിരിക്കും.

b) അപവർത്തനാങ്കം കൂടിയ മാധ്യമം X.

c)



4) a) ജലം b) ഇല്ല, അപവർത്തനാങ്കം തുല്യമായതിനാൽ

c) ജലത്തിൽ ഇവയിൽ പ്രകാശികസാന്ദ്രത ഏറ്റവും കുറവ് ജലത്തിനാണ്.

5) a) മാധ്യമം 1, അപവർത്തന രശ്മി ലംബത്തോട് അടുക്കുന്നു.

b) മാധ്യമം 1, പ്രകാശിക സാന്ദ്രത കൂടുതൽ

6) a) ചിത്രം 1.29 (a) b) ചിത്രം 1.29 (b), ചിത്രം 1.29 (c)

7) 49 °

8) പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം നടക്കുന്നതിനാൽ ചെറിയ പ്രകാശം പതിച്ചാൽപ്പോലും കൂടുതൽ പ്രകാശിതമായി ദൃശ്യമാവും.

9) a) വജ്രം b) 2.08×10^8 m/s

c) ലംബത്തോടടുക്കും. വജ്രത്തിന് പ്രകാശിക സാന്ദ്രത കൂടുതലാണ്. പ്രകാശിക സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിൽ നിന്നും കൂടിയതിലേക്ക് കടക്കുന്നതിനാൽ

10) ചിത്രം 1.30 (b) 1.30 (d) 1.30 (e) എന്നിവ ശരിയായ ചിത്രങ്ങളാണ്.

11) മെതനോളിന് അപവർത്തനാങ്കം കൂറവായിരിക്കും.

പ്രകാശവേഗം കൂടുതൽ മെതനോളിലായതിനാൽ.

അധിക വിവരങ്ങൾ

പ്രകാശവേഗം കണ്ടെത്തിയ ചരിത്രം

പ്രകാശത്തിന്റെ വേഗം ശൂന്യതയിൽ സെക്കന്റിൽ 299,792,458 m ആയി ഇന്ന് കണക്കാക്കുന്നു ശാസ്ത്ര ലോകത്തെ ഏറ്റവും പ്രസിദ്ധമായ ഏകകം (constant) ആണിത്. ലേസർ ബീമുകൾ ഉപയോഗിച്ചാണ് ഇത്ര കൃത്യമായ കണക്കുകൾ ഇന്ന് സാധ്യമാവുന്നത്. പ്രകാശവേഗം അനന്തമാണെന്നായിരുന്നു പതിനേഴാം നൂറ്റാണ്ട് വരെ പൊതുവേ അംഗീകരിക്കപ്പെട്ടിരുന്നത്.

ഡച്ച് ശാസ്ത്രജ്ഞൻ ആയിരുന്ന ഐസക് ബീക്മാൻ (Issac Beekman) ആണ് പ്രകാശവേഗം കണക്കാക്കുന്നതിന് ആദ്യമായി പരീക്ഷണം ആവിഷ്കരിച്ചത്. വെടിമരുന്ന് കത്തിച്ചു കൊണ്ട് ഒരു പൊട്ടിത്തെറി ഉണ്ടാക്കി. ആ പൊട്ടിത്തെറിയുടെ ദൃശ്യം കണ്ണാടികൾ ഉപയോഗിച്ച് ക്രമീകരിച്ചു പല ദൂരങ്ങളിൽ ഉള്ള നിരീക്ഷകരിലേക്ക് എത്തിച്ച് ദൃശ്യം കാണുന്നതിനുള്ള സമയവ്യത്യാസം അളക്കുന്ന പരീക്ഷണം ആയിരുന്നു അദ്ദേഹം ആവിഷ്കരിച്ചത്. 1638 ൽ ഗലീലിയോയും റാന്തലുകൾ ഉപയോഗിച്ച് ഇത്തരം ഒരു പരീക്ഷണത്തിന് ശ്രമിച്ചിരുന്നു. ഇത്തരം ലളിതമായ പരീക്ഷണങ്ങൾ കൊണ്ട് കണ്ടെത്താൻ സാധിക്കുന്നതിനെക്കാളും എത്രയോ മടങ്ങാണ് പ്രകാശവേഗം എന്നത് കൊണ്ട് സ്വാഭാവികമായും ഈ പരീക്ഷണങ്ങൾ പരാജയപ്പെട്ടു. എന്നിരുന്നാലും സാങ്കേതികവിദ്യകൾ പരിമിതമായിരുന്ന സാഹചര്യങ്ങളിൽ ഇത്തരം യുക്തിസഹമായ പരീക്ഷണങ്ങൾക്ക് ശ്രമിച്ച ശാസ്ത്രജ്ഞർ ബഹുമാനം അർഹിക്കുന്നു.

ഡാനിഷ് വാനനിരീക്ഷകൻ ആയിരുന്ന റോമർ ആണ് 1670 കളിൽ കുറേകൂടെ മെച്ചപ്പെട്ട പരീക്ഷണം നടത്തിയത്. വ്യാഴത്തിന്റെ ഉപഗ്രഹങ്ങളെ നിരീക്ഷിക്കുകയായിരുന്നു അക്കാലത്ത് റോമർ. വ്യാഴത്തിന്റെ ഒരു ഉപഗ്രഹമായ ഇയോ (Io) ക്ക് സംഭവിക്കുന്ന ഗ്രഹണം ആണ് റോമറെ ആകർഷിച്ചത്. വ്യാഴവും ഭൂമിയും തമ്മിൽ ഉള്ള ദൂരം മാറുന്നതനുസരിച്ച് ഇയോയുടെ ഗ്രഹണം ദൃശ്യമാവുന്നത് വ്യതസ്ത സമയങ്ങളിൽ ആണ് എന്ന് റോമർ നിരീക്ഷിച്ചു. പ്രകാശവേഗത അനന്തമാണെങ്കിൽ ദൂരം കൂടുന്നതനുസരിച്ച് സമയം മാറേണ്ട കാര്യം ഇല്ലല്ലോ. പ്രകാശത്തിന് അനന്തമായ വേഗത ആണെങ്കിൽ എത്ര അകലം ആണെങ്കിലും എല്ലാ അകലത്തിലും ഒരു ദൃശ്യം തൽക്ഷണം ദൃശ്യമാവേണ്ടതുണ്ട്. വ്യാഴവും ഭൂമിയും ഏറ്റവും അടുത്ത് വരുന്നതും ഏറ്റവും അകലത്തിൽ വരുന്നതുമായ അവസരങ്ങളിൽ ഏകദേശം ഇരുപത് മിനിറ്റോളം വ്യതാസം പ്രവചനവും നിരീക്ഷണവും ആയി റോമറുടെ കൃത്യവും കണിശവുമായ നിരീക്ഷണങ്ങൾ രേഖപ്പെടുത്തി. അന്ന് ലഭ്യമായിരുന്ന ആകാശഗോളങ്ങളുടെ വിവരങ്ങൾ

(ഭൂമിയുടെയും വ്യാഴത്തിന്റെയും വ്യാസം, ഭൂമിയുടെ ഓർബിറ്റിന്റെ ദൂരം തുടങ്ങിയവ) വെച്ചുകൊണ്ട് റോമർ പ്രകാശവേഗം കണക്കാകി. ഉദ്ദേശം 2,20,000 കിലോമീറ്റർ പ്രതി സെക്കന്റ് ആണ് റോമറുടെ കണക്കുകൾ വെച്ച് ലഭിച്ച ഉത്തരം. ഓർക്കുക, ആകാശഗോളങ്ങളുടെ ചലനത്തെ സംബന്ധിച്ചുള്ള ന്യൂട്ടന്റെ Principia പുറത്തിറങ്ങുന്നതിനും ഒരു ദശാബ്ദം മുന്നേയാണ് റോമറുടെ ഈ കണ്ടെത്തൽ. ആധുനിക ലെയിസറുകളുടെ കാലഘട്ടത്തിൽ ഇന്ന് നമുക്ക് കണ്ടെത്താനായ സംഖ്യയുമായി "വെറും" 25% മാത്രമാണ് വ്യത്യാസം. റോമർ തന്റെ കണക്കുകളിൽ ഉപയോഗിച്ച ഗോളസംബന്ധിയായ വിവരങ്ങളുടെ സ്ഥാനത്ത് ഇന്ന് ലഭ്യമായ കൃത്യമായ വിലകൾ substitute ചെയ്താൽ പ്രകാശവേഗത ഏതാണ്ട് കൃത്യമായി തന്നെ കണ്ടെത്താം.മുൻവിധികളെയും നിലവിലുള്ള പൊതുധാരണകളെയും ആശ്രയിക്കാതെ ഏതാണ്ട് പരിപൂർണമായും നിരീക്ഷണങ്ങളെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി പ്രതിഭാസത്തെ നിരീക്ഷിച്ചു കൊണ്ട് പ്രമാണത്തെ കണ്ടെത്തുന്ന ശാസ്ത്രത്തിന്റെ രീതി ഉപയോഗിച്ച് ശരിയായ നിഗമനത്തിൽ എത്താവുന്ന രീതി ഇവിടെ കാണാം. പ്രകാശത്തിന്റെ വേഗത ഭൗതികശാസ്ത്രത്തിൽ വളരെ പ്രധാനപ്പെട്ട ഒരു അളവാണ്, c. എന്ന ചിഹ്നം നൽകിയിരിക്കുന്നു, ഒരു ശൂന്യതയിലെ പ്രകാശവേഗം $c = 299\ 792\ 458$ m/s അല്ലെങ്കിൽ $c = 3.00 \times 10^8$ m/s (മൂന്ന് പ്രധാനപ്പെട്ട അക്കങ്ങൾ വരെ).

അപവർത്തന നിയമം

1621- ൽ, ഡച്ച് ഗണിതശാസ്ത്രജ്ഞനായ വില്ലെബ്രോഡ് സ്നെൽ (1580 - 1626) പതന കോണും അപവർത്തന കോണും തമ്മിലുള്ള കൃത്യമായ ബന്ധം നിർണ്ണയിച്ചു. പതനകോണിന്റെ സൈനും അപവർത്തനകോണിന്റെ സൈനും തമ്മിൽ നേരിട്ടുള്ള അനുപാതമുണ്ടെന്ന് സ്നെൽ നിർണ്ണയിച്ചു: സ്നെല്ലിന്റെ നിയമം എന്ന് വിളിക്കപ്പെടുന്ന മുകളിലെ പദപ്രയോഗം ആനുപാതികതയുടെ ഒരു സ്ഥിരാങ്കം അവതരിപ്പിച്ചുകൊണ്ട് ഒരു സമവാക്യമാക്കി മാറ്റാം. ആനുപാതികതയുടെ സ്ഥിരാങ്കവും അപവർത്തന സൂചികയും (n) ഒന്നുതന്നെയാണെന്ന് കണ്ടെത്തി.

പ്രകാശം ഒരു മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് മറ്റൊന്നിലേക്ക് കടന്നുപോകുമ്പോൾ ദിശ മാറുന്നു, കാരണം ഒരു മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് മറ്റൊന്നിലേക്ക് ചരിഞ്ഞ് കടക്കുമ്പോൾ പ്രകാശത്തിന്റെ വേഗം മാറുന്നു. 1862- ൽ, ഫ്രഞ്ച് ഭൗതികശാസ്ത്രജ്ഞനായ ജീൻ ഫൂക്കോ (1819-1868) പ്രകാശം ശൂന്യതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്ന വേഗത്തിന്റെ ഏകദേശം മുക്കാൽ ഭാഗം വേഗത്തിൽ ജലത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നുവെന്ന് നിർണ്ണയിച്ചു. മറ്റ് വസ്തുക്കളിൽ പ്രകാശം വ്യത്യസ്ത വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു. എന്നാൽ മറ്റു വസ്തുക്കളിലെ പ്രകാശത്തിന്റെ വേഗം എപ്പോഴും ശൂന്യതയിലെ പ്രകാശത്തിന്റെ വേഗത്തേക്കാൾ കുറവാണ്. ശൂന്യതയിലെ പ്രകാശവേഗത്തിന്റെയും (c) ഒരു നിശ്ചിത പദാർഥത്തിലെ പ്രകാശവേഗത്തിന്റെയും (v) അനുപാതത്തെ ആ വസ്തുവിന്റെ അപവർത്തനാങ്കം (n) എന്ന് വിളിക്കുന്നു.

പ്രകാശത്തിന്റെ വേഗം കുറയുന്ന ഒരു മാധ്യമത്തെ സൂചിപ്പിക്കുമ്പോൾ "ഒപ്റ്റിക്കലി ഡെൻസ്" എന്ന പദം ഉപയോഗിക്കുന്നു. ഐസിൽ പ്രകാശത്തിന്റെ വേഗം 2.29×10^8 m/s ആണ്. ക്രൗൺ ഗ്ലാസിൽ (അസാധാരണമായ കാഠിന്യമുള്ളതും കുറഞ്ഞ റിഫ്രാക്ഷൻ ഉള്ളതുമായ ഒരു സോഡ-ലൈം ഗ്ലാസ്), വേഗം 1.97×10^8 m/s ആണ്; അതിനാൽ, ക്രൗൺ ഗ്ലാസ് ഐസിനേക്കാൾ ഒപ്റ്റിക്കൽ സാന്ദ്രതയുള്ളതാണ്. താരതമ്യേന പറഞ്ഞാൽ, ഐസ് ഒരു "വേഗതയുള്ള" മാധ്യമവും ക്രൗൺ ഗ്ലാസ് ഒരു "മന്ദഗതിയിലുള്ള" മാധ്യമവുമാണ്.