1 പ്രകാശത്തിന്റെ അപവർത്തനം

ഇത്തരം അനുഭവം നിങ്ങൾക്കുമുണ്ടായിട്ടില്ലേ?

ഇങ്ങനെയുള്ള അനുഭവങ്ങളിൽ പലതും വിവിധ പ്രകാശപ്രതിഭാസങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ടവയാണ്.

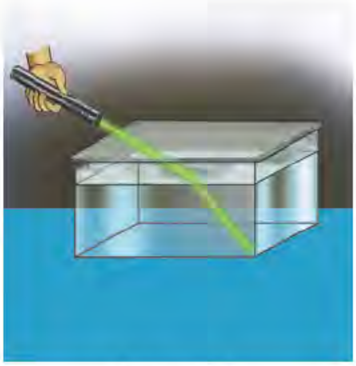
- ഗ്ലാസിലെ നാരങ്ങാവെള്ളത്തിലേക്കിട്ട സ്ട്രോ ഒടിഞ്ഞിരിക്കുന്നതുപോലെ തോന്നിയിട്ടുണ്ടോ? എന്തായിരിക്കും ഇതിന്റെ കാരണം?

ഒരു വസ്തുവിൽ പതിച്ച പ്രകാശം പ്രതിപതിച്ച് നമ്മുടെ കണ്ണിൽ പതിക്കുമ്പോഴാണല്ലോ നാം ആ വസ്തുവിനെ കാണുന്നത്. നാരങ്ങാവെള്ളത്തിൽ മുങ്ങിയിരിക്കുന്ന സ്ട്രോയിൽ നിന്ന് പ്രതിപതിച്ച് വരുന്ന പ്രകാശകിരണങ്ങൾ വിവിധ മാധ്യമങ്ങളിലൂടെ സഞ്ചരിച്ചല്ലേ നമ്മുടെ കണ്ണിൽ പതിക്കുന്നത്?

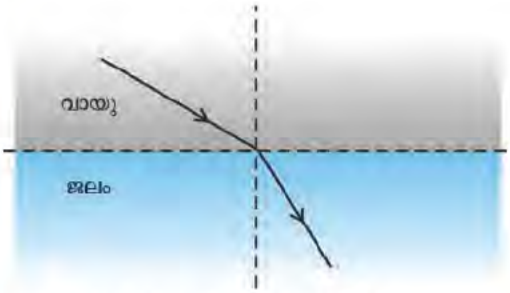
ചിത്രം 1.1

ഒരു പ്രവർത്തനം ചെയ്തു നോക്കാം.

ഒരു ഗ്ലാസ് ടഫിൽ മുക്കാൽ ഭാഗത്തോളം ജലം എടുക്കുക. ജലത്തിൽ ഒന്നോ രണ്ടോ തുള്ളി പാൽ ചേർക്കുക. ടഫ് സുതാര്യമായ പേപ്പർ ഷീറ്റ് കൊണ്ട് അടയ്ക്കുക. ടഫിൽ ബാക്കി ഭാഗത്ത് പുക നിറച്ചശേഷം ഒരു ലേസർ ടോർച്ചിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശം ചിത്രം 1.2 (a) ൽ കാണുന്നരീതിയിൽ പതിപ്പിച്ച് പ്രകാശ പാത നിരീക്ഷിക്കൂ. നിരീക്ഷണം സയൻസ് ഡയറിയിൽ ചിത്രീകരിക്കൂ.



ചിത്രം 1.2 (a)



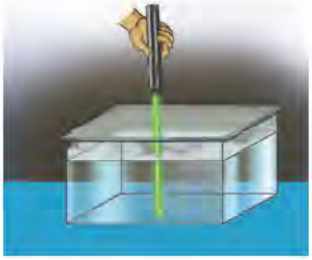
പ്രകാശപാതയുടെ രേഖാചിത്രം
ചിത്രം 1.2 (b)

- ടഫിനുള്ളിൽ ഏതെല്ലാം മാധ്യമങ്ങളിലൂടെയാണ് പ്രകാശരശ്മി സഞ്ചരിക്കുന്നത്?
- ഒരു മാധ്യമത്തിലൂടെ മാത്രം സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ പ്രകാശപാതയുടെ ദിശ എപ്രകാരമായിരിക്കും?

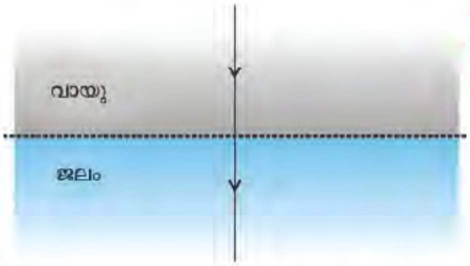
- ഒന്നാമത്തെ മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് രണ്ടാമത്തെ മാധ്യമത്തിലേക്ക് പ്രകാശം ചരിഞ്ഞ് പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ പ്രകാശരശ്മിക്ക് ദിശാവ്യതിയാനം ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടോ?
- പ്രകാശരശ്മിക്ക് ദിശാവ്യതിയാനം ഉണ്ടാകുന്നത് എവിടെ വച്ചാണ്?

ലംബമായി പതിക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മിക്ക് ദിശാവ്യതിയാനം ഉണ്ടാകുമോ?

ലേസർ ടോർച്ചിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശം ടഫിലെ ജലോപരിതലത്തിലേക്ക് ലംബമായി പതിപ്പിച്ചു നോക്കൂ.



ചിത്രം 1.3 (a)



ചിത്രം 1.3 (b)

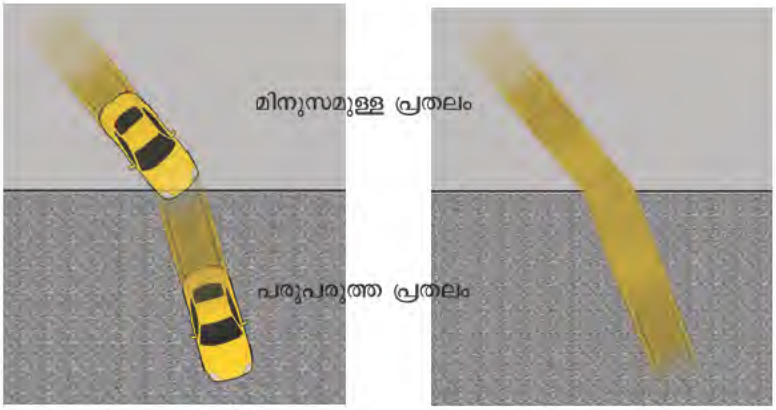
- ഇവിടെ പ്രകാശ രശ്മിക്ക് ദിശാവ്യതിയാനം ഉണ്ടായോ? നിരീക്ഷണം സയൻസ് ഡയറിയിൽ രേഖപ്പെടുത്തൂ.

ഒരു മാധ്യമത്തിലൂടെ പ്രകാശം സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ പ്രകാശപാത നേർരേഖയിലായിരിക്കും. ഒരു മാധ്യമത്തിൽനിന്ന് മറ്റൊരു മാധ്യമത്തിലേക്ക് പ്രകാശരശ്മി ചരിഞ്ഞ് പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ മാധ്യമങ്ങളുടെ വിഭജനതലത്തിൽ വച്ച് അതിന് ദിശാവ്യതിയാനം സംഭവിക്കാറുണ്ട്. ലംബമായി പതിക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മിക്ക് ദിശാവ്യതിയാനം സംഭവിക്കുന്നില്ല.

ഒരു മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് മറ്റൊരു മാധ്യമത്തിലേക്ക് പ്രകാശം ചരിഞ്ഞ് കടക്കുമ്പോൾ പ്രകാശപാതയ്ക്ക് വ്യതിയാനം സംഭവിക്കാറുണ്ട്. കാരണമെന്തായിരിക്കും?

മിനുസമുള്ള ഒരു പ്രതലത്തിൽനിന്ന് പരുപരുത്ത പ്രതലത്തിലേക്ക് സഞ്ചരിക്കുന്ന ടോയ് കാറിന്റെ ചലനവേഗവും ദിശയും നിരീക്ഷിക്കൂ.

- കാറിന്റെ ചലനദിശയ്ക്ക് മാറ്റം ഉണ്ടാകുന്നുണ്ടോ?
- എവിടെ വച്ചാണ് ഈ മാറ്റം ഉണ്ടാകുന്നത്?
- മിനുസമുള്ള പ്രതലത്തിലൂടെയും പരുപരുത്ത പ്രതലത്തിലൂടെയും ഒരേ വേഗത്തിലാണോ കാർ നീങ്ങിയത്?



ചിത്രം 1.4 (a) ചിത്രം 1.4 (b)

ഒരു പ്രതലത്തിൽ നിന്ന് മറ്റൊരു പ്രതലത്തിലേക്ക് മാറുന്നതുമൂലം കാറിന്റെ വേഗത്തിൽ വ്യത്യാസമുണ്ടാകുന്നതാണല്ലോ അതിന്റെ ദിശാവ്യതിയാനത്തിന് കാരണം.

വിവിധ മാധ്യമങ്ങളിലൂടെയുള്ള പ്രകാശവേഗം വ്യത്യസ്തമാണ്. പ്രകാശവേഗത്തിലുള്ള ഈ മാറ്റമാണ് ഒരു മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് മറ്റൊരു മാധ്യമത്തിലേക്ക് പ്രകാശം കടക്കുമ്പോൾ പ്രകാശപാതയുടെ ദിശാവ്യതിയാനത്തിന് കാരണം. വിവിധ മാധ്യമങ്ങളിലൂടെയുള്ള പ്രകാശവേഗം പട്ടികയിൽ നല്കിയിരിക്കുന്നത് ശ്രദ്ധിക്കൂ.

മാധ്യമം	പ്രകാശവേഗം (ഏകദേശം)
വായു	3×10^8 m/s
ജലം	2.25×10^8 m/s
ഗ്ലാസ്	2×10^8 m/s
വജ്രം	1.25×10^8 m/s

പട്ടിക 1.1

വിവിധ മാധ്യമങ്ങളിൽ പ്രകാശവേഗം വ്യത്യാസപ്പെടാൻ കാരണം മാധ്യമങ്ങളുടെ പ്രകാശികസാന്ദ്രതയിലുള്ള വ്യത്യാസമാണ്.

ഒരു മാധ്യമത്തിലൂടെയുള്ള പ്രകാശവേഗത്തെ സ്വാധീനിക്കാനുള്ള മാധ്യമത്തിന്റെ കഴിവിനെ മാധ്യമത്തിന്റെ പ്രകാശികസാന്ദ്രത (optical density) എന്ന് പറയുന്നു.

പ്രകാശികസാന്ദ്രത കൂടിയ മാധ്യമത്തിൽ (optically denser medium) പ്രകാശത്തിന്റെ വേഗം കുറവായിരിക്കും. പ്രകാശികസാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിൽ (optically rarer medium) പ്രകാശത്തിന്റെ വേഗം കൂടുതലായിരിക്കും. പ്രകാശികസാന്ദ്രതയ്ക്ക് പദാർഥസാന്ദ്രതയുമായി ബന്ധമില്ല എന്ന് ഓർക്കുമല്ലോ.

പട്ടിക 1.1 ലെ മാധ്യമങ്ങളെ പ്രകാശികസാന്ദ്രത കൂടിവരുന്ന വിധത്തിൽ ക്രമീകരിക്കൂ.

വായു < -------- < -------- < വജ്രം

അപവർത്തനം (Refraction)

നാരങ്ങാവെള്ളത്തിൽ സ്ട്രോ ഒടിഞ്ഞതായി തോന്നിയതിന് കാരണം കണ്ടെത്തുന്നതിനായി ഒരു പ്രവർത്തനം ചെയ്തു നോക്കാം.

ചിത്രം 1.5 (a)

ചിത്രം 1.5 (b)

ഗ്ലാസിൽ ഒരു സ്ട്രോ ചരിച്ചു വയ്ക്കുന്നു. പിന്നീട് അതിലേക്ക് ചിത്രത്തിലേതുപോലെ ജലം നിറയ്ക്കുന്നു. എന്തു വ്യത്യാസമാണ് നിരീക്ഷിക്കാൻ കഴിയുന്നത്? നിരീക്ഷണം സയൻസ് ഡയറിയിൽ ചിത്രീകരിക്കൂ.

- സ്ട്രോ ഒടിഞ്ഞതായി തോന്നാനുള്ള കാരണമെന്താണ്?

ഒരു ടഫിൽ ജലം ഒഴിക്കുന്നതിനു മുമ്പും ഒഴിച്ചതിനുശേഷവും ടഫിലിരിക്കുന്ന സ്ട്രോയിൽ നിന്ന് നമ്മുടെ കണ്ണിൽ പതിക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മിയുടെ പാത ചിത്രീകരിച്ചത് നിരീക്ഷിക്കൂ.

ചിത്രം 1.6 (a)

ചിത്രം 1.6 (b)

- ജലം ഒഴിക്കുന്നതിനുമുമ്പ്, സ്ട്രോയുടെ B എന്ന ഭാഗത്തുനിന്ന് കണ്ണിൽ വന്നു പതിക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മിക്ക് ദിശാവ്യതിയാനം സംഭവിക്കുന്നുണ്ടോ?

ജലം ഒഴിച്ചശേഷം സ്ട്രോയുടെ, ജലത്തിൽ മുങ്ങിയിരിക്കുന്ന ഭാഗത്തുനിന്നു വരുന്ന പ്രകാശരശ്മി വായുവിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ ജലോപരിതലത്തിൽ വച്ച് ദിശാവ്യതിയാനം സംഭവിക്കുന്നുണ്ടല്ലോ.

- B യിൽ നിന്നാണ് പ്രകാശരശ്മി യഥാർഥത്തിൽ വരുന്നതെങ്കിലും C എന്ന ഭാഗത്തുനിന്നും വരുന്നതായല്ലേ നാം കാണുന്നത്?

B എന്ന യഥാർഥ സ്ഥാനം C യിലേക്ക് ഉയർന്നതായി കാണപ്പെടുന്നതിനാൽ സ്ട്രോ ജലോപരിതലത്തിൽ വച്ച് ഒടിഞ്ഞതായി തോന്നുന്നു.

PhET→ Bending Light → Intro

ഒരു മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് പ്രകാശികസാന്ദ്രതയിൽ വ്യത്യാസമുള്ള മറ്റൊരു മാധ്യമത്തിലേക്ക് പ്രകാശം ചരിഞ്ഞ് പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ മാധ്യമങ്ങളുടെ വിഭജനതലത്തിൽ വച്ച് അതിന്റെ ദിശയ്ക്ക് വ്യതിയാനം ഉണ്ടാകുന്നു. ഈ പ്രതിഭാസമാണ് അപവർത്തനം (refraction).

പ്രകാശത്തെ അപവർത്തനത്തിന് വിധേയമാക്കാനുള്ള മാധ്യമത്തിന്റെ കഴിവ് അതിന്റെ പ്രകാശികസാന്ദ്രതയെ ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. പ്രകാശികസാന്ദ്രതയാകട്ടെ മാധ്യമത്തിന്റെ അപവർത്തനാങ്കവുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. വിവിധ പ്രകാശിക ഉപകരണങ്ങളുടെ രൂപകല്പനയിൽ അപവർത്തനാങ്കത്തിന്റെ പങ്ക് നിർണ്ണായകമാണ്. മാധ്യമത്തിന്റെ അപവർത്തനാങ്കം എന്താണെന്ന് നോക്കാം.

അപവർത്തനാങ്കം (Refractive Index)

പ്രകാശത്തിന്റെ ശൂന്യതയിലെ വേഗവും ഒരു മാധ്യമത്തിലെ വേഗവും തമ്മിലുള്ള അനുപാത സംഖ്യയാണ് ആ മാധ്യമത്തിന്റെ അപവർത്തനാങ്കം.

ശൂന്യതയിലൂടെയുള്ള പ്രകാശവേഗം c എന്നും മാധ്യമത്തിലൂടെയുള്ള വേഗം v എന്നും സൂചിപ്പിച്ചാൽ

$$\text{അപവർത്തനാങ്കം (n)} = \frac{\text{ശൂന്യതയിലൂടെയുള്ള പ്രകാശവേഗം (c)}}{\text{മാധ്യമത്തിലൂടെയുള്ള പ്രകാശവേഗം (v)}}$$

$$n = \frac{c}{v}$$

ശൂന്യതയിലൂടെയുള്ള പ്രകാശത്തിന്റെ വേഗം (c) = 3×10^8 m/s

? ചില മാധ്യമങ്ങളിലൂടെയുള്ള പ്രകാശവേഗം പട്ടികയിൽ നല്കിയിരിക്കുന്നു. ഓരോ മാധ്യമത്തിന്റേയും അപവർത്തനാങ്കം കണ്ടെത്തി പട്ടിക പൂർത്തീകരിക്കൂ.

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

പട്ടിക 1.2

വജ്രത്തിന്റെ (diamond) അപവർത്തനാങ്കം 2.4 ആണ്. വജ്രത്തിൽ കൂടിയുള്ള പ്രകാശവേഗം എത്രയായിരിക്കും?

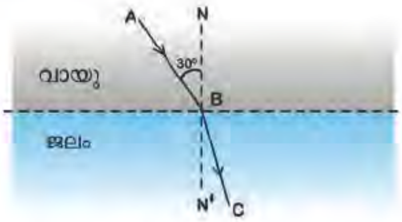
പ്രകാശവേഗം അപവർത്തനാങ്കവുമായി എങ്ങനെ ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു?

അപവർത്തനാങ്കം കൂടുതലുള്ള മാധ്യമത്തിൽ പ്രകാശവേഗം കുറവായിരിക്കും. പ്രകാശവേഗവും പ്രകാശികസാന്ദ്രതയും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം നിങ്ങൾക്കറിയാമല്ലോ. എങ്കിൽ പ്രകാശികസാന്ദ്രത അപവർത്തനാങ്കവുമായി എങ്ങനെ ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കുന്നുവെന്ന് സയൻസ് ഡയറിയിൽ കുറിക്കൂ.

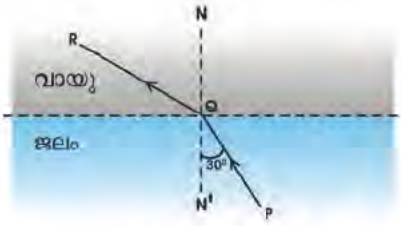
ഒരു മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് പ്രകാശികസാന്ദ്രതയിൽ വ്യത്യാസമുള്ള മറ്റൊരു മാധ്യമത്തിലേക്ക് പ്രകാശം ചരിഞ്ഞ് പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ മാധ്യമങ്ങളുടെ വിഭജനതലത്തിൽ വച്ച് പ്രകാശരശ്മിയുടെ ദിശയ്ക്ക് വ്യതിയാനമുണ്ടാകുന്നുവെന്ന് മനസ്സിലാക്കിയല്ലോ.

വായുവിൽ നിന്ന് ജലത്തിലേക്കും ജലത്തിൽ നിന്ന് വായുവിലേക്കും ഒരേ പതനകോണിൽ പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ പ്രകാശത്തിനുണ്ടാകുന്ന ദിശാവ്യതിയാനം ഒരുപോലെ ആയിരിക്കുമോ?

ചിത്രങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കൂ.



ചിത്രം 1.7 (a)



ചിത്രം 1.7 (b)

രണ്ട് മാധ്യമങ്ങളുടെ വിഭജനതലത്തിലേക്കു വന്നു പതിക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മിയെ പതനരശ്മി (incident ray) എന്നും അപവർത്തനത്തിനു വിധേയമാകുന്ന രശ്മിയെ അപവർത്തനരശ്മി (refracted ray) എന്നും വിളിക്കാം. അപവർത്തനരശ്മിക്കും പതനബിന്ദുവിലെ ലംബത്തിനും (NN′) ഇടയിലുള്ള കോൺ ആണ് അപവർത്തനകോൺ എങ്കിൽ,

- ഓരോ ചിത്രത്തിലേയും പതനരശ്മി, അപവർത്തനരശ്മി, പതനകോൺ, അപവർത്തനകോൺ എന്നിവ കണ്ടെത്തി പട്ടിക പൂർത്തീകരിക്കൂ.

	ചിത്രം 1.7 (a)	ചിത്രം 1.7 (b)
പതനരശ്മി	AB	
അപവർത്തനരശ്മി		
പതനകോൺ (i)	∠ABN	
അപവർത്തനകോൺ (r)	∠CBN′	
അപവർത്തനകോൺ പതനകോണിനേക്കാൾ കൂടുതൽ/കുറവ്		

പട്ടിക 1.3

വായുവിൽ നിന്ന് ജലത്തിലേക്ക് കടക്കുമ്പോഴും ജലത്തിൽ നിന്ന് വായുവിലേക്ക് കടക്കുമ്പോഴും അപവർത്തനരശ്മിയുടെ ദിശാ വ്യതിയാനത്തിന് എന്ത് പ്രത്യേകതയാണ് കാണാൻ കഴിയുന്നത്? സയൻസ് ഡയറിയിൽ രേഖപ്പെടുത്തൂ.

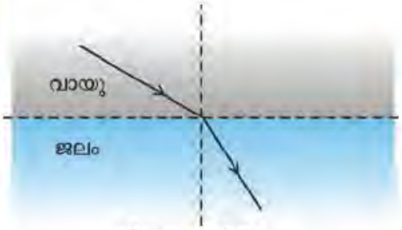
- വായുവിൽ നിന്ന് ജലത്തിലേക്ക് ചരിഞ്ഞു പ്രവേശിക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മിയുടെ ദിശാവ്യതിയാനം എപ്രകാരമാണ്?

  (ലംബത്തോട് അടുക്കുന്നു/ലംബത്തിൽ നിന്ന് അകലുന്നു)

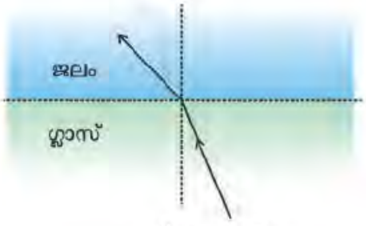
- ജലത്തിൽ നിന്ന് വായുവിലേക്ക് ചരിഞ്ഞ് പ്രവേശിക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മിയുടെ ദിശാവ്യതിയാനം എപ്രകാരമാണ്?

  (ലംബത്തോട് അടുക്കുന്നു/ലംബത്തിൽ നിന്ന് അകലുന്നു)

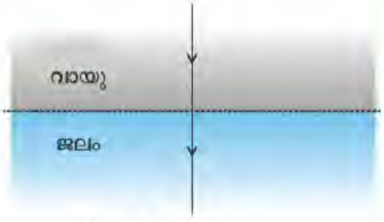
? വ്യത്യസ്ത മാധ്യമജോഡികളിൽ കൂടി പ്രകാശം കടന്നു പോകുന്ന ചിത്രങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കൂ.



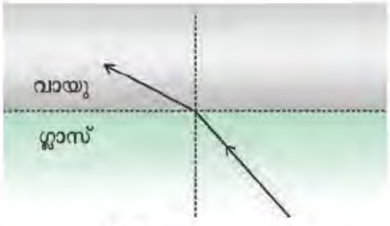
ചിത്രം 1.8 (a)



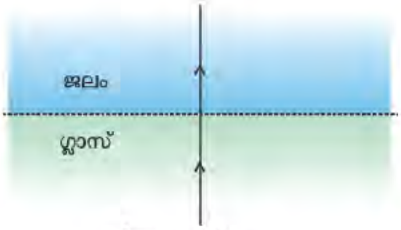
ചിത്രം 1.8 (b)



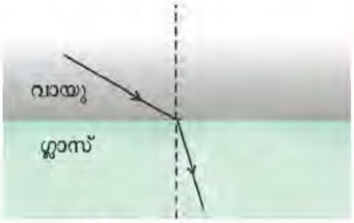
ചിത്രം 1.8 (c)



ചിത്രം 1.8 (d)



ചിത്രം 1.8 (e)



ചിത്രം 1.8 (f)

മാധ്യമങ്ങളുടെ പ്രകാശികസാന്ദ്രതയുടെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ ചുവടെ നൽകിയ ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം കണ്ടെത്തി സയൻസ് ഡയറിയിൽ രേഖപ്പെടുത്തൂ.

a) പ്രകാശികസാന്ദ്രത കൂടിയ മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിലേക്ക് പ്രകാശരശ്മി ചരിഞ്ഞ് പ്രവേശിക്കുന്നതായി കാണിച്ചിരിക്കുന്ന ചിത്രങ്ങൾ ഏതൊക്കെയാണ്?

b) ഇവിടെ അപവർത്തനം സംഭവിക്കുന്ന രശ്മിയുടെ ദിശാവ്യതിയാനം എപ്രകാരമാണ്?

(ലംബത്തിനടുത്തേക്ക് / ലംബത്തിൽ നിന്ന് അകലേക്ക്)

c) അപവർത്തനരശ്മി ലംബത്തോട് അടുക്കുന്ന സന്ദർഭങ്ങൾ വ്യക്തമാക്കുന്ന ചിത്രങ്ങൾ ഏതൊക്കെയാണ്?

d) ലംബത്തോട് അടുക്കുന്ന സന്ദർഭങ്ങളിൽ പ്രകാശം ഏത് മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് ഏത് മാധ്യമത്തിലേക്കാണ് കടന്നു പോകുന്നത്?

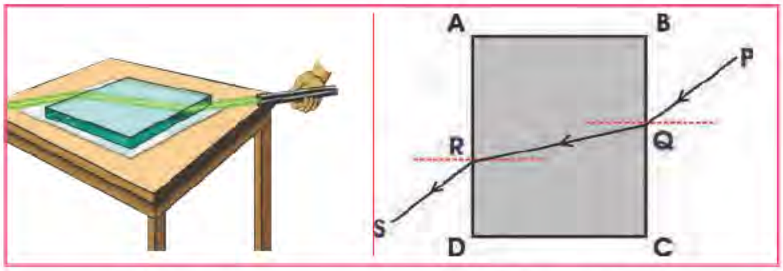
(പ്രകാശികസാന്ദ്രത കൂടിയതിൽ നിന്ന് കുറഞ്ഞതിലേക്ക്/പ്രകാശിക സാന്ദ്രത കുറഞ്ഞതിൽ നിന്ന് കൂടിയതിലേക്ക്)

e) ചിത്രം 1.8 (c), 1.8 (e) എന്നിവയിൽ പ്രകാശത്തിന് അപവർത്തനം സംഭവിക്കുന്നില്ല. കാരണം എന്തായിരിക്കും?

- പ്രകാശം ഒരു മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് മറ്റൊരു മാധ്യമത്തിലേക്ക് പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ പതന രശ്മി, അപവർത്തന രശ്മി, പതനബിന്ദുവിലെ ലംബം എന്നിവ ഒരേ തലത്തിൽ ആയിരിക്കും.
- പ്രകാശികസാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് കൂടിയ മാധ്യമത്തിലേക്ക് പ്രകാശം ചരിഞ്ഞ് പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ അപവർത്തനരശ്മി ലംബത്തോട് അടുക്കുന്നു.
- പ്രകാശികസാന്ദ്രത കൂടിയ മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിലേക്ക് പ്രകാശം ചരിഞ്ഞ് പ്രവേശിക്കുമ്പോൾ അപവർത്തനരശ്മി ലംബത്തിൽ നിന്ന് അകലുന്നു.
- മാധ്യമത്തിന്റെ വിഭജനതലത്തിലേക്ക് ലംബമായി പതിക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മിക്ക് അപവർത്തനം സംഭവിക്കുന്നില്ല.

ഗ്ലാസ് സ്ലാബിലെ അപവർത്തനം

ചിത്രത്തിൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്ന രീതിയിൽ ഗ്ലാസ് സ്ലാബിലേക്ക് ലേസർ ടോർച്ചിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശം പതിപ്പിക്കുക.



ചിത്രം 1.9 (a) ചിത്രം 1.9 (b)

പ്രകാശപാത നിരീക്ഷിക്കാൻ കഴിഞ്ഞല്ലോ?

- പ്രകാശരശ്മിക്ക് എവിടെയൊക്കെവച്ചാണ് അപവർത്തനം സംഭവിക്കുന്നത്?
- പ്രകാശരശ്മിക്ക് ഗ്ലാസ് സ്ലാബിൽ ഉണ്ടാകുന്ന അപവർത്തനം കാണിക്കുന്ന രേഖാചിത്രം സയൻസ് ഡയറിയിൽ വരയ്ക്കൂ.
- ഗ്ലാസ് സ്ലാബിലേക്ക് ലംബമായി പ്രകാശം പതിപ്പിച്ചു നോക്കൂ. പ്രകാശരശ്മിക്ക് അപവർത്തനം സംഭവിക്കുന്നുണ്ടോ?

അപവർത്തനം - ചില പ്രായോഗിക പ്രവർത്തനങ്ങൾ

ഒരു പാത്രത്തിൽ നാണയം ഇട്ടശേഷം നാണയത്തെ നോക്കിക്കൊണ്ട് പിന്നിലേക്ക് നടക്കുക. നാണയത്തിന്റെ ദൃശ്യം കണ്ണിൽ നിന്ന് അപ്രത്യക്ഷമാകുന്ന സമയത്ത് മറ്റൊരു കുട്ടിയോട് പാത്രത്തിലേക്ക് ജലം ഒഴിക്കാൻ ആവശ്യപ്പെടൂ.

- എന്ത് നിരീക്ഷിക്കുന്നു? ചിത്രം വിശകലനം ചെയ്ത് കാരണം കണ്ടെത്തൂ.

ചിത്രം 1.10 (a)

ചിത്രം 1.10 (b)

ജലം ഒഴിച്ചപ്പോൾ നാണയത്തിൽ നിന്ന് പ്രതിപതിച്ചു വരുന്ന പ്രകാശത്തിന് അപവർത്തനം സംഭവിച്ച് കണ്ണിൽ പതിക്കുന്നു. അതുകൊണ്ട് നാണയം വീണ്ടും ദൃശ്യമാകുന്നു.

? ടെക്സ്റ്റ് ബുക്കിലെ അക്ഷരങ്ങൾക്ക് മുകളിൽ ഗ്ലാസ് സ്ലാബ് വയ്ക്കുമ്പോൾ അക്ഷരങ്ങൾ ഉയർന്നിരിക്കുന്നതായി തോന്നുന്നു. കാരണം എന്തായിരിക്കും? കണ്ടെത്തൂ.

? ചിത്രം 1.11 നിരീക്ഷിക്കൂ.

ടാങ്കിലെ വെള്ളത്തിനടിയിൽ സ്ഥിതിചെയ്യുന്ന ഒരു നാണയം ഒരു വശത്തുനിന്നു നോക്കിക്കൊണ്ട് എടുക്കാൻ ശ്രമിക്കുക. നാണയം എളുപ്പത്തിൽ എടുക്കാൻ കഴിയുന്നുണ്ടോ? കാരണം എന്തായിരിക്കും? കണ്ടെത്തൂ.

ചിത്രം 1.11

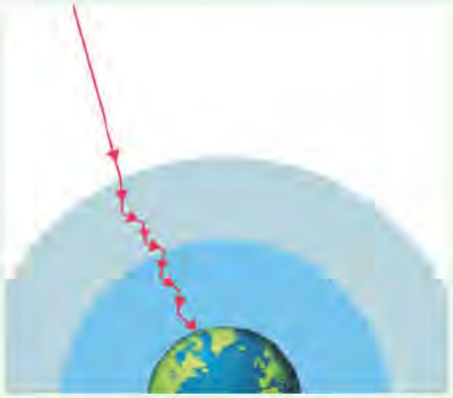
? ഒരു ജലാശയത്തിന്റെ അടിത്തട്ട് അകലെ നിന്ന് നോക്കുമ്പോൾ അടുത്തു നിന്ന് നോക്കുമ്പോൾ കാണുന്നതിനേക്കാൾ കൂടുതൽ ഉയർന്നതായി തോന്നുന്നു. കാരണമെന്ത്?

? അമ്പെയ്ത് മീൻ പിടിക്കുന്നവർ മീനിനെ കാണുന്നിടത്തു നിന്ന് അല്പം താഴേക്കാണ് അമ്പെയ്യുന്നത്. എന്തുകൊണ്ട്?

അപവർത്തനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട ചില സന്ദർഭങ്ങൾ പരിചയപ്പെട്ടുവല്ലോ. ഇനി അന്തരീക്ഷത്തിൽ നടക്കുന്ന അപവർത്തനങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട സന്ദർഭങ്ങൾ പരിചയപ്പെടാം.

അന്തരീക്ഷത്തിലെ അപവർത്തനം (Atmospheric Refraction)

നക്ഷത്രങ്ങൾ മിന്നിത്തിളങ്ങാൻ കാരണം എന്തായിരിക്കും?



ചിത്രം 1.12 (a)

ചിത്രം 1.12 (b)

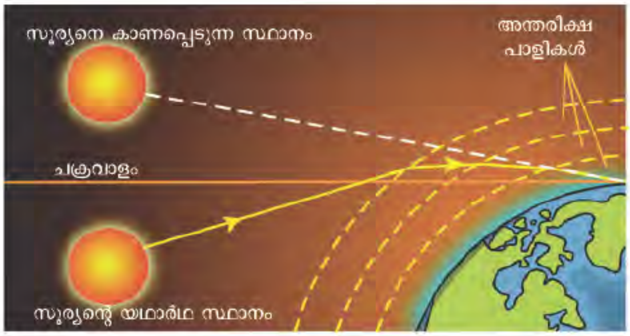
ചിത്രങ്ങൾ നിരീക്ഷിക്കൂ.

- നക്ഷത്രത്തിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശരശ്മി നേർരേഖയിൽ സഞ്ചരിച്ചാണോ നമ്മുടെ കണ്ണിൽ എത്തുന്നത് ?
- വളരെ അകലെയുള്ള ഒരു നക്ഷത്രത്തിൽ നിന്ന് ഭൗമാന്തരീക്ഷത്തിലൂടെ എത്തുന്ന പ്രകാശരശ്മിയുടെ പാതയ്ക്ക് സമാനമായ ചിത്രീകരണമാണ് ചിത്രം 1.12 (a) യിൽ നൽകിയിരിക്കുന്നത്. ഇവിടെ പ്രകാശരശ്മിയുടെ പാതയ്ക്ക് ക്രമരഹിതമായ ദിശാമാറ്റം സംഭവിക്കുന്നില്ലേ? എന്തായിരിക്കും ഇതിന് കാരണം?

നക്ഷത്രങ്ങൾ ഗ്രഹങ്ങളെ അപേക്ഷിച്ച് താരതമ്യേന വളരെ അകലെയായതിനാൽ അവ പ്രകാശിത ബിന്ദുക്കൾ പോലെ കാണപ്പെടുന്നു. നക്ഷത്രത്തിൽ നിന്ന് വരുന്ന പ്രകാശം ഭൗമാന്തരീക്ഷത്തിലൂടെ സഞ്ചരിച്ചാണ് നമ്മുടെ കണ്ണിൽ എത്തുന്നത്. അന്തരീക്ഷപാളികളുടെ ഭൗതിക സാഹചര്യം (മർദം, താപനില തുടങ്ങിയവ) നിരന്തരം മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കുന്നതിനാൽ പ്രകാശം കടന്നുവരുന്ന മാധ്യമത്തിന്റെ പ്രകാശിക സാന്ദ്രത മാറിക്കൊണ്ടിരിക്കും. ഇതു കാരണം പ്രകാശരശ്മിക്ക് ക്രമരഹിതമായ അപവർത്തനം സംഭവിക്കുന്നു. അതിനാൽ നക്ഷത്രങ്ങളിൽ നിന്നു വരുന്ന പ്രകാശകിരണങ്ങൾ പലതവണ ക്രമരഹിത അപവർത്തനത്തിനുശേഷം കണ്ണിൽ പതിക്കുമ്പോൾ നക്ഷത്രത്തെ ഒരേ സ്ഥാനത്ത് തുടർച്ചയായി കാണാൻ കഴിയുന്നില്ല. ഇതാണ് നക്ഷത്രത്തിന്റെ മിന്നിത്തിളക്കത്തിനു കാരണം.

? സൂര്യൻ പടിഞ്ഞാറൻ ചക്രവാളം കടന്നു പോയതിനു ശേഷവും സൂര്യബിംബം അല്പ സമയം കൂടി കാണാൻ കഴിയും. അതുപോലെ തന്നെ രാവിലെ കിഴക്കൻ ചക്രവാളത്തിൽ എത്തുന്നതിന് അല്പം മുമ്പും സൂര്യനെ കാണാൻ കഴിയും. എന്തായിരിക്കും കാരണം?

ചിത്രം 1.13 വിശകലനം ചെയ്ത് വിശദീകരണം സയൻസ് ഡയറിയിൽ രേഖപ്പെടുത്തുക.



ചിത്രം 1.13

അപവർത്തനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട നിരവധി സന്ദർഭങ്ങൾ പരിചയപ്പെട്ടുവല്ലോ.

മാധ്യമങ്ങളുടെ വിഭജന തലത്തിലേക്ക് പ്രകാശം ചരിഞ്ഞ് പതിക്കുന്ന എല്ലാ സന്ദർഭങ്ങളിലും പ്രകാശത്തിന് അപവർത്തനം സംഭവിക്കുമോ?

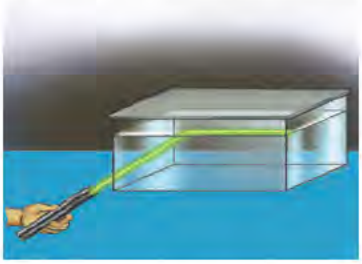
പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം (Total Internal Reflection)

ചിത്രം 1.14 ൽ കാണുന്ന തരത്തിലുള്ള അലങ്കാര വിളക്കുകൾ നിങ്ങൾ കണ്ടിട്ടില്ലേ? ബൾബിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശം ഈ നാരുകളിലൂടെ കടന്നു വരുമ്പോൾ അതിന്റെ അഗ്രഭാഗത്തുകൂടി മാത്രം പ്രകാശം പുറത്തുവരാൻ കാരണം എന്തായിരിക്കും ?

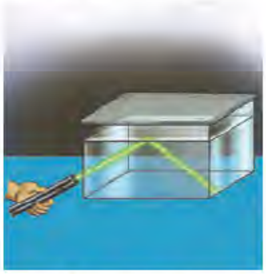
ചിത്രം 1.14

ഇത് മനസ്സിലാക്കുന്നതിനായി ചില പ്രവർത്തനങ്ങൾ ചെയ്തു നോക്കാം.

ഒരു ലേസർടോർച്ചിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശം ടഫിൽ എടുത്ത ജലത്തിന്റെ ഉപരിതലത്തിലേക്ക് വിവിധ കോണളവിൽ പതിപ്പിച്ചു നോക്കൂ.



ചിത്രം 1.15 (a)



ചിത്രം 1.15 (b)

- ടഫിനുള്ളിൽ പ്രകാശം ഏതൊക്കെ മാധ്യമങ്ങളിലൂടെയാണ് കടന്നുപോകുന്നത്?
- ഇവിടെ പ്രകാശം പതിക്കുന്നത് പ്രകാശികസാന്ദ്രത കൂടിയ മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് കുറഞ്ഞതിലേക്കാണോ അതോ പ്രകാശികസാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിൽ നിന്നും കൂടിയതിലേക്കാണോ?

- പതനകോൺ ക്രമമായി വർധിപ്പിച്ചുനോക്കൂ. എന്താണ് നിരീക്ഷിക്കുന്നത്?

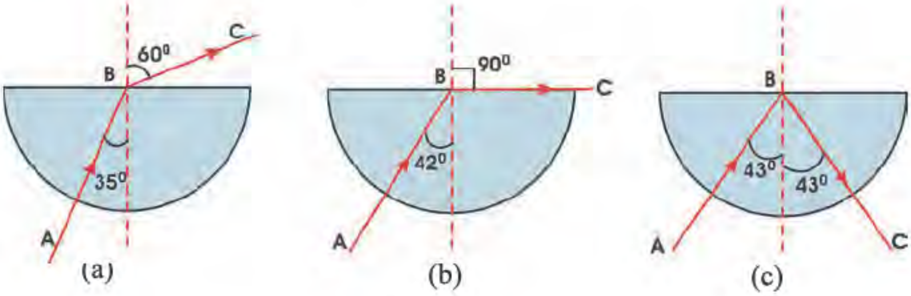
ഇവിടെ പ്രകാശികസാന്ദ്രത കൂടിയ മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിലേക്കാണ് പ്രകാശം കടന്നു പോകുന്നത്. പതനകോണിന്റെ അളവ് ക്രമമായി കൂടുമ്പോൾ അപവർത്തനകോണും കൂടി വരുന്നു. പതനകോൺ ഒരു നിശ്ചിത അളവിനേക്കാൾ കൂടുമ്പോൾ പതനരശ്മി പൂർണ്ണമായും ജലത്തിലേക്ക് തന്നെ പ്രതിപതിക്കുന്നു.

- എപ്പോഴാണ് അപവർത്തനം സംഭവിക്കാതെ പ്രകാശരശ്മി അതേ മാധ്യമത്തിലേക്ക് തിരിച്ചു വരുന്നത് ?

ഒരു പരീക്ഷണം ചെയ്തു നോക്കൂ.

ചിത്രം 1.16

ഒരു ചാർട്ട് പേപ്പറിൽ ഒരു വൃത്തം വരയ്ക്കുക. ഇതിൽ രണ്ട് പ്രൊട്രാക്ടർ ചേർത്ത് വച്ച മാതൃകയിൽ കോണുകൾ അടയാളപ്പെടുത്തി ഒരു മേശയുടെ ഉപരിതലത്തിൽ വയ്ക്കുക. പിന്നീട് അർധവൃത്താകൃതിയിലുള്ള ഒരു കനം കൂടിയ ഗ്ലാസ് സ്ലാബ് ചിത്രത്തിൽ കാണുന്ന രീതിയിൽ ചാർട്ടിലെ വൃത്തത്തിന് മുകളിൽ വയ്ക്കുക. സ്ലാബിലേക്ക് വ്യത്യസ്ത കോണളവിൽ ലേസർടോർച്ചിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശം പതിപ്പിക്കുക. ഓരോ അവസരത്തിലുമുള്ള പതനകോൺ, അപവർത്തനകോൺ എന്നിവ നിരീക്ഷിച്ച് പ്രകാശപാത കാണിക്കുന്ന രേഖാചിത്രം സയൻസ് ഡയറിയിൽ വരയ്ക്കൂ.



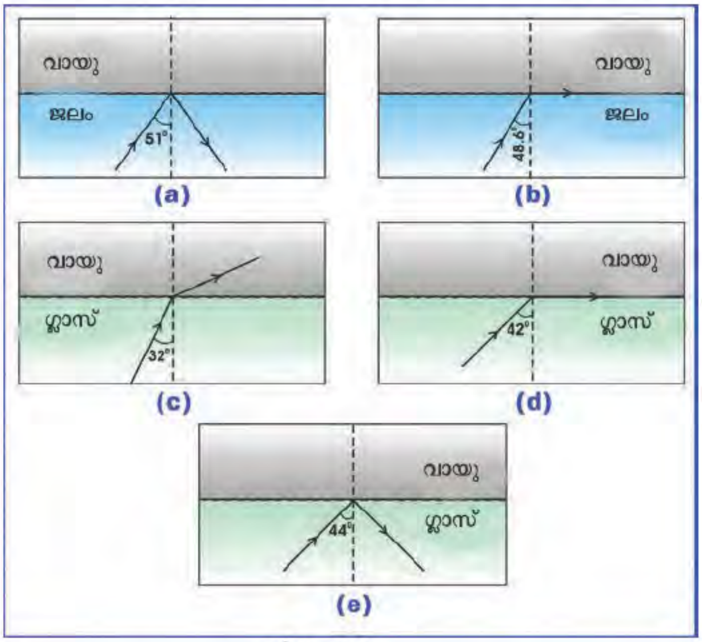
ചിത്രം 1.17

- ഇവിടെ പ്രകാശരശ്മി കടക്കുന്നത് ഏത് മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് ഏതു മാധ്യമത്തിലേക്കാണ്?
  (പ്രകാശികസാന്ദ്രത കൂടിയതിൽ നിന്ന് കുറഞ്ഞതിലേക്ക്/പ്രകാശികസാന്ദ്രത കുറഞ്ഞതിൽ നിന്ന് കൂടിയതിലേക്ക്)
- പതനകോൺ കൂടുമ്പോൾ അപവർത്തന കോണിന് വരുന്ന മാറ്റം എന്ത്?
- അപവർത്തന കോൺ 90^0 ആകുമ്പോഴുള്ള പതനകോണിന്റെ അളവ് എത്രയാണ്?
- ഈ പതന കോണിനേക്കാൾ കൂടിയ അളവിൽ പ്രകാശം പതിക്കുമ്പോൾ, എന്തു പ്രത്യേകതയാണ് നിരീക്ഷിക്കാൻ കഴിയുന്നത്?

പ്രകാശികസാന്ദ്രത കൂടിയ മാധ്യമത്തിൽനിന്ന് കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിലേക്കു പ്രകാശരശ്മി കടക്കുമ്പോൾ അപവർത്തനകോൺ 90° ആകുന്ന സന്ദർഭത്തിലെ പതനകോണാണ് ക്രിട്ടിക്കൽ കോൺ (critical angle). ഗ്ലാസ് - വായു ജോഡിയിൽ ക്രിട്ടിക്കൽ കോൺ 42° ആണ്.

പ്രകാശികസാന്ദ്രത കൂടിയ മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിലേക്ക് പ്രകാശരശ്മി സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ പതനകോൺ ക്രിട്ടിക്കൽ കോണിനേക്കാൾ കൂടുതലായാൽ, ആ രശ്മി അപവർത്തനത്തിനു വിധേയമാകാതെ അതേ മാധ്യമത്തിലേക്ക് പൂർണ്ണമായും പ്രതിപതിക്കുന്ന പ്രതിഭാസമാണ് പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം.

വിവിധ മാധ്യമങ്ങളിലൂടെയുള്ള പ്രകാശപാത തന്നിരിക്കുന്നു. ചിത്രങ്ങൾ വിശകലനം ചെയ്ത് ചോദ്യങ്ങൾക്ക് ഉത്തരം കണ്ടെത്തൂ.



ചിത്രം 1.18

ക്രിട്ടിക്കൽ കോൺ പ്രസ്താവിക്കുമ്പോൾ ജോഡികളായി പറയാതെ ഏതെങ്കിലും ഒരു മാധ്യമം മാത്രമേ സൂചിപ്പിക്കുന്നുള്ളൂ എങ്കിൽ രണ്ടാമത്തെ മാധ്യമം വായു അഥവാ ശൂന്യതയായിരിക്കും.

a) പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം സംഭവിക്കുന്നതായി കാണിച്ചിരിക്കുന്ന ചിത്രങ്ങൾ ഏതെല്ലാം?

b) ഇവിടെ ഗ്ലാസിന്റെ ക്രിട്ടിക്കൽ കോൺ എത്രയാണ്?

c) ജലത്തിൽനിന്നു 50° കോണളവിൽ വായുവിലേക്കു പതിക്കുന്ന പ്രകാശത്തിന് പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം സംഭവിക്കുമോ? എന്തുകൊണ്ട്? ജലം-വായു ജോഡികളുടെ ക്രിട്ടിക്കൽ കോൺ എത്രയാണ്?

d) പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം സംഭവിക്കാൻ അവശ്യം വേണ്ട രണ്ട് സാഹചര്യങ്ങൾ ഏതൊക്കെയാണ്?

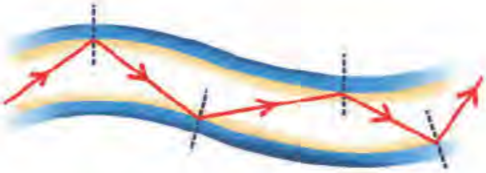
ചിത്രം 1.19 നിരീക്ഷിക്കൂ.

ചിത്രം 1.19

- ഇവിടെ അക്വേറിയത്തിന്റെ അടിത്തട്ട് ജലോപരിതലത്തിന് മുകളിലായി കാണുവാനുള്ള കാരണം എന്തായിരിക്കും?

അക്വേറിയത്തിന്റെ അടിത്തട്ടിൽ നിന്നു വരുന്ന പ്രകാശത്തിന് ജലോപരിതലത്തിൽവച്ച് പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം സംഭവിക്കുന്നതുകൊണ്ടാണ് അക്വേറിയത്തിന്റെ അടിത്തട്ട് മുകളിലായി കാണുന്നത്. ജലോപരിതലത്തിൽ നിന്ന് അക്വേറിയത്തിന്റെ അടിത്തട്ടിലേക്കുള്ള ദൂരവും പൂർണ്ണാന്തരപ്രതിപതനം മൂലമുണ്ടായ പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള ദൂരവും തുല്യമല്ലേ?

ചിത്രം 1.20 (a)



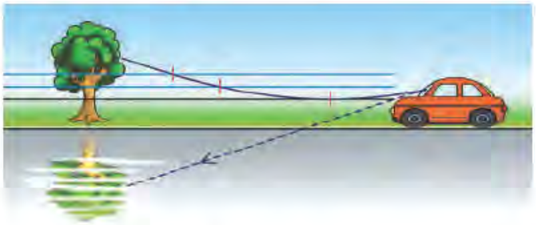
ചിത്രം 1.20 (b)

ഒപ്റ്റിക്കൽ ഫൈബറുകളിലൂടെയുള്ള പ്രകാശ പ്രേഷണവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട നേട്ടങ്ങൾക്കാണ് 2009 ൽ ഭൗതിക ശാസ്ത്രത്തിനുള്ള നൊബേൽ സമ്മാനം ചാൾസ് കെ കാവോയ്ക്ക് ലഭിച്ചത്.

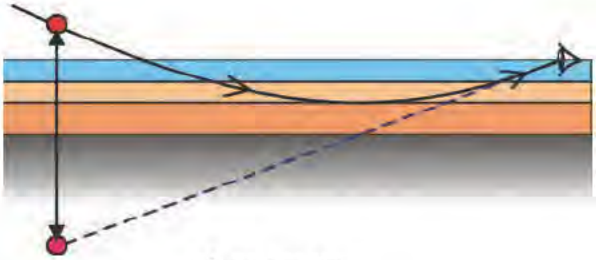
അലങ്കാരവിളക്കിലെ ഒപ്റ്റിക്കൽ ഫൈബറുകളുടെ ഒരഗ്രം അനുയോജ്യമായ ഒരു പ്രകാശ സ്രോതസ്സുമായി ബന്ധിപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഈ സ്രോതസ്സിൽ നിന്നുള്ള പ്രകാശരശ്മികൾ ഫൈബറുകളിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ ക്രിട്ടിക്കൽ കോണിനേക്കാൾ കൂടിയ പതനകോണുകളിലാണ് വശങ്ങളിൽ പതിക്കുന്നത്. അതുകൊണ്ട് തുടർച്ചയായി പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം സംഭവിച്ച് രണ്ടാമത്തെ അഗ്രത്തുകൂടി മാത്രം പ്രകാശം പുറത്തേക്ക് വരുന്നു.

പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം മൂലമുണ്ടാകുന്ന മായക്കാഴ്ചകൾ എവിടെയൊക്കെ കാണാൻ കഴിയുന്നു എന്നു നോക്കാം.

- വേനൽക്കാലത്ത് റോഡിൽ അകലെ വെള്ളം കിടക്കുന്നതായി തോന്നുന്നതിനുള്ള കാരണം എന്തായിരിക്കും?



ചിത്രം 1.21 (a)



ചിത്രം 1.21 (b)

റോഡിനോട് ചേർന്നുള്ള ഭാഗത്തെ വായുവിന് ചൂട് കൂടുതലായതിനാൽ പ്രകാശികസാന്ദ്രത കുറവായിരിക്കും. എന്നാൽ മുകൾ ഭാഗത്തേക്ക് പോകുന്തോറും വായുവിന്റെ പ്രകാശികസാന്ദ്രത ക്രമമായി വർധിച്ചുവരുന്നു.

പരിസരത്തുള്ള വസ്തുക്കളിൽ നിന്നു വരുന്ന പ്രകാശകിരണങ്ങൾ പ്രകാശികസാന്ദ്രത വ്യത്യാസമുള്ള വായുവിന്റെ വിവിധ പാളികളിലൂടെ കടന്നുപോകുമ്പോൾ ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ അപവർത്തനത്തിനും തുടർന്ന് പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനത്തിനും വിധേയമാകുന്നു. ഇങ്ങനെ ദിശാവ്യതിയാനം സംഭവിച്ച പ്രകാശ കിരണങ്ങളാണ് നമ്മുടെ കണ്ണിൽ പതിക്കുന്നത്. അതിനാൽ അവയുടെ

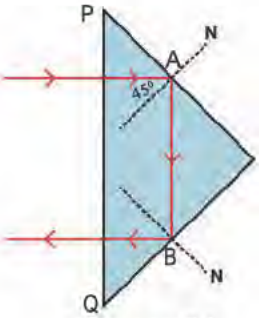
പ്രതിബിംബം റോഡിൽ രൂപപ്പെടുന്നതുപോലെ തോന്നുന്നു. ഈ പ്രതിഭാസം മരീചിക (mirage) എന്നറിയപ്പെടുന്നു. നമുക്കു പരിചിതമായ ഇത്തരം പ്രതിബിംബങ്ങൾ സാധാരണയായി ജലോപരിതലത്തിലാണ് രൂപപ്പെടുന്നത്. അകലെനിന്നും നോക്കുമ്പോൾ റോഡിൽ വെള്ളം ഉള്ള തായി തോന്നുന്നത് എന്തുകൊണ്ടാണെന്ന് മനസ്സിലായല്ലോ.

പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം പ്രയോജനപ്പെടുത്തുന്ന സന്ദർഭങ്ങൾ

റിഫ്ലക്ടർ (Reflector) :

സൈക്കിൾ റിഫ്ലക്ടർ
ചിത്രം 1.22 (a)

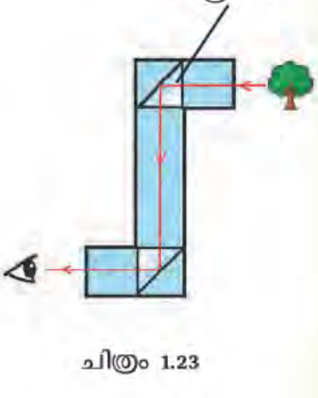
വാഹനങ്ങളുടെ ടെയിൽ ലാമ്പുകളിൽ (ചിത്രം 1.22 (a)) ഉപയോഗിക്കുന്ന റിഫ്ലക്റ്ററുകൾ നിരീക്ഷിച്ചിട്ടില്ലേ? ഇവയിൽ ധാരാളം ചെറുപ്രിസങ്ങൾ ഉറപ്പിച്ചിരിക്കുന്നു. ഇവയിൽ ഒരു പ്രിസത്തിലേക്ക് പതിക്കുന്ന പ്രകാശ രശ്മി പ്രതിപതിച്ചു വരാൻ കാരണം എന്തായിരിക്കും? ഗ്ലാസിന്റെ ക്രിട്ടിക്കൽ കോണിനെ അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തി വിശദീകരിക്കാം.



ചിത്രം 1.22 (b)

P Q എന്ന വശത്ത് ലംബമായി പ്രകാശരശ്മി പതിക്കുന്നതിനാൽ അപവർത്തനം സംഭവിക്കുന്നില്ല. ഗ്ലാസിന്റെ ക്രിട്ടിക്കൽ കോൺ 42° ആണെന്ന് അറിയാമല്ലോ. ഇവിടെ A, B എന്നീ ബിന്ദുക്കളിലെ പതനകോൺ 45° ആണ്. അതിനാൽ A ൽ പതിക്കുന്ന പ്രകാശം പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനത്തിന് വിധേയമായി B യിൽ എത്തും. അവിടെ വീണ്ടും പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം സംഭവിച്ച് ചിത്രത്തിൽ കാണുന്നതുപോലെ റിഫ്ലക്റ്ററിനു പുറത്തേക്കുവരുന്നു. റിഫ്ലക്റ്ററിലെ മറ്റു പ്രിസങ്ങളിലും ഇതുപോലെ തന്നെയല്ലേ സംഭവിക്കുന്നത്.

പെരിസ്കോപ്പ് (Periscope) :



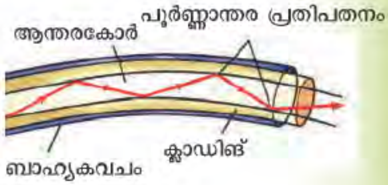
ചിത്രം 1.23

ദർപ്പണങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള പെരിസ്കോപ്പുകളാണല്ലോ നിങ്ങൾ പരിചയപ്പെട്ടിട്ടുള്ളത്. എന്നാൽ ദൃശ്യങ്ങളുടെ വ്യക്തത കൂട്ടുന്നതിനുവേണ്ടി പ്രിസങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ചുള്ള പെരിസ്കോപ്പുകളും നിർമ്മിക്കുന്നുണ്ട്.

പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം ഒരു പെരിസ്കോപ്പിൽ പ്രയോജനപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത് എങ്ങനെയെന്ന് നോക്കൂ (ചിത്രം 1.23).

ചിത്രത്തിന്റെ അടിസ്ഥാനത്തിൽ പെരിസ്കോപ്പിൽ പ്രിസങ്ങളെ എങ്ങനെ പ്രയോജനപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നു എന്ന് മനസ്സിലാക്കി സയൻസ് ഡയറിയിൽ രേഖപ്പെടുത്തൂ.

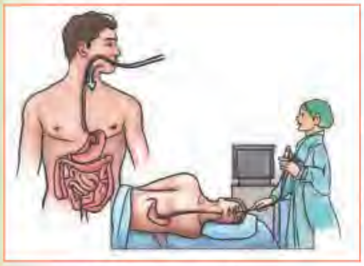
ഒപ്റ്റിക്കൽ ഫൈബർ (Optical Fibre) :



ചിത്രം 1.24

ഒപ്റ്റിക്കൽ ഫൈബറുകളുടെ കണ്ടുപിടിത്തം വാർത്താവിനിമയ രംഗത്ത് വിപ്ലവകരമായ മാറ്റങ്ങളാണ് ഉണ്ടാക്കിയത്. ഒപ്റ്റിക്കൽ ഫൈബർ കേബിളുകളിൽ (OFC) എങ്ങനെയാണ് പ്രകാശത്തിന്റെ പൂർണ്ണാന്തരപ്രതിപതനം പ്രയോജനപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നത് എന്ന് നേരത്തെ മനസ്സിലാക്കിയിട്ടുണ്ടല്ലോ. ഇതേ പ്രതിഭാസം അടിസ്ഥാനപ്പെടുത്തിയാണ് ഒപ്റ്റിക്കൽ ഫൈബറുകളിലൂടെ പ്രകാശകിരണങ്ങളുടെ രൂപത്തിൽ (optical signals)

വാർത്താവിനിമയ സിഗ്നലുകളും സഞ്ചരിക്കുന്നത്. അനേകായിരം പ്രകാശ സിഗ്നലുകൾ അവയുടെ തീവ്രതയ്ക്ക് നഷ്ടം സംഭവിക്കാതെ ഒരേസമയം ഒരു കേബിളിലൂടെ അയയ്ക്കാൻ കഴിയും. പ്രകാശവേഗത്തിൽ ഇത്തരം സിഗ്നലുകളെ വിദൂരസ്ഥലങ്ങളിലേക്ക് എത്തിക്കാൻ സാധിക്കുന്നു. ഇതാണ് വാർത്താവിനിമയത്തിന് ഒപ്റ്റിക്കൽ ഫൈബർ ഉപയോഗിക്കാൻ കാരണമായത്.



എൻഡോസ്കോപ്പി
ചിത്രം 1.25

ഒപ്റ്റിക്കൽ ഫൈബറുകളുടെ ഉപയോഗം മെഡിക്കൽ രംഗത്ത് നാൾക്കുനാൾ വർധിച്ചുവരുന്നു. മെഡിക്കൽ രംഗത്ത് ഇവ എങ്ങനെയാണ് പ്രയോജനപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്നതെന്ന് വിവരശേഖരണം നടത്തി ക്ലാസിൽ അവതരിപ്പിക്കൂ.

? പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം, സമതല ദർപ്പണങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള സാധാരണ പ്രതിപതനം ഇവയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട പ്രസ്താവനകൾ നൽകിയിരിക്കുന്നു. അവയെ അനുയോജ്യമായി പട്ടികപ്പെടുത്തൂ.

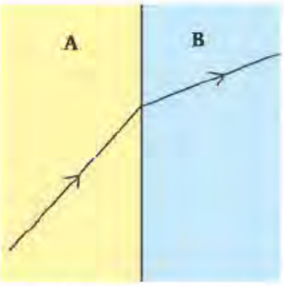
- **പ്രകാശരശ്മി പ്രകാശിക സാന്ദ്രത കൂടിയ മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിലേക്ക് ക്രിട്ടിക്കൽ കോണിനേക്കാൾ കൂടിയ പതനകോണിൽ പതിക്കുമ്പോൾ മാത്രം സംഭവിക്കുന്നു.**
- **പ്രകാശരശ്മി പൂർണ്ണമായും പ്രതിപതിക്കുന്നില്ല.**
- **പ്രതലത്തിലേക്ക് ഏതു പതനകോണിൽ പതിച്ചാലും പ്രതിപതനം സംഭവിക്കുന്നു.**
- **പ്രകാശരശ്മി പൂർണ്ണമായും പ്രതിപതിക്കുന്നു.**

ദർപ്പണങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള പ്രതിപതനം	പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം
• പ്രകാശരശ്മി പൂർണ്ണമായും പ്രതിപതിക്കുന്നില്ല. •	• •

പട്ടിക 1.4

വിലയിരുത്താം

1. A, B എന്നീ മാധ്യമങ്ങളിലൂടെ പ്രകാശരശ്മി കടന്നുപോകുന്ന രേഖാചിത്രം നല്കിയിരിക്കുന്നു.

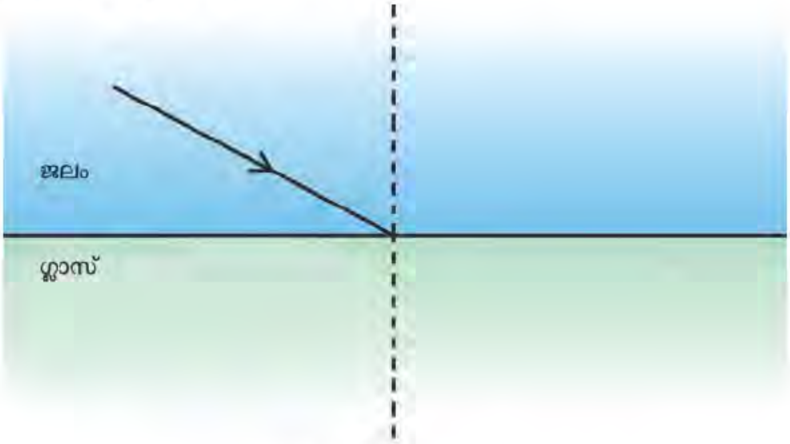


ചിത്രം 1.26

a) A, B എന്നീ മാധ്യമങ്ങളിൽ ഏത് മാധ്യമത്തിലായിരിക്കും പ്രകാശവേഗം കുറവ്?

b) ഇവയിൽ പ്രകാശിക സാന്ദ്രത കൂടിയ മാധ്യമം ഏതായിരിക്കും? ഉത്തരം സാധൂകരിക്കുക.

2. താഴെ കൊടുത്തിരിക്കുന്ന ചിത്രം പൂർത്തിയാക്കുക. പതനകോൺ, അപവർത്തനകോൺ ഇവ അടയാളപ്പെടുത്തുക.



ചിത്രം 1.27

3. പ്രകാശം മാധ്യമം X ൽ നിന്ന് മാധ്യമം Y യിലേക്ക് കടന്നു പോകുന്നു.
ഇവിടെ പതന കോണിനേക്കാൾ കൂടുതലാണ് അപവർത്തനകോൺ

a) X, Y ഇവയിൽ ഏതു മാധ്യമത്തിൽ ആയിരിക്കും പ്രകാശത്തിന് വേഗം കൂടുതൽ?

b) അപവർത്തനാങ്കം കൂടിയ മാധ്യമം ഏതായിരിക്കും?

c) പ്രകാശപാത ചിത്രീകരിക്കുക.

4. വിവിധ മാധ്യമങ്ങളുടെ അപവർത്തനാങ്കം പട്ടികയിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു.

മാധ്യമം	അപവർത്തനാങ്കം
ക്രൗൺ ഗ്ലാസ്	1.52
ഗ്ലിസറിൻ	1.47
സൺഫ്ളവർ ഓയിൽ	1.47
ജലം	1.33
ഫ്ളിന്റ് ഗ്ലാസ്	1.62

പട്ടിക 1.5

a) പ്രകാശം ഏതു മാധ്യമത്തിലൂടെയാണ് ഏറ്റവും കൂടിയ വേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതെന്ന് കണ്ടെത്തുക.

b) ഗ്ലിസറിനിൽ നിന്ന് സൺഫ്ലവർ ഓയിലിലേക്ക് ചരിഞ്ഞ് പതിക്കുന്ന പ്രകാശരശ്മിയുടെ ദിശയ്ക്ക് വ്യതിയാനം സംഭവിക്കുമോ? കാരണം വിശദമാക്കുക.

c) ഗ്ലാസിൽ നിന്ന് പട്ടികയിൽ സൂചിപ്പിച്ച ഓരോ മാധ്യമത്തിലേക്കും പ്രകാശം കടത്തിവിടുന്നു. 30° പതനകോണിലാണ് പ്രകാശം പതിപ്പിക്കുന്നതെങ്കിൽ ഏതു മാധ്യമത്തിലായിരിക്കും അപവർത്തനകോൺ ഏറ്റവും കൂടുതൽ? എന്തുകൊണ്ട്?

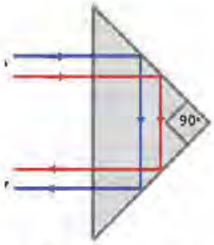
5. ചിത്രം നിരീക്ഷിക്കുക. രണ്ടു വ്യത്യസ്ത മാധ്യമങ്ങളിൽ പ്രകാശരശ്മി പതിക്കുന്നതു ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.

ചിത്രം 1.28

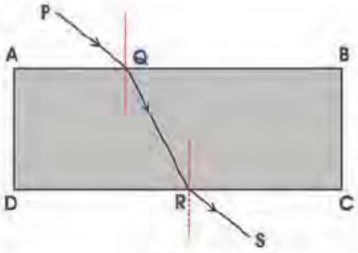
a) ഏതു മാധ്യമത്തിനാണ് പ്രകാശികസാന്ദ്രത കൂടുതൽ? എന്തുകൊണ്ട്?

b) ഏതു മാധ്യമത്തിന്റെ അപവർത്തനാങ്കമാണ് കൂടുതൽ?

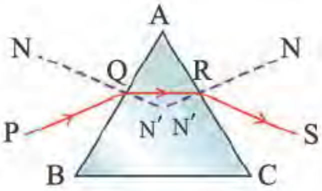
6. ചിത്രം നിരീക്ഷിക്കുക.



ചിത്രം 1.29 (a)



ചിത്രം 1.29 (b)



ചിത്രം 1.29 (c)

a) പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം സൂചിപ്പിക്കുന്ന ചിത്രം ഏതാണ് ?

b) അപവർത്തനത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന ചിത്രങ്ങൾ ഏതൊക്കെയാണ് ?

7. ഗ്ലാസിന്റെ ക്രിട്ടിക്കൽ കോൺ 42° ആണ്. തന്നിരിക്കുന്നവയിൽ ഏത് പതനകോണിൽ പതിക്കുമ്പോഴാണ് പ്രകാശത്തിന് പൂർണ്ണാന്തര പ്രതിപതനം സംഭവിക്കുക?

a) 40° b) 49° c) 38° d) 42°

8. മോട്ടോർസൈക്കിളിന്റെ റിഫ്ലെക്റ്ററുകളിൽ അനേകം ചെറിയ പ്രിസങ്ങൾ കാണുവാൻ കഴിയും. ഇവ ഉള്ളതുകൊണ്ടുള്ള പ്രയോജനം എന്താണെന്ന് വിശദമാക്കുക.

9. പട്ടിക നിരീക്ഷിക്കൂ.

മാധ്യമം	അപവർത്തനാങ്കം
വായു	1.0003
ജലം	1.33
മണ്ണെണ്ണ	1.44
ടർപെന്റയിൻ ഓയിൽ	1.47
ക്രൗൺ ഗ്ലാസ്	1.52
വജ്രം	2.42

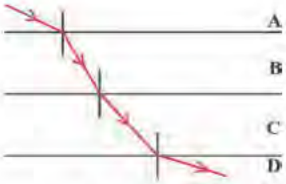
പട്ടിക 1.6

a) പട്ടികയിൽ നൽകിയിരിക്കുന്നവയിൽ പ്രകാശവേഗം ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ മാധ്യമം ഏത്?

b) വായുവിലൂടെയുള്ള പ്രകാശത്തിന്റെ വേഗം 3×10^8 m/s ആണ്. മണ്ണെണ്ണയിലൂടെയുള്ള പ്രകാശവേഗം എത്രയായിരിക്കും?

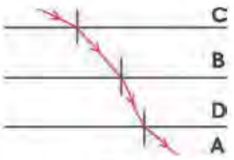
c) വായുവിൽ നിന്ന് വജ്രത്തിലേക്ക് പ്രകാശരശ്മി ചരിഞ്ഞു പതിക്കുമ്പോൾ അപവർത്തന രശ്മി ലംബത്തോട് അടുക്കുമോ അതോ അകലുമോ? ഉത്തരം സാധൂകരിക്കുക.

10. A, B, C, D എന്നീ മാധ്യമങ്ങളിലൂടെ കടന്നുപോകുന്ന പ്രകാശരശ്മിയുടെ പാത നൽകിയിരിക്കുന്നു. ശരിയായവ തെരഞ്ഞെടുക്കുക. (മാധ്യമങ്ങളുടെ പ്രകാശിക സാന്ദ്രത $A < B < C < D$ എന്ന ക്രമത്തിലാണ്.)



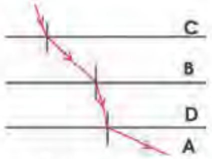
ചിത്രം 1.30 (a)

ചിത്രം 1.30 (b)



ചിത്രം 1.30 (c)

ചിത്രം 1.30 (d)



ചിത്രം 1.30 (e)

11. മെത്തനോളിലെ പ്രകാശവേഗത്തേക്കാൾ കുറഞ്ഞ വേഗത്തിലാണ് എത്തനോളിൽ കൂടി പ്രകാശം സഞ്ചരിക്കുന്നത്. ഇവയിൽ അപവർത്തനാങ്കം കുറവ് ഏതു മാധ്യമത്തിന് ആയിരിക്കും? എന്തുകൊണ്ട്?

തുടർപ്രവർത്തനങ്ങൾ

1. സമതല ദർപ്പണങ്ങൾക്ക് പകരമായി പ്രിസങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച് പെരിസ്കോപ്പുകൾ നിർമ്മിച്ച് പ്രദർശിപ്പിക്കൂ.
2. ഗ്ലിസറിൻ, ജലം, വെളിച്ചെണ്ണ, ഗ്ലാസ് തുടങ്ങിയ വ്യത്യസ്ത മാധ്യമങ്ങളുടെ ക്രിട്ടിക്കൽ കോൺ ഒരു പരീക്ഷണ പ്രോജക്റ്റിലൂടെ കണ്ടെത്തി താരതമ്യം ചെയ്യുക. ഉദ്ദേശ്യം, സാമഗ്രികൾ, പഠനരീതി, പഠനഫലങ്ങൾ തുടങ്ങിയ ഘട്ടങ്ങൾ ഉൾപ്പെടുത്തി പ്രോജക്റ്റ് റിപ്പോർട്ട് തയ്യാറാക്കുക.
3. പ്രകാശരശ്മി പ്രകാശികസാന്ദ്രത കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിൽ നിന്ന് കൂടിയ മാധ്യമത്തിലേക്ക് സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ അപവർത്തനകോൺ 90° ആകുമോ? പ്രവർത്തനം ചെയ്ത് നോക്കി സയൻസ് ഡയറിയിൽ കുറിക്കൂ.