9 ചലനം

ചിത്രം 9.1

വേഗത (Speed)

ഓണക്കോടി എടുക്കാൻ അച്ഛനോടൊപ്പം പട്ടണത്തിൽ എത്തിയ രാജു കണ്ട ഒരു ദൃശ്യവും അവന്റെ സംശയവുമാണ് ഇവിടെ നൽകിയിരിക്കുന്നത്.

രാജുവിന്റെ സംശയം ദൂരീകരിക്കാൻ നിങ്ങൾക്കാവുമോ?

താഴെകൊടുത്തിരിക്കുന്ന സന്ദർഭങ്ങൾ പരിശോധിക്കൂ.

★ ഒരു കാർ രണ്ട് മണിക്കൂർ സമയംകൊണ്ട് 120 കി.മീ ദൂരവും ഒരു വാൻ 3 മണിക്കൂർ സമയം കൊണ്ട് 150 കി.മീ ദൂരവും സഞ്ചരിക്കുന്നു. ഇവയിൽ ഏതിനാണ് വേഗത കൂടുതലെന്ന് എങ്ങനെ കണ്ടെത്താം?

★ ഓരോ വാഹനവും ഒരു മണിക്കൂർ കൊണ്ട് സഞ്ചരിച്ച ദൂരം കണക്കാക്കൂ?

ഏത് വാഹനത്തിനാണ് വേഗത കൂടുതലെന്ന് കണ്ടെത്തിയല്ലോ.

നമുക്ക് മറ്റൊരു സന്ദർഭം നോക്കാം.

★ 10 സെക്കന്റ് കൊണ്ട് ഒരു സൈക്കിൾ 50 മീറ്റർ സഞ്ചരിച്ചാൽ അതിന്റെ വേഗത എത്രയായിരിക്കും?

★ മുകളിൽ കൊടുത്ത സന്ദർഭങ്ങളിൽ വേഗത കണ്ടെത്താൻ നിങ്ങൾ ഉപയോഗിച്ച സമവാക്യം ഏതാണ്?

$$\text{വേഗത} = \frac{\text{.............................}}{\text{.............................}}$$

$$\text{വേഗതയുടെ യൂണിറ്റ്} = \frac{\text{ദൂരത്തിന്റെ യൂണിറ്റ്}}{\text{സമയത്തിന്റെ യൂണിറ്റ്}}$$

★ എങ്കിൽ കാറിന്റെ വേഗതയുടെ യൂണിറ്റ് എന്താണ്?

★ സൈക്കിളിന്റെ വേഗതയുടെ യൂണിറ്റ് എന്താണ്?

ഒരു വസ്തു യൂണിറ്റ് സമയത്തിൽ സഞ്ചരിച്ച ദൂരമാണ് വേഗത

സമയത്തിന്റെ അടിസ്ഥാന യൂണിറ്റാണ് സെക്കന്റ്. ഒരു സെക്കന്റിനെയാണ് യൂണിറ്റ് സമയം എന്നുപറയുന്നത്.

ബസ്സിന്റെ പിറകിൽ എഴുതിയ '35kmph' എന്താണ് എന്ന് വ്യക്തമായല്ലോ.

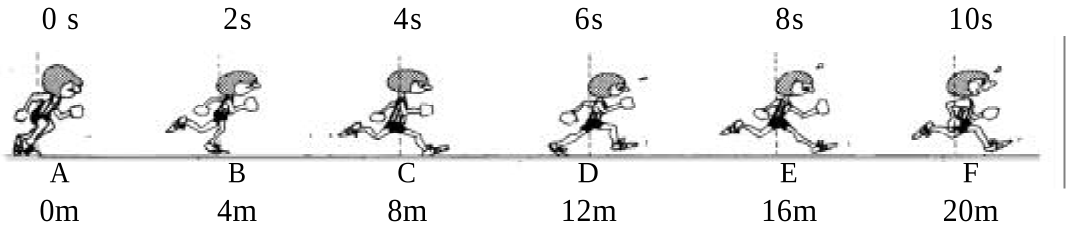
ഇപ്രകാരം സൂചിപ്പിക്കുന്നത് എന്തിനാണെന്ന് കൂട്ടുകാരുമായി ചർച്ചചെയ്യൂ.

നിങ്ങളുടെ സ്കൂളിന്റെ സമീപത്ത് ഇപ്രകാരം ബോർഡുകൾ സ്ഥാപിച്ചിട്ടുണ്ടോ? അവിടെ വാഹനങ്ങൾ വേഗപരിധി (speed limit) പാലിക്കുന്നുണ്ടോ? ഒരു പ്രോജക്റ്റ് പ്രവർത്തനത്തിലൂടെ കണ്ടെത്തൂ.

ഗതാഗത നിയമം പാലിക്കാത്ത വാഹനങ്ങൾ നിങ്ങൾക്ക് കണ്ടെത്താൻ കഴിയില്ലേ?

ട്രാഫിക് നിയമലംഘനത്തിനെതിരെ നിങ്ങൾക്ക് എന്തെല്ലാം ചെയ്യാൻ കഴിയും?

സമവേഗത, അസമവേഗത (Uniform Speed and Non Uniform Speed)



ചിത്രം 9.2

വിവിധ സമയങ്ങളിൽ ഹരി സഞ്ചരിച്ച ദൂരമാണ് ചിത്രം 9.2ൽ കാണിച്ചിരിക്കുന്നത്.

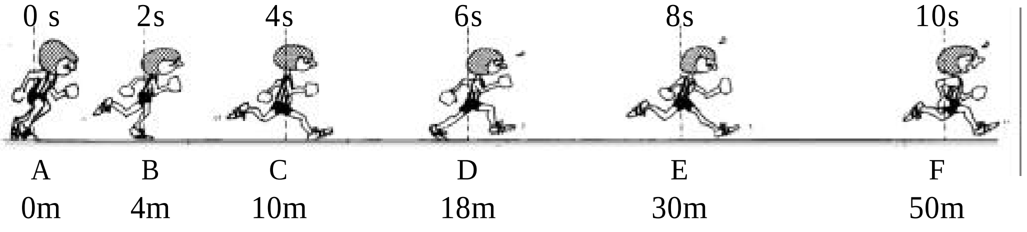
★ A മുതൽ B വരെ ഹരി സഞ്ചരിച്ച ദൂരമെത്ര? അതിനെടുത്ത സമയമെത്ര?

★ B മുതൽ C വരെ സഞ്ചരിച്ച ദൂരവും അതിനുവേണ്ടിവന്ന സമയവും എത്രയാണ്?

ഇതുപോലെ മറ്റ് ഇടവേളകളിൽ സഞ്ചരിച്ച ദൂരവും വേഗതയും കണക്കാക്കൂ. എന്തു മനസ്സിലാക്കി?

ഹരി തുല്യ സമയങ്ങളിൽ സഞ്ചരിച്ച ദൂരം തുല്യമാണല്ലോ? ഇവിടെ ഹരിയുടെ വേഗത സമവേഗതയാണ്.

ചിത്രം 9.3 നിരീക്ഷിക്കൂ.



ചിത്രം 9.3

ചിത്രത്തിൽ നിന്ന് ഹരി സഞ്ചരിച്ച ദൂരവും അതിനുവേണ്ടിവന്ന സമയവും കണ്ടെത്തി പട്ടിക പൂരിപ്പിക്കൂ.

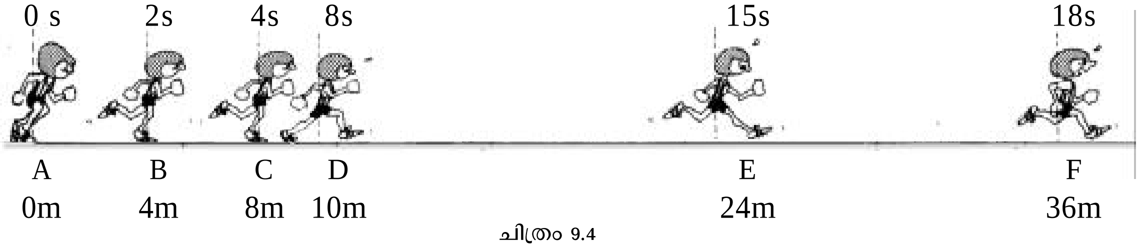
സഞ്ചരിച്ച ദൂരം (മീറ്ററിൽ)		സമയം (സെക്കന്റിൽ)	വേഗത (മീറ്റർ/സെക്കന്റ്)
A $\rightarrow$ B	4m	2s	2m/s
B $\rightarrow$ C	6m	2s	3m/s

പട്ടിക 9.1

പട്ടികയിൽ നിന്ന് ഓരോ തുല്യ സമയത്തും ഹരി സഞ്ചരിച്ചദൂരം വ്യത്യസ്തമാണെന്നു കണ്ടല്ലോ? ഇവിടെ ഹരിയുടെ വേഗത അസമ വേഗതയാണ്.

ശരാശരി വേഗത, വേഗതകളുടെ ശരാശരി
(Average Speed and Average of Speeds)

ചിത്രം നിരീക്ഷിക്കൂ.



ചിത്രം 9.4

ഷാന്റി വ്യത്യസ്ത സമയങ്ങളിൽ സഞ്ചരിച്ച ദൂരമാണ് ചിത്രം 9.4 ൽ നൽകിയിരിക്കുന്നത്. ചിത്രം വിശകലനം ചെയ്ത് പട്ടിക പൂർത്തിയാക്കുക.

സമയ ഇടവേള സെക്കന്റിൽ	സഞ്ചരിച്ച ദൂരം മീറ്ററിൽ	സഞ്ചരിക്കാൻ എടുത്ത സമയം	വേഗത = $\frac{\text{ദൂരം}}{\text{സമയം}}$
0 - 2	4m	2s	$\frac{4m}{2s}$ = 2m/s
2 - 4			
4 - 8			
8 - 14			
14 - 18			

പട്ടിക 9.2

ഓരോ സമയ ഇടവേളകളിലും ഷാന്റിയുടെ വേഗത വ്യത്യസ്തമാണെന്ന് കണ്ടല്ലോ? ഇത്തരം സന്ദർഭങ്ങളിൽ വേഗത പറയേണ്ടത് ശരാശരി വേഗതയിൽ ആണ്. ആകെ സഞ്ചരിച്ച ദൂരവും സമയവും പരിഗണിച്ച് ഷാന്റിയുടെ ശരാശരി വേഗത കണക്കാക്കാം.

$$\text{ശരാശരി വേഗത} = \frac{\text{ആകെ സഞ്ചരിച്ച ദൂരം}}{\text{സഞ്ചരിക്കാനെടുത്ത ആകെ സമയം}} = \frac{\text{.............................}}{\text{.............................}}$$

= .... m/s

എന്നാൽ ഓരോ സമയ ഇടവേളകളിലേയും ഷാന്റിയുടെ വേഗതകളുടെ തുക കണ്ട് എണ്ണം കൊണ്ട് ഹരിച്ചാൽ ഷാന്റിയുടെ വേഗതകളുടെ ശരാശരി ലഭിക്കും.

$$\text{വേഗതകളുടെ ശരാശരി} = \frac{\text{വേഗതകളുടെ തുക}}{\text{വേഗതകളുടെ എണ്ണം}}$$

$$= \frac{\dots\dots + \dots\dots + \dots\dots + \dots\dots + \dots\dots}{\dots\dots}$$

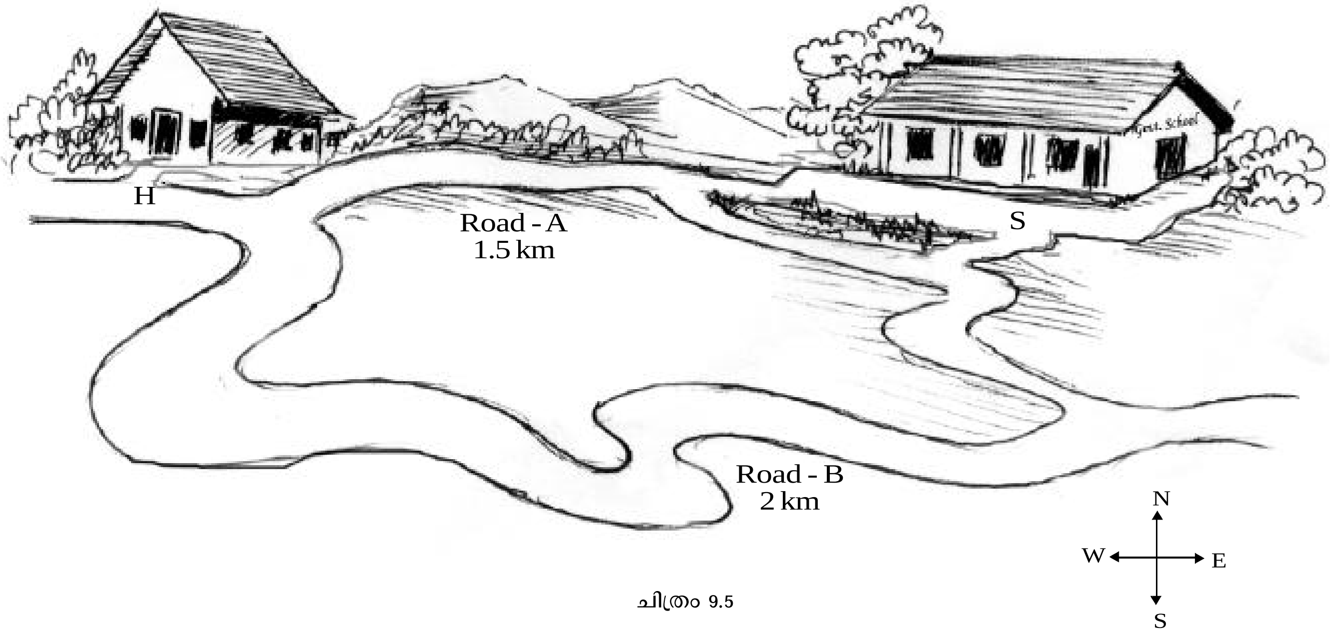
$$= \frac{\dots\dots}{\dots\dots}$$

$$= \dots\dots\dots$$

ശരാശരി വേഗതയും വേഗതകളുടെ ശരാശരിയും വ്യത്യസ്തമാണെന്ന് കണ്ടല്ലോ.

സ്ഥാനാന്തരം (Displacement)

റാണിയുടെ വീട്ടിൽനിന്ന് സ്കൂളിലേക്കുള്ള പാതകൾ ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നത് ശ്രദ്ധിക്കൂ.



ചിത്രം 9.5

- ★ റോഡ് A യിലൂടെയാണ് റാണി സ്കൂളിലേക്ക് പോകുന്നതെങ്കിൽ എത്രദൂരം സഞ്ചരിക്കണം? റോഡ് B യിലൂടെ ആണെങ്കിലോ?
- ★ റാണിയുടെ വീട്ടിൽ നിന്നും (H) സ്കൂളിലേക്കുള്ള (S) ഏറ്റവും ചുരുങ്ങിയ അകലത്തെ സൂചിപ്പിക്കുന്ന രേഖ ചിത്രത്തിൽ വരയ്ക്കൂ. ദിശയും സൂചിപ്പിക്കൂ.
- ★ റോഡ് A വഴിയും, റോഡ് B വഴിയും സഞ്ചരിക്കുമ്പോഴുള്ള ദൂരവും വീട്ടിൽനിന്ന് സ്കൂളിലേക്കുള്ള നേർരേഖാ ദൂരവും തമ്മിലുള്ള വ്യത്യാസങ്ങൾ എന്തൊക്കെയാണ്?
- ★ റാണിയുടെ വീട്ടിൽനിന്ന് ഏത് ദിശയിലാണ് സ്കൂൾ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്നത്?

★ മറ്റേതെങ്കിലും ദിശയിൽ ഈ നേർരേഖാ ദൂരം സഞ്ചരിച്ചാൽ റാണിക്ക് സ്കൂളിൽ എത്താൻ കഴിയുമോ?

> ഒരു നിശ്ചിത ദിശയിൽ വസ്തുവിനുണ്ടാകുന്ന സ്ഥാനമാറ്റത്തിന്റെ അളവാണ് സ്ഥാനാന്തരം

★ ഒരു വസ്തു ഒരിടത്തുനിന്ന് മറ്റൊരിടത്തേക്ക് നേർരേഖയിലാണ് ചലിക്കുന്നതെങ്കിൽ ആ വസ്തുവിനെ സംബന്ധിച്ച് ദൂരവും സ്ഥാനാന്തരവും തമ്മിലുള്ള ബന്ധം എന്തായിരിക്കും?

★ സ്ഥാനാന്തരം അദിശമാണോ സദിശമാണോ?

> പരിമാണത്തോടൊപ്പം ദിശയും പ്രസ്താവിക്കേണ്ട അളവാണ് സദിശ അളവുകൾ (vector quantities). പരിമാണം മാത്രം പ്രസ്താവിക്കേണ്ട അളവുകളാണ് അദിശ അളവുകൾ (scalar quantities).

ഓട്ടമത്സരത്തിൽ സജിത്ത് 200 മീറ്റർ ദീർഘ വൃത്താകൃതിയിലുള്ള ട്രാക്കിൽ 25 സെക്കന്റ് കൊണ്ട് ഓടിയതിന് ശേഷം ആദ്യ സ്ഥാനത്ത് തിരിച്ചെത്തുന്നു.

★ സജിത്ത് സഞ്ചരിച്ച ദൂരം എത്ര? ശരാശരി വേഗതയെത്ര?

★ സജിത്തിനുണ്ടായ സ്ഥാനാന്തരം എത്ര?

പ്രവേഗം (Velocity)

ഒരു കാർ 500 മീറ്റർ നേർപാതയിൽ കൂടി സഞ്ചരിച്ചതു സംബന്ധിച്ച വിവരങ്ങൾ ചിത്രീകരിച്ചിരിക്കുന്നു.

0m	100m	200m	300m	400m	500m
A	B	C	D	E	F
0	10s	20s	30s	40s	50s

ചിത്രം 9.6

കാറിന്റെ ചലനം വിശകലനം ചെയ്ത് പട്ടിക പൂർത്തിയാക്കൂ.

കാറിന്റെ സ്ഥാനാന്തരം മീറ്ററിൽ	ആവശ്യമായ സമയം സെക്കന്റിൽ	ഒരു സെക്കന്റിൽ കാറിന്റെ സ്ഥാനാന്തരം
A → B 100 m	....	....
A → C	....	....
A → D	....	....
A → E	....	....
A → F	....	....

പട്ടിക 9.3

- ഒരു സെക്കന്റിലുണ്ടായ കാറിന്റെ സ്ഥാനാന്തരം (സ്ഥാനാന്തരത്തിന്റെ നിരക്ക്) കണ്ടെത്തിയല്ലോ? ഇതാണ് കാറിന്റെ പ്രവേഗം.

$$\text{പ്രവേഗം} = \frac{\text{സ്ഥാനാന്തരം}}{\text{സമയം}}$$

★ എങ്കിൽ പ്രവേഗത്തിന്റെ യൂണിറ്റ് കണ്ടെത്തൂ.

★ വേഗതയും, പ്രവേഗവും തമ്മിൽ എന്താണ് വ്യത്യാസം? നിങ്ങളുടെ കണ്ടെത്തൽ സയൻസ് ഡയറിയിൽ രേഖപ്പെടുത്തൂ.

★ ഒരു വസ്തുവിന്റെ വേഗതയും പ്രവേഗവും തുല്യമാകുന്ന സാഹചര്യം കണ്ടെത്തൂ.

★ പ്രവേഗത്തെ സദിശമായി കണക്കാക്കുന്നത് എന്തുകൊണ്ടായിരിക്കാം?

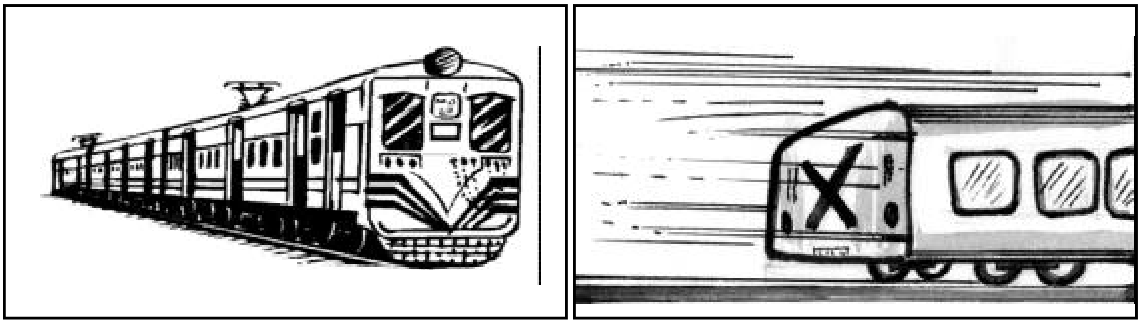
പട്ടിക 9.3 ലെ ഓരോ ഘട്ടത്തിലും പ്രവേഗം തുല്യമല്ലേ? ഈ പ്രവേഗം സമപ്രവേഗം എന്നറിയപ്പെടുന്നു.

★ എങ്കിൽ അസമപ്രവേഗം നിർവചിക്കാമോ?

ദീർഘവൃത്താകൃതിയിലുള്ള ട്രാക്കിലൂടെ 200 മീറ്റർ 25 സെക്കന്റ് കൊണ്ട് ഓടി ആദ്യസ്ഥാനത്ത് തിരിച്ചെത്തിയ സജിത്തിന്റെ പ്രവേഗവും, വേഗതയും കണക്കാക്കിനോക്കൂ.

ത്വരണം (Acceleration)

റെയിൽവേസ്റ്റേഷനിൽ ഒരു ട്രെയിൻ സ്റ്റേഷനിൽ വന്ന് നിൽക്കുന്നതും അൽപസമയം കഴിഞ്ഞ് പുറപ്പെടുന്നതും നിരീക്ഷിക്കുകയായിരുന്നു വിനു.



റെയിൽവേസ്റ്റേഷനിലേക്ക് എത്തിച്ചേരുന്ന ട്രെയിൻ

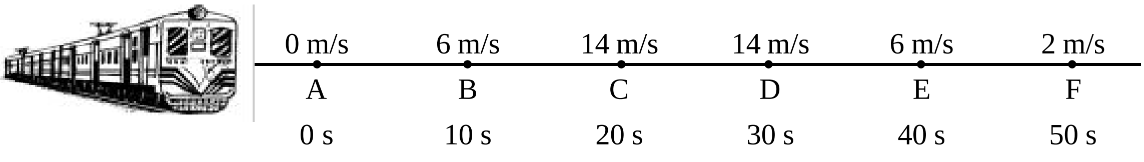
റെയിൽവേസ്റ്റേഷനിൽ നിന്ന് പുറപ്പെടുന്ന ട്രെയിൻ

ചിത്രം 9.7

★ റെയിൽവേസ്റ്റേഷനിലേക്ക് നേർരേഖയിൽ വന്നുകൊണ്ടിരിക്കുന്ന ട്രെയിനിന്റെ പ്രവേഗത്തിന് എന്തുമാറ്റമാണ് ഉണ്ടാകുക?

★ റെയിൽവേസ്റ്റേഷനിൽ നിന്ന് അകലുന്ന ട്രെയിനിന്റെ പ്രവേഗത്തിനോ?

നിശ്ചിത ദിശയിൽ യാത്ര ആരംഭിക്കുന്ന ഒരു ട്രെയിനിന്റെ വ്യത്യസ്ത സമയങ്ങളിലെ പ്രവേഗം രേഖാചിത്രത്തിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നു. ഇതിനെ വിശകലനം ചെയ്ത് പട്ടിക പൂർത്തിയാക്കൂ.



ചിത്രം 9.8

	ആദ്യപ്രവേഗം u	അന്ത്യപ്രവേഗം v	പ്രവേഗമാറ്റം v - u	പ്രവേഗമാറ്റത്തിന് ആവശ്യമായ സമയം (t)	1 സെക്കന്റിലുണ്ടായ പ്രവേഗമാറ്റം/പ്രവേഗ മാറ്റത്തിന്റെ നിരക്ക്
A - B	0	6 m/s	6 m/s	10 s	$\frac{6\,m/s}{10s} = 0.6\,m/s^2$
B - C					
C - D					
D - E	14	6 m/s	-8 m/s	10s	$\frac{-8\,m/s}{10s} =$ ---
E - F					

പട്ടിക 9.4

★ A മുതൽ B വരെ ട്രെയിനിന്റെ പ്രവേഗത്തിൽ സംഭവിച്ച മാറ്റം എത്രയാണ്?

★ ഒരു സെക്കന്റിലുണ്ടായ പ്രവേഗമാറ്റം (പ്രവേഗമാറ്റത്തിന്റെ നിരക്ക്) എത്രയാണ്?

പ്രവേഗമാറ്റത്തിന്റെ നിരക്കാണ് ത്വരണം

★ എങ്കിൽ ത്വരണം കണ്ടെത്തുന്നതിനുള്ള ഒരു സൂത്രവാക്യം രൂപീകരിക്കാമോ?

ത്വരണം = $\frac{\text{പ്രവേഗമാറ്റം}}{\text{സമയം}}$

= $\frac{\text{അന്ത്യപ്രവേഗം - ....}}{\text{...}}$

$$a = \frac{v - u}{t}$$

പട്ടിക 9.4ൽ നിന്ന് ത്വരണത്തിന്റെ യൂണിറ്റ് മനസ്സിലാക്കിയല്ലോ.

★ ചിത്രം 9.8 ൽ D യിൽനിന്ന് E ലേക്ക് ട്രെയിൻ യാത്ര ചെയ്യുമ്പോൾ പ്രവേഗം കൂടുകയാണോ കുറയുകയാണോ ചെയ്യുന്നത്?

★ ഈ ഘട്ടത്തിലെ പ്രവേഗമാറ്റത്തിന്റെ നിരക്ക് കണ്ടെത്തൂ.

അന്ത്യപ്രവേഗം ആദ്യപ്രവേഗത്തിനേക്കാൾ കുറവായതിനാൽ D മുതൽ E വരെയും E മുതൽ F വരെയും ത്വരണം നെഗറ്റീവ് ആണെന്ന് കണ്ടല്ലോ. ഇവിടെ ഉണ്ടാകുന്ന ത്വരണത്തെ മന്ദീകരണം (retardation) എന്ന് പറയുന്നു. എങ്കിൽ റെയിൽവേ സ്റ്റേഷനിൽ നിന്ന് അകലുന്ന ട്രെയിനിനാണോ സ്റ്റേഷനിലേക്ക് അടുക്കുന്ന ട്രെയിനിനാണോ മന്ദീകരണം ഉണ്ടാകുന്നത്?

എന്ത് കൊണ്ടായിരിക്കാം?

★ 50 m/s പ്രവേഗത്തോടുകൂടി സഞ്ചരിക്കുന്ന ഒരു റേസിങ്കാർ പെട്ടെന്ന് ബ്രേക്ക് ചെയ്യുന്നു. 20 സെക്കന്റിന് ശേഷമാണ് കാർ നിശ്ചലമാകുന്നതെങ്കിൽ കാറിന്റെ മന്ദീകരണം കണക്കാക്കി നോക്കൂ.

ആദ്യപ്രവേഗം u ഉം, അന്ത്യപ്രവേഗം v യും, പ്രവേഗമാറ്റത്തിന് ആവശ്യമായ സമയം t യും ആയാൽ ത്വരണത്തിന്റെ സമവാക്യം കണ്ടെത്തിയല്ലോ.

$$\text{ത്വരണം } (a) = \frac{\text{അന്ത്യപ്രവേഗം - ആദ്യപ്രവേഗം}}{\text{സമയം}}$$

$$a = \frac{v - u}{t}$$

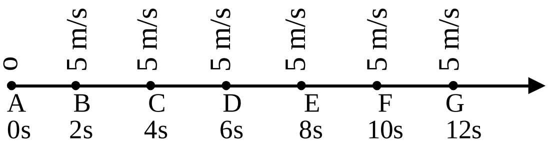
$$v - u = at$$

എങ്കിൽ **v = u + at** എന്നത് ഒരു ചലനസമവാക്യമാണ്.

★ നിശ്ചലാവസ്ഥയിൽനിന്ന് 5 m/s^2 ത്വരണത്തോട് കൂടി സഞ്ചരിക്കുന്ന ഒരു വസ്തുവിന് 10s ന് ശേഷമുണ്ടാകുന്ന പ്രവേഗം കണ്ടെത്തൂ?

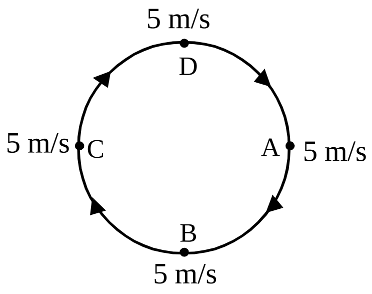
മൂന്ന് വ്യത്യസ്ത സന്ദർഭങ്ങളിൽ സാദത്ത് സൈക്കിളിൽ സഞ്ചരിച്ച പാതയും ഓരോ ഘട്ടത്തിലും ഉണ്ടായ പ്രവേഗവുമാണ് ചിത്രം 9.9 (i), (ii), (iii) എന്നിവയിൽ കൊടുത്തിരിക്കുന്നത്.

> പ്രവേഗം ഒരു സദിശ അളവാണ്. പ്രവേഗം അസമപ്രവേഗമാകുന്നത് മൂന്ന് സാഹചര്യങ്ങളിലാണ്.
>
> (1) പരിമാണം മാറുമ്പോൾ
>
> (2) പരിമാണം മാറാതെ ദിശ വ്യത്യാസപ്പെടുമ്പോൾ
>
> (3) പരിമാണവും ദിശയും മാറുമ്പോൾ
>
> ഈ മൂന്ന് സാഹചര്യങ്ങളിലും ത്വരണം ഉണ്ടാകുന്നു.

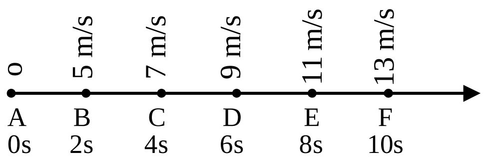


നേർരേഖയിൽ 5 m/s സമപ്രവേഗത്തിൽ സഞ്ചരിക്കുന്നു.

(i)



(ii)



(iii)

ചിത്രം 9.9

★ ചിത്രം (ii) ൽ സാദത്തിന് ത്വരണമുണ്ടോ? എന്തായിരിക്കാം കാരണം?

★ ചിത്രം (iii) ൽ സാദത്തിന് ത്വരണമുണ്ടോ? എന്തായിരിക്കാം കാരണം?

★ സാദത്തിന്റെ ഏതൊക്കെ യാത്രകളിലാണ് ത്വരണം ഉള്ളത്?