UNIT 5
പ്രകാശത്തിന്റെ അപവർത്തനം

03/01/2021 – Class 47

Assignment Answer

ഒരു കോൺവെക്സ് ലെൻസിനു മുന്നിൽ 30 cm അകലെ ഒരു വസ്തു വച്ചപ്പോൾ ലെൻസിൽ നിന്നു 60 cm അകലെയായി യഥാർഥ പ്രതിബിംബം ലഭിച്ചു. ഈ ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം എത്ര?

ലെൻസിൽ നിന്നു വസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരം **(u) = - 30 cm**

ലെൻസിൽ നിന്നു പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം**(v) = + 60 cm** (യഥാർഥ പ്രതിബിംബം ആയതിനാൽ v പോസിറ്റീവാണ്)

ഫോക്കസ് ദൂരം **(f) = uv / (u-v)**

= (-30 X +60) / (-30 - +60)
= - 1800 / -90 = + 20 cm

Activity 1

വസ്തുവിന്റെ ഉയരവും പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരവും തമ്മിൽ എന്തെങ്കിലും ബന്ധമുണ്ടോ? ഇതിനെ വസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരവും പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള ദൂരവും തമ്മിലുള്ള അനുപാതവുമായി ബന്ധപ്പെടുത്താമോ?

ചർച്ച

- ഒരു ലെൻസിനു മുന്നിൽ ഒരു വസ്തു വിവിധ സ്ഥാനങ്ങളിലായി വയ്ക്കുമ്പോൾ ലഭിക്കുന്ന പ്രതിബിംബങ്ങളുടെ ഉയരത്തിന് വ്യത്യാസമുണ്ടാകുന്നില്ലേ ? **ഉണ്ട്.**
- പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരവും വസ്തുവിന്റെ ഉയരവും തമ്മിലുള്ള അനുപാതസംഖ്യയാണ്? **ആവർധനം.**

ആവർധനം (m)

വസ്തുവിന്റെ ഉയരത്തെ അപേക്ഷിച്ച് പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം എത്ര മടങ്ങാണ് എന്ന് സൂചിപ്പിക്കുന്നതാണ് **ആവർധനം (Magnification).**

ആവർധനം (m) = പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം (hi) / വസ്തുവിന്റെ ഉയരം (ho)

വസ്തുവിലേക്കുള്ള അകലം **u** ഉം പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള അകലം **v** യും ആയാൽ,

ആവർധനം (m) = v / u

Activity 2

ഒരു ലെൻസിൽ നിന്ന് 15 cm അകലെയായി 5 cm ഉയരമുള്ള ഒരു വസ്തു വച്ചപ്പോൾ 30 cm അകലെയായി രൂപപ്പെടുന്ന യഥാർഥ പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരമെത്ര?

ലെൻസിൽ നിന്ന് വസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരം **(u) = -15 cm**

ലെൻസിൽ നിന്ന് പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം **(v) = +30 cm** (യഥാർഥ പ്രതിബിംബമായതിനാൽ v പോസിറ്റീവ് ആണ്)

വസ്തുവിന്റെ ഉയരം **(ho) = +5cm** (X അക്ഷത്തിന് മുകളിലേക്കുള്ള ദൂരം പോസിറ്റീവ് ആണ്)

ആവർധനം **(m) = v/u = 30 / -15 = - 2**

ആവർധനം, **m = hi/ho**

hi = m X ho = -2 X 5 = **-10 cm**

പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം (hi) = **- 10 cm**

പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം **നെഗറ്റീവ്** (X അക്ഷത്തിന് താഴേക്കുള്ള ദൂരം) ആയതിനാൽ പ്രതിബിംബം **യഥാർ ഥവും തലകീഴായതുമായിരിക്കും.**

Activity 3

ഒരു ലെൻസിൽ നിന്ന് 60 cm അകലെയായി 6 cm ഉയരമുള്ള ഒരു വസ്തു വച്ചപ്പോൾ 1.2 m അകലെയായി യഥാർഥ പ്രതിബിംബം രൂപപ്പെടുന്ന എങ്കിൽ, ഇതേ ലെൻസിൽ നിന്നും 30 cm അകലത്തിൽ വസ്തു വയ്ക്കുമ്പോൾ രൂപപ്പെടുന്ന പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരമെത്ര?

ലെൻസിൽ നിന്ന് വസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരം **(u) = -60 cm**

ലെൻസിൽ നിന്ന് പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം **(v) = +1.2 m = 120 cm** (യഥാർഥ പ്രതിബിംബമായതിനാൽ v പോസിറ്റീവാണ്)

വസ്തുവിന്റെ ഉയരം **(ho) = + 6 cm**

ഫോക്കസ് ദൂരം (f) = uv / (u-v)

= -60 X +120 / (-60 - +120)
= -7200 / - 180 = **+ 40 cm**

ലെൻസിൽ നിന്ന് വസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരം **(u) = - 30 cm,** ആയാൽ

ലെൻസിൽ നിന്ന് പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം **(v) = uf / (u+f)**

= -30 X +40 / (-30 + 40)
= - 1200 / +10 = **-120 cm**

ആവർധനം **(m) = v/u**

= -120 / - 30 = + 4

ആവർധനം, m = hi / ho

പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം **(hi) = m X ho**

= +4 X +6 = + 24 cm

പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം **പോസിറ്റീവ്** (X അക്ഷത്തിന് മുകളിലേക്കുള്ള ദൂരം) ആയതിനാൽ **പ്രതിബിംബം മിഥ്യയും നിവർന്നതും** ആണ്.

<u>നിഗമനം</u>

- ആവർധനം **നെഗറ്റീവ്** ആകുമ്പോൾ പ്രതിബിംബം **യഥാർഥവും തലകീഴായതും** ആയിരിക്കും.
- ആവർധനം **പോസിറ്റീവ്** ആകുമ്പോൾ പ്രതിബിംബം **മിഥ്യയും നിവർന്നതും** ആയിരിക്കും.

Activity 4

വിവിധതരം ലെൻസുകളും അവ രൂപപ്പെടുത്തുന്ന പ്രതിബിംബങ്ങളുടെ സവിശേഷതകളും മനസ്സിലാക്കിയല്ലോ.

<u>ലെൻസുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്ന ഉപകരണങ്ങൾ</u>

- ടെലസ്കോപ്പിൽ
- കണ്ണടകളിൽ
- കാമറയിൽ
- മൈക്രോസ്കോപ്പിൽ
- പ്രൊജക്ടറിൽ

Activity 5

ചർച്ച

- കണ്ണടകളിൽ ഒരേതരം ലെൻസുകളാണോ ഉപയോഗിക്കുന്നത്? **അല്ല.**
- കണ്ണടകളിൽ ഉപയോഗിക്കുന്ന ലെൻസുകൾക്ക് ഒരേ പവറാണോ? **അല്ല.**
- ഒരു ലെൻസിന്റെ പവർ എന്നാൽ എന്താണ്? **മീറ്ററിലുള്ള ഫോക്കസ് ദൂരത്തിന്റെ വ്യുൽക്രമമാണ് ലെൻസിന്റെ പവർ.**

നിഗമനം

➔ ലെൻസിന്റെ **ഫോക്കസ് ദൂരവുമായി** ബന്ധപ്പെട്ട പദമാണ് **ലെൻസിന്റെ പവർ.**

➔ മീറ്ററിലുള്ള ഫോക്കസ് ദൂരത്തിന്റെ വ്യുൽക്രമത്തെയാണ് **ലെൻസിന്റെ പവർ** എന്നു പറയുന്നത്.

➔ **പവർ (p) = 1 / f**

➔ ലെൻസിന്റെ പവറിന്റെ **യൂണിറ്റ് ഡയോപ്റ്റർ ആണ്.** ഇത് **D** എന്ന അക്ഷരംകൊണ്ട് സൂചിപ്പിക്കുന്നു

➔ കോൺവെക്സ് ലെൻസിന്റെ **പവർ പോസിറ്റീവും** കോൺകേവ് ലെൻസിന്റെ **പവർ നെഗറ്റീവും** ആണ്.

Activity 6

+2D പവറുള്ള ഒരു കോൺവെക്സ് ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം എത്ര?

പവർ **(p) = + 2 D**

$p = 1 / f$

$f = 1/p = 1/+2 = +0.5$ m = **+50 cm**

ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം = **+50 cm**

Activity 7

രാത്രിയിൽ നക്ഷത്രങ്ങൾ മിന്നിത്തിളങ്ങുന്നതിന് കാരണമെന്താണ്?

ചർച്ച

- അന്തരീക്ഷത്തിലെ വിവിധ പാളികളിലെ താപനില ഒരു പോലെയാണോ? **അല്ല.**
- താപനിലയിലുള്ള ഈ വ്യത്യാസം മൂലം അന്തരീക്ഷത്തിലെ വിവിധ പാളികളിലെ പ്രകാശികസാന്ദ്രത എങ്ങനെയായിരിക്കും? **അവയുടെ പ്രകാശികസാന്ദ്രതയും വ്യത്യസ്തമായിരിക്കും.**
- വ്യത്യസ്ത പ്രകാശികസാന്ദ്രതയുള്ള മാധ്യമങ്ങളിലൂടെ പ്രകാശം സഞ്ചരിക്കുമ്പോൾ എന്തു സംഭവിക്കുന്നു? **പ്രകാശത്തിന് തുടർച്ചയായി അപവർത്തനം സംഭവിക്കുന്നു.**

നക്ഷത്രങ്ങൾ മിന്നുന്നതിനുള്ള കാരണം

➔ അകലെയുള്ള നക്ഷത്രത്തിൽ നിന്നു വരുന്ന പ്രകാശം അന്തരീക്ഷത്തിലെ വിവിധ പാളികളിലൂടെ സഞ്ചരിക്കുന്നു.

➔ ഓരോ പാളികൾക്കും **വ്യത്യസ്ത പ്രകാശികസാന്ദ്രതയാണ്.**

➔ അതിനാൽ പ്രകാശത്തിന് **തുടർച്ചയായി അപവർത്തനം** സംഭവിക്കുന്നു.

➔ നക്ഷത്രങ്ങൾ വളരെ അകലെയായതിനാൽ അത് ഒരു **ബിന്ദുസ്രോതസ്സുപോലെ** അനുഭവപ്പെടുന്നു.

➔ അതിൽനിന്നു വരുന്ന പ്രകാശരശ്മി അപവർത്തനം കഴിഞ്ഞ് കണ്ണിലെത്തുമ്പോൾ **മറ്റു പല ബിന്ദുക്കളിൽ നിന്നും വരുന്നതുപോലെ** തോന്നും.

വിലയിരുത്താം

1. വിവിധ പദാർഥങ്ങളുടെ അപവർത്തനാങ്കം പട്ടികയിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. പ്രകാശം ഏതു മാധ്യമത്തിലൂടെയാണ് കൂടിയ വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നതെന്ന് കണ്ടെത്തുക?

മാധ്യമം	അപവർത്തനാങ്കം
ഗ്ലാസ്	1.52
ഗ്ലിസറിൻ	1.47
സൺഫ്ളവർ ഓയിൽ	1.47
ജലം	1.33
ഫ്ളിന്റ്ഗ്ലാസ്	1.62

ജലത്തിലൂടെയാണ് പ്രകാശം ഏറ്റവും കൂടുതൽ വേഗതയിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നത്. കാരണം തന്നിരിക്കുന്ന മാധ്യമങ്ങളിൽ അപവർത്തനാങ്കം ഏറ്റവും കുറവ് ജലത്തിനാണ്. അതിനാൽ പ്രകാശികസാന്ദ്രത കുറവായിരിക്കും.

2. രണ്ടു ലെൻസുകൾ ഉപയോഗിച്ച് നടത്തിയ പരീക്ഷണങ്ങളിൽ ലഭിച്ച പ്രതിബിംബങ്ങളുടെ സ്വഭാവം തന്നിരിക്കുന്നു.

(i) നിവർന്നതും വലുതുമായ മിഥ്യാപ്രതിബിംബം. - **കോൺവെക്സ് ലെൻസ്**

(ii) നിവർന്നതും ചെറുതുമായ മിഥ്യാപ്രതിബിംബം. - **കോൺകേവ് ലെൻസ്.**

(a) ഇവ ഓരോന്നും ഏതുതരം ലെൻസുകളാണ്?

(b) ഇവയിൽ ഏത് ലെൻസുപയോഗിച്ചാണ് വസ്തുവിന്റെ അതേ വലുപ്പത്തിലുള്ള പ്രതിബിംബം ലഭ്യമാക്കാൻ കഴിയുന്നത്? വസ്തുവിന്റെ സ്ഥാനം എവിടെയായിരിക്കും?

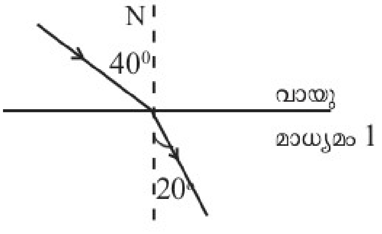
കോൺവെക്സ് ലെൻസ്. വസ്തു 2F ൽ

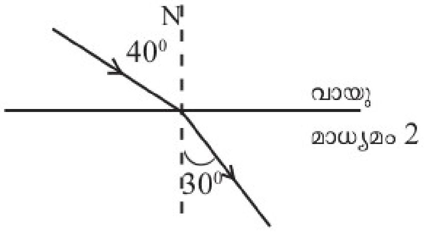
4.ലെൻസിന്റെ പവർ എന്നതുകൊണ്ട് എന്താണ് അർഥമാക്കുന്നത്? പവറിന്റെ SI യൂണിറ്റ് ഏത്? 25 cm ഫോക്കസ് ദൂരമുള്ള കോൺകേവ് ലെൻസിന്റെ പവർ കണക്കാക്കുക?

- മീറ്ററിലുള്ള ഫോക്കസ് ദൂരത്തിന്റെ വ്യുൽക്രമത്തെയാണ് **ലെൻസിന്റെ പവർ** എന്നു പറയുന്നത്.
- ലെൻസിന്റെ പവറിന്റെ SI യൂണിറ്റ് – **ഡയോപ്റ്റർ (D).**

  ഫോക്കസ് ദൂരം **(f) = -25 cm = - 0.25 m**
- പവർ **(p) = 1/f = 1/ -0.25 = - 4 D**

5) ചിത്രം നിരീക്ഷിക്കുക. രണ്ടു വ്യത്യസ്ത മാധ്യമങ്ങളിൽ പ്രകാശരശ്മി പതിക്കുന്നത് ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.





(a) ഏതു മാധ്യമത്തിനാണ് പ്രകാശികസാന്ദ്രത കൂടുതലുണ്ടാവുക? എന്തുകൊണ്ട്?

മാധ്യമം *1.* ഒരേ മാധ്യമത്തിൽ (വായു) ഒരേ കോണളവിലാണ് (40^0) പ്രകാശരശ്മി പതിച്ചത്. പതനകോൺ തുല്യമാണെങ്കിലും അപവർത്തനകോൺ വ്യത്യാസപ്പെടുന്നു. കുറഞ്ഞ അപവർത്തന കോണുള്ള മാധ്യമത്തിനായിരിക്കും (മാധ്യമം *1)* പ്രകാശികസാന്ദ്രത കൂടുതൽ.

(b) ഏതു മാധ്യമത്തിന്റെ അപവർത്തനാങ്കമാണ് കൂടുതൽ?

മാധ്യമം 1, പ്രകാശികസാന്ദ്രത കൂടുതലുള്ള മാധ്യമത്തിന്റെ അപവർത്തനാങ്കവും കൂടുതലായിരിക്കും.

6) ഒരു കോൺവെക്സ് ലെൻസിന് മുന്നിൽ 30 cm അകലെയായി 3 cm ഉയരമുള്ള ഒരു വസ്തു വച്ചിരിക്കുന്നു. ലെൻസിന്റെ ഫോക്കസ് ദൂരം 20 cm ആണ്.

(a) പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള അകലമെത്ര?

ഫോക്കസ് ദൂരം **(f) = + 20 cm**

ലെൻസിൽ നിന്ന് വസ്തുവിലേക്കുള്ള ദൂരം **(u) = - 30 cm**

ലെൻസിൽ നിന്ന് പ്രതിബിംബത്തിലേക്കുള്ള ദൂരം **(v) = uf / (u+f)**

= -30 X +20 / (-30 +20)

= -600 / -10 = **+60 cm**

(b) പ്രതിബിംബത്തിന്റെ സ്വഭാവമെന്ത്? **യഥാർഥം, തലകീഴായത്, വലുത്.**

(c) പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരമെത്ര?

ആവർധനം **(m) = v/u = 60/ -30 = -2**

വസ്തുവിന്റെ ഉയരം (ho) = **+3 cm**

m = hi/ho

പ്രതിബിംബത്തിന്റെ ഉയരം (hi) = **m X ho = -2 X +3 = - 6 cm**

7) പട്ടികയിൽ ചില സുതാര്യമാധ്യമങ്ങളുടെ കേവല അപവർത്തനാങ്കം തന്നിരിക്കുന്നു.

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

(a) പട്ടികയിൽ നൽകിയിരിക്കുന്നവയിൽ ഏറ്റവും കൂടിയ പ്രകാശികസാന്ദ്രതയുള്ള മാധ്യമവും ഏറ്റവും കുറഞ്ഞ പ്രകാശികസാന്ദ്രതയുള്ള മാധ്യമവും കണ്ടെത്തി എഴുതുക?

കൂടിയത് – വജ്രം, കുറഞ്ഞത് - വായു

(b) വായുവിലൂടെയുള്ള പ്രകാശത്തിന്റെ പ്രവേഗം 3×10^8 m/s, ആണെങ്കിൽ മണ്ണെണ്ണയിലൂടയുള്ള പ്രകാശവേഗം എത്രയായിരിക്കും?

വായുവിലൂടെയുള്ള പ്രകാശത്തിന്റെ പ്രവേഗം **(c) = 3×10^8 m/s**

മണ്ണെണ്ണയുടെ കേവല അപവർത്തനാങ്കം **(n) = 1.44**

കേവല അപവർത്തനാങ്കം **(n) = c / v**

മണ്ണെണ്ണയിലൂടെയുള്ള പ്രകാശത്തിന്റെ പ്രവേഗം **(v) = c/n = $3X10^8$ / 1.44 = 2.08X 10^8 m/s**

(c) വായുവിൽ നിന്ന് വജ്രത്തിലേക്ക് പ്രകാശരശ്മി ചരിഞ്ഞു പതിക്കുമ്പോൾ അപവർത്തനരശ്മി ലംബത്തോട് അടുക്കുമോ അകലുമോ?

അപവർത്തനാങ്കം കുറഞ്ഞ മാധ്യമത്തിന് പ്രകാശികസാന്ദ്രത കുറവായിരിക്കും. അതിനാൽ വായുവിൽ നിന്ന് വജ്രത്തിലേക്ക് പോകുമ്പോൾ പ്രകാശരശ്മി ലംബത്തോട് അടുക്കുന്നു.

(d) വജ്രത്തിന്റെ അപവർത്തനാങ്കം 2.42 ആണ്. ഇതുകൊണ്ട് അർഥമാക്കുന്നത് എന്താണ്? വജ്രത്തിലൂടെയുള്ള പ്രകാശവേഗം കണക്കാക്കുക?

വജ്രത്തിലൂടെയുള്ള പ്രകാശവേഗത്തിന്റെ 2.42 മടങ്ങ് വേഗതയിൽ വായുവിലൂടെ പ്രകാശം സഞ്ചരിക്കും.

വായുവിലൂടെയുള്ള പ്രകാശത്തിന്റെ പ്രവേഗം **(c) = 3×10^8 m/s**

വജ്രത്തിന്റെ കേവല അപവർത്തനാങ്കം **(n) = 2.42**

കേവല അപവർത്തനാങ്കം **(n) = c / v**

വജ്രത്തിലൂടെയുള്ള പ്രകാശവേഗം **(v) = c/n = $3X10^8$ / 2.42 = 1.24X 10^8 m/s**