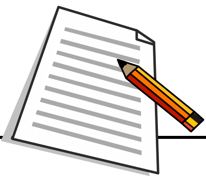


ଟିପ୍ପଣୀ

2

ସରଳ ରୈଖିକ ଗତି

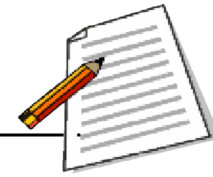
ଆମ ଚାରିପଟେ ଅନେକ ବସ୍ତୁ ଗତି କରୁଥିବାର ଦେଖୁ । ମନୁଷ୍ୟ, ପଶୁ ଓ ଯାନବାହନ ଇତ୍ୟାଦି ସ୍ଥଳଭାଗରେ ଗତି କରନ୍ତି । ମାଛ, ବେଙ୍ଗ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ଜଳଚର ଜୀବ ପାଣିରେ ଗତି କରନ୍ତି । ପକ୍ଷୀ ଓ ଉଡ଼ାଜାହାଜ ବାୟୁରେ ଗତି କରନ୍ତି । ଆମେ ଅନୁଭବ ନ କରି ପାରୁଥିଲେ ବି ଆମେ ବାସ କରୁଥିବା ପୃଥିବୀ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଚାରିପଟେ ପରିକ୍ରମଣ କରେ ଓ ନିଜର ଅକ୍ଷ ଚାରିପଟେ ଆବର୍ତ୍ତନ କରେ । ଏଥିରୁ ଜାଣି ହୁଏ ଯେ ଆମେ ଏକ ଜଗତରେ ବାସ କରୁ ଯାହା ସର୍ବଦା ଗତିଶୀଳ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଛି । ତେଣୁ ଆମ ଚାରିପଟେ ଥିବା ଭୌତିକ ଜଗତକୁ ବୁଝିବାକୁ ହେଲେ ଗତି ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ଅଧ୍ୟୟନ ଏକାନ୍ତ ଆବଶ୍ୟକ । ଗତି ସରଳରେଖାରେ ହୋଇପାରେ (1D) ଏକ ସମତଳରେ ହୋଇପାରେ (2D) କିମ୍ବା ଅନ୍ତରୀକ୍ଷରେ ହୋଇପାରେ (3D) । ଯଦି କେବଳ ଗୋଟିଏ ଦିଗରେ ହେଉଥାଏ, ଏହାକୁ ସରଳରୈଖିକ ଗତି କହନ୍ତି । ସିଧା ସଡ଼କରେ ଏକ କାର୍‌ର ଗତି, ସିଧା ରେଳଧାରଣା ଉପରେ ରେଳଗାଡ଼ିର ଗତି, ମୁକ୍ତ ଭାବରେ ପଡୁଥିବା ଏକ ବସ୍ତୁ, ଲିଫ୍ଟର ଗତି, ସିଧା ଟ୍ରାକ୍‌ରେ ଦୌଡୁଥିବା ଧାବକର ଗତି ଇତ୍ୟାଦି ସରଳରୈଖିକ ଗତିର କେତେକ ଉଦାହରଣ ।

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ତୁମେ ସରଳ ରୈଖିକ ଗତି ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଅଧ୍ୟୟନ କରିବ । ଆଗକୁ ଥିବା ପାଠରେ ତୁମେ ଗତିର ନିୟମାବଳି, ସମତଳରେ ଗତି ଏବଂ ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାର ଗତି ଇତ୍ୟାଦି ବିଷୟରେ ମଧ୍ୟ ଅଧ୍ୟୟନ କରିବ ।

ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

ଏହି ପାଠର ଅଧ୍ୟୟନ ପରେ ତୁମେ:

- ଦୂରତା ଓ ବିସ୍ଥାପନ ଏବଂ ବେଗ ଓ ପରିବେଗ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଜାଣିପାରିବ;
- ତାତ୍‌କ୍ଷଣିକ ପରିବେଗ, ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବେଗ ଏବଂ ହାରାହାରି ପରିବେଗ ପରି ଦଗୁଡ଼ିକ ବୁଝାଇ ପାରିବ;
- ତ୍ୱରଣ ଓ ତାତ୍‌କ୍ଷଣିକ ତ୍ୱରଣର ସଂଜ୍ଞା ନିରୂପଣ କରିପାରିବ;
- ସମଗତି ଓ ଅସମ ଗତି ପାଇଁ "ସମୟ-ସ୍ଥିତି" ଗ୍ରାଫ୍ ଏବଂ "ୱମୟ-ପରୀବେଗ" ଗ୍ରାଫ୍ ଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ;
- ସମତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଗତି ପାଇଁ ସମୀକରଣ ଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟୁତ୍ପନ୍ନ କରିପାରିବ;
- ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ଗତି ବର୍ଣ୍ଣନା କରିପାରିବ ଏବଂ
- ଗତି ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ସମୀକରଣ ଗୁଡ଼ିକୁ ଆଧାର କରି ସାଂଖ୍ୟିକ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ ସମାଧାନ କରିପାରିବ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

2.1 ବେଗ ଓ ପରିବେଗ

ଆମେ ଜାଣିଛେ ଯେ କିଛି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ବସ୍ତୁ ଅତିକ୍ରମ କରିଥିବା ସମଗ୍ର ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ଦୂରତା କହନ୍ତି । କିନ୍ତୁ ଏକ ବସ୍ତୁର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଏବଂ ଅନ୍ତିମ ସ୍ଥିତି ମଧ୍ୟରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦିଗରେ ଥିବା ବ୍ୟବଧାନକୁ ବିସ୍ଥାପନ କହନ୍ତି । ମୂଳତଃ **ଦୁଇଟି ଅବସ୍ଥାନ ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ଏକ ଦିଗରେ ନ୍ୟୁନତମ ଦୂରତା ହିଁ ବିସ୍ଥାପନ** । ଏହି ଦୃଷ୍ଟିରୁ ବିସ୍ଥାପନ ଏକ ସଦିଶ ରାଶି କିନ୍ତୁ ଦୂରତା ଏକ ଅଦିଶ ରାଶି । ତୁମେ ହୁଏତ ଅଧ୍ୟୟନ କରିଥିବ ଯେ ସମୟ ସହିତ ଦୂରତା ପରିବର୍ତ୍ତନର ହାର ହେଉଛି ବେଗ, କିନ୍ତୁ ସମୟ ସହିତ ବିସ୍ଥାପନର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର ପରିବେଗ ଅଟେ । ତେଣୁ ବେଗ ଏକ ଅଦିଶ ରାଶି ଏବଂ ପରିବେଗ ଏକ ସଦିଶ ରାଶି । ଏକ-ବିମିତୀୟ ଗତିରେ ସଦିଶ ରାଶିର ଦିଗ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ଲକ୍ଷଣ + ଓ - ଚିହ୍ନ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ତେଣୁ ଏଥିରେ ବିସ୍ଥାପନ, ପରିବେଗ ଓ ତ୍ୱରଣ ପାଇଁ ସଦିଶ ସଂକେତ ବ୍ୟବହାରର ଆବଶ୍ୟକତା ପଡ଼େ ନାହିଁ ।

2.1.1 ହାରାହାରି ବା ମାଧ୍ୟ ପରିବେଗ

ଏକ ବସ୍ତୁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପରିବେଗରେ କୌଣସି ଏକ ଦୂରତ୍ୱ ଅତିକ୍ରମ କରୁଥିଲେ, ଏହାର ଗତିକୁ ମାଧ୍ୟ ପରିବେଗ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କରାଯାଏ । ଏକକ ସମୟ ପ୍ରତି ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନ ହେଉଛି ମାଧ୍ୟ ପରିବେଗ t_1 ଓ t_2 କ୍ଷଣରେ ବସ୍ତୁଟିର ବିସ୍ଥାପନ ଯଥାକ୍ରମେ x_1 ଓ x_2 (ଏକ ବିମିତୀୟ ଗତିରେ) ହେଲେ ହାରାହାରି ପରିବେଗକୁ ଗାଣିତିକ ଭାଷାରେ ନିମ୍ନମତେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

$\bar{v}$ = ବିସ୍ଥାପନ / ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ସମୟ = $\dfrac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$

ଏଠାରେ $(x_2 - x_1)$ ସ୍ଥିତିର ପରିବର୍ତ୍ତନ Δx କୁ ସୂଚାଏ ଏବଂ

$(t_2 - t_1)$ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ସମୟ (Dt) କୁ ସୂଚାଏ

ଏଠାରେ ପରିବେଗର ପ୍ରତୀକ ଉପରେ ଏକ ଛୋଟ ରେଖା ($\bar{v}$) ମାଧ୍ୟ ପରିବେଗ ପ୍ରକାଶ କରିବା ନିମିତ୍ତ ଏକ ମାନକ ପ୍ରତୀକ । ମାଧ୍ୟ ପରିବେଗକୁ ମଧ୍ୟ v_{av} ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଇପାରେ । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟାନ୍ତର ମଧ୍ୟରେ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ସମସ୍ତ ଦୂରତାକୁ ସେହି ସମୟାନ୍ତର ଦ୍ୱାରା ଭାଗ କଲେ ହାରାହାରି ବେଗ ମିଳେ ।

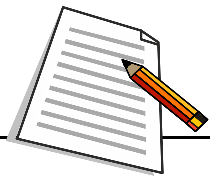
ହାରାହାରି ବେଗ = $\dfrac{\text{ଅତିକ୍ରମ କରାଯାଉଥିବା ମୋଟ ଦୂରତା}}{\text{ନିଆଯାଉଥିବା ପୂରା ସମୟ}}$

ବସ୍ତୁଟି ଏକ ସରଳରେଖାରେ ଏକ ଦିଗରେ ଗତି କରୁଥିଲେ ହାରାହାରି ବେଗ ହାରାହାରି ପରିବେଗର ପରିମାଣ ସହ ସମାନ ହୁଏ । କିନ୍ତୁ ସବୁବେଳେ ଏହା ଠିକ୍ ପ୍ରମାଣିତ ହୁଏ ନାହିଁ । (ଉଦାହରଣ 2.2 ଦେଖ)

ନିମ୍ନ ଉଦାହରଣ ଗୁଡ଼ିକ ତୁମକୁ ହାରାହାରି ବେଗ ଓ ହାରାହାରି ପରିବେଗ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ବୁଝିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରିବ ।

ଉଦାହରଣ 2.1

x- ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ଗତିଶୀଳ ଏକ ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥିତି $x = 20t^2$ ଦ୍ୱାରା ନିରୂପିତ ହୁଏ । ଏଠାରେ t ହେଉଛି ସେକେଣ୍ଡରେ ମାପ କରାଯାଉଥିବା ସମୟ ଓ x ହେଉଛି ମିଟରରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଉଥିବା ଅବସ୍ଥିତି । 3s ରୁ 4s ସମୟାନ୍ତର ମଧ୍ୟରେ ବସ୍ତୁଟିର ହାରାହାରି ପରିବେଗ କଳନା କର ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ସମାଧାନ : ଦତ୍ତ ଯେ, $x = 20t^2$

ଏଠାରେ x ଓ t ଯଥାକ୍ରମେ ମିଟର ଓ ସେକେଣ୍ଡରେ ମାପ କରାଯାଉଥିବାରୁ ଆନୁପାତିକ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ 20 ର ବିମିତି ms^{-2} ହେବ ।

ଆମେ ଜାଣିଛେ, ହାରାହାରି ପରିବେଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ ସମ୍ପର୍କଟି ହେଉଛି $\bar{v} = \dfrac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$

$t_1 = 3s$ ବେଳେ $x_1 = 20 \dfrac{m}{s^2} \times (3s)^2 = 180m$

ସେହିପରି $t_2 = 4s$ ବେଳେ $x_2 = 20 \dfrac{m}{s^2} \times (4s)^2 = 320m$

$$\therefore \bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{(320 - 180)m}{(4 - 3)s} = \frac{140m}{1s} = 140ms^{-1}$$

ତେଣୁ ହାରାହାରି ପରିବେଗ $140ms^{-1}$ ଅଟେ ।

ଉଦାହରଣ 2.2

ଜଣେ ବ୍ୟକ୍ତି 300m ବିଶିଷ୍ଟ ବୃତ୍ତାକାର ଟ୍ରାକ୍‌ରେ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଦୌଡ଼ିବା ଆରମ୍ଭ କରି 200s ରେ ସେହି ସ୍ଥାନକୁ ଫେରି ଆସେ । ବ୍ୟକ୍ତିଟିର ହାରାହାରି ବେଗ ଓ ହାରାହାରି ପରିବେଗ କଳନା କର ।

ସମାଧାନ : ଦତ୍ତ ଯେ,

ଟ୍ରାକ୍‌ଟିର ଦୈର୍ଘ୍ୟ = $300m$ ଏହି ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ଅତିକ୍ରମ କରିବା ପାଇଁ ସମୟ = $200s$

ହାରାହାରି ବେଗ = ଗତିର ପୂରା ଦୂରତା / ନିଆଯାଉଥିବା ସମୟ

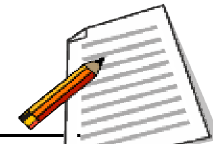
$$= \frac{300m}{200s} = 1.5\ ms^{-1}$$

ଯେହେତୁ ବ୍ୟକ୍ତିଟି ଉକ୍ତ ସମୟାନ୍ତର ମଧ୍ୟରେ ସେ ଦୌଡ଼ିବା ଆରମ୍ଭ କରିଥିବା ସ୍ଥାନକୁ ହିଁ ଫେରି ଆସେ । ତେଣୁ ତାର ବିସ୍ଥାପନ ଶୂନ ଅଟେ । ଏ ହେତୁରୁ ହାରାହାରି ପରିବେଗ ମଧ୍ୟ ଶୂନ୍ ହେବ ।

ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ଯେ ଏହି ଉଦାହରଣଟିରେ (2.2) ହାରାହାରି ବେଗ ହାରାହାରି ପରିବେଗର ପରିମାଣ ସହ ସମାନ ନୁହେଁ । ତୁମେ ଏହାର କାରଣ ଜାଣିଛ କି ?

2.1.2 ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବେଗ (Relative Velocity) :

ଯେତେବେଳେ ଆମେ କହୁ ଯେ ବଳଦଗାଡ଼ିଟି ଘଣ୍ଟା ପ୍ରତି 10 km ବେଗରେ ଦକ୍ଷିଣ ଦିଗରେ ଯାଉଛି – ଏଠି ବୁଝାଯାଏ ଯେ ଗାଡ଼ିଟି ଏହାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ସ୍ଥାନରୁ ଦକ୍ଷିଣ ଆଡ଼କୁ ଏକ ଘଣ୍ଟାରେ 10 କିଲୋମିଟର ଯାଇଅଛି । ଏହାର ଅର୍ଥ ସଂପୃକ୍ତ ପରିବେଗ କୌଣସି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ବିନ୍ଦୁକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କରାଯାଇଛି । ବସ୍ତୁତଃ, ଯେକୌଣସି ଏକ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ଅନ୍ୟ ଏକ ବସ୍ତୁ ତୁଳନାରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଥାଏ । ଯେହେତୁ ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ଗତିଶୀଳ, ଆମେ କହିବା ଯେ ସମସ୍ତ ପ୍ରକାରର ପରିବେଗ ଆପେକ୍ଷିକ ଅଟେ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ ତୁଳନାରେ ଅନ୍ୟ ଏକ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବେଗ ହେଉଛି ତାହାର ସ୍ଥିତିର ପରିବର୍ତ୍ତନର ହାର । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଯଦି $\vec{\upsilon}_A$ ଓ $\vec{\upsilon}_B$ ଯଥାକ୍ରମେ A ଓ B ର ପରିବେଗ (ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠର କୌଣସି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ ତୁଳନାରେ) ହୁଅନ୍ତି, ତେବେ A ପ୍ରତି B ର ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବେଗ ହେଉଛି $\vec{\upsilon}_B - \vec{\upsilon}_A$ ।

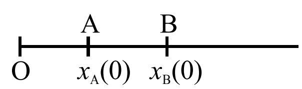
ଏକ ବସ୍ତୁ ସାପେକ୍ଷରେ ଅନ୍ୟ ଏକ ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତିର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାରକୁ ସେହି ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବେଗ କୁହାଯାଏ ।

ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବେଗର ମହତ୍ତ୍ୱ

ଏକ ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତି ଓ ତେଣୁ ତାହାର ପରିବେଗ ଅନ୍ୟ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ ତୁଳନାରେ ସ୍ଥିର କରାଯାଏ । ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କରାଯାଇଥିବା ବସ୍ତୁଟି ସ୍ଥିର ଥିଲେ, ଅନ୍ୟ ବସ୍ତୁଟିର ଗତି ସହଜରେ ବର୍ଣ୍ଣନା କରାଯାଇପାରେ । ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ତୁମେ ଶୁଦ୍ଧ ଗତି ବିଜ୍ଞାନର ସମୀକରଣ ଗୁଡ଼ିକ ଅଧ୍ୟୟନ କରିବ । ଯଦି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କରାଯାଇଥିବା ବସ୍ତୁଟି ନିଜେ ଗତିଶୀଳ ଥାଏ ତେବେ କ'ଣ ହୁଏ ? ଏ ପ୍ରକାର ଗତି ସ୍ଥିର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷକ ଦ୍ୱାରା ଏକ ଦ୍ୱି-ବସ୍ତୁ ତନ୍ତ୍ରର ଗତି ହିସାବରେ ଦେଖାଯାଏ । କିନ୍ତୁ ଆପେକ୍ଷିକ ଗତିର ଧାରଣା ଦେଇ ଏହାକୁ ସରଳୀକରଣ କରାଯାଇପାରେ ।

ଏକ ସରଳରେଖାରେ ଥିବା ବସ୍ତୁ A ଓ Bର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ସ୍ଥିତି ଯଥାକ୍ରମେ $x_A(0)$ ଓ $x_B(0)$ ହେଉ । ଯଦି ପଜିଟିଭ x ଦିଗରେ A ର ପରିବେଗ υ_A ଏବଂ B ର ପରିବେଗ υ_B ହୁଏ, ତେବେ t ସେକେଣ୍ଡ ପରେ A ଓ B ର ସ୍ଥିତିକୁ ଲେଖାଯାଇପାରିବ ।

$$x_A(t) = x_A(0) + \upsilon_A t$$



$$x_B(t) = x_B(0) + \upsilon_B t$$

ତେଣୁ B ଠାରୁ A ର ଆପେକ୍ଷିକ ଦୂରତ୍ୱ ହେବ

$$x_{BA}(t) = x_B(t) - x_A(t) = x_B(0) - x_A(0) + (\upsilon_B - \upsilon_A)t = x_{BA}(0) + \upsilon_{BA}(t)$$

ଯେଉଁଠି $\upsilon_{BA} = \upsilon_B - \upsilon_A$ କୁ A ସାପେକ୍ଷରେ B ର ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବେଗ କହନ୍ତି । ଏହି ଭିନ୍ନ ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବେଗର ଧାରଣା ବ୍ୟବହାର କରି ଏକ ଦ୍ୱି-ବସ୍ତୁ ସମସ୍ୟାକୁ ଏକ-ବସ୍ତୁ ସମସ୍ୟାରେ ପରିଣତ କରାଯାଇପାରିବ ।

ଉଦାହରଣ 2.3 :

ଏକ ସିଧା ଟ୍ରାକ୍ (ରେଳ ଲାଇନ୍)ରେ ଟ୍ରେନ୍ A ଉତ୍ତରରୁ ଦକ୍ଷିଣକୁ 60 kmh^{-1} ବେଗରେ ଯାଉଅଛି । ଦ୍ୱିତୀୟ ଟ୍ରେନ୍ 70 kmh^{-1} ବେଗରେ ଦକ୍ଷିଣରୁ ଉତ୍ତର ଆଡ଼କୁ ଆସୁଅଛି । A ଟ୍ରେନ୍ ସାପେକ୍ଷରେ B ଟ୍ରେନ୍‌ଟିର ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବେଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ସମାଧାନ : B ଟ୍ରେନ୍‌ର ପରିବେଗ $(\upsilon_B) = 70\ \text{kmh}^{-1}$

A ଟ୍ରେନ୍‌ର ପରିବେଗ $(\upsilon_A) = 60\ \text{kmh}^{-1}$

ଏଣୁ A ଟ୍ରେନ୍ ସାପେକ୍ଷରେ B ଟ୍ରେନ୍‌ର ପରିବେଗ = $\upsilon_B - \upsilon_A$

$$= 70\ \text{kmh}^{-1} - (60\ \text{kmh}^{-1}) = 130\ \text{kmh}^{-1}$$

ଏହି ଉଦାହରଣରେ ତୁମେ ଦେଖିଲ ଯେ ଏକ ଟ୍ରେନ୍ ତୁଳନାରେ ଅନ୍ୟ ଏକ ଟ୍ରେନ୍‌ର ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବେଗ (ଏକ ସରଳ ରୈଖିକ ପଥରେ) ସେହି ଟ୍ରେନ୍ ଗୁଡ଼ିକର ପରିବେଗର ଯୋଗଫଳ ସହ ସମାନ । ଏହି କାରଣରୁ ତୁମେ ବସିଥିବା ଗତିଶୀଳ ଟ୍ରେନ୍‌ର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଯାଉଥିବା ଟ୍ରେନ୍‌ଟି ତୁମକୁ ବହୁ ଅଧିକ ପରିବେଗରେ ଯାଉଥିବା ପରି ମନେ ହୁଏ । କିନ୍ତୁ ଉଭୟ ଟ୍ରେନ୍ ଯଦି ଏକ ଦିଗରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପରିବେଗରେ ଯାଉଥାଆନ୍ତି ତେବେ ଅନ୍ୟ ଟ୍ରେନ୍‌ଟି ତୁମକୁ ଧୀରେ ଧୀରେ ଯାଉଥିବା ପରି ଜଣାପଡ଼େ ।

2.1.3 ତ୍ୱରଣ (Acceleration)

କୌଣସି ବସ୍ କିମ୍ବା କାର୍‌ରେ ଯାଉଥିବା ବେଳେ ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ ଯେ ବେଳେ ବେଳେ ତାହା ଜୋର୍‌ରେ ଚାଲେ ଏବଂ ବେଳେ ବେଳେ ଧୀରେ ଚାଲେ । ଏଥିରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ ଯାନଟିର ପରିବେଗ ସମୟ ଅନୁଯାୟୀ ବଦଳିଥାଏ ଅର୍ଥାତ୍ ସେଥିରେ ପଜିଟିଭ୍ ବା ନେଗେଟିଭ୍ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ପରିବେଗର ସଂଜ୍ଞା ସମୟ ସହିତ ବିସ୍ଥାପନର ହାର ଭଳି ତ୍ୱରଣର ସଂଜ୍ଞା ହେଉଛି ସମୟ ସହିତ ପରିବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନର ହାର । ତ୍ୱରଣ ଏକ ସଦିଶ ରାଶି ଏବଂ ଏହାର SI ଏକକ ହେଉଛି ms^{-2} । ଏକ ବିମିତୀୟ ପଥରେ ଅର୍ଥାତ୍ ସରଳ ରେଖାରେ ତ୍ୱରଣ ପାଇଁ କୌଣସି ଭେକ୍ଟର ସଂକେତ ଦେବା ଆବଶ୍ୟକ ପଡ଼େ ନାହିଁ (ଯେପରି ପରିବେଗ କ୍ଷେତ୍ରରେ) । ଏକ ବସ୍ତୁର ହାରାହାରି ତ୍ୱରଣ ହେଉଛି,

$$\text{ହାରାହାରି ତ୍ୱରଣ } (\bar{a}) = \frac{\text{ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ} - \text{ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ}}{\text{ପରିବେଗ ପରିବର୍ତ୍ତନ ପାଇଁ ଲାଗିଥିବା ସମୟ}}$$

$$\text{Þ} \quad \bar{a} = \frac{\upsilon_2 - \upsilon_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta\upsilon}{\Delta t} \qquad \text{......(2.3)}$$

ଏକ ବିମିତୀୟ ଗତି କ୍ଷେତ୍ରରେ ଯଦି ତ୍ୱରଣର ଦିଗ ଗତିର ଦିଗ କିମ୍ବା ପରିବେଗର ଦିଗ ସହିତ ସମାନ ହୁଏ ସାଧାରଣତଃ ଏହାକୁ ପଜିଟିଭ ଦିଗରେ ନିଆଯାଏ, ତ୍ୱରଣ ପଜିଟିଭ ହୁଏ । କିନ୍ତୁ ତ୍ୱରଣ ଗତିର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ମଧ୍ୟ ହୋଇପାରେ । ତେବେ ତ୍ୱରଣ ନେଗେଟିଭ୍ ନିଆଯାଏ ଏବଂ ଏହାକୁ ସାଧାରଣତଃ ମନ୍ଦନ କୁହାଯାଏ । ଏବେ ଆମେ କହିପାରିବା ଯେ ସମୟ ସହିତ ପରିବେଗର ବୃଦ୍ଧିର ହାର ହେଉଛି ତ୍ୱରଣ ଏବଂ ସମୟ ସହିତ ପରିବେଗର ହ୍ରାସର ହାର ହେଉଛି ମନ୍ଦନ ।

ଉଦାହରଣ - 2.4

ପୂର୍ବ ଆଡ଼କୁ ଯାଉଥିବା ଏକ କାର୍‌ର ପରିବେଗ 0 ରୁ 12 m/s ଅଟେ । ଏହାର ହାରାହାରି ତ୍ୱରଣ ହିସାବ କର ।

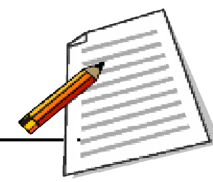
ସମାଧାନ : ଦତ୍ତ : $\upsilon_1 = 0\ m/s^{-1}$

$\upsilon_2 = 12\ m/s^{-1}$

$t = 3.0s$

$$a = \frac{12.0ms^{-1}}{3.0s} = 4.0ms^{-2}$$

ଟିପ୍ପଣୀ



ଟିପ୍ପଣୀ

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ 2.1

1. ଏହା କ'ଣ ସମ୍ଭବ ଯେ କୌଣସି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ହାରାହାରି ବେଗ ଶୂନ୍ ହେବ ନାହିଁ । କିନ୍ତୁ ହାରାହାରି ପରିବେଗ ଶୂନ୍ ହେବ ? ଯଦି ଏହା ସମ୍ଭବ, ଉଦାହରଣ ଦେଇ ବୁଝାଅ ।

2. ଜଣେ ମହିଳା 8 km h^{-1} ବେଗରେ ବଜାରକୁ ଗାଡ଼ି ଚଳାଇ ଗଲେ । ବଜାର ବନ୍ଦ ହୋଇଥିବା ଦେଖି ସେ 10 km h^{-1} ବେଗରେ ଘରକୁ ଫେରିଲେ । ଯଦି ତାଙ୍କ ଘରଠାରୁ ବଜାର 2 km ଦୂର ହୋଇଥାଏ, ତେବେ ହାରାହାରି ପରିବେଗ ଓ ହାରାହାରି ବେଗ କଳନା କର ।

3. ଏକ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ବେଗ ଅନ୍ୟ ଏକ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ବେଗ ତୁଳନାରେ ଶୂନ୍ ହୋଇ ପାରିବ କି ? ଏକ ଉଦାହରଣ ଦିଅ ।

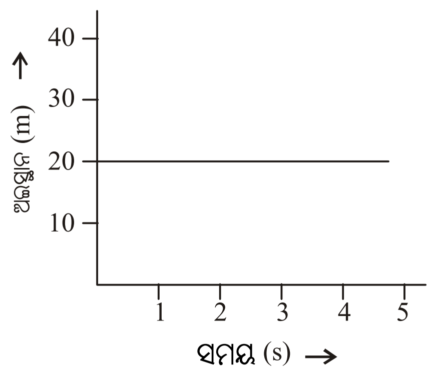
4. ଜଣେ ବ୍ୟକ୍ତି ଟ୍ରେନ୍‌ଟି ଗତି କରୁଥିବା ଦିଗରେ ଟ୍ରେନ୍ ଭିତରେ 1.0 ms^{-1} ପରିବେଗରେ ଚାଲୁଛନ୍ତି । ଯଦି ଟ୍ରେନ୍‌ର ପରିବେଗ 3.0 ms^{-1} ହୁଏ ତେବେ

   (a) ଟ୍ରେନ୍‌ଟିରେ ବସିଥିବା ଅନ୍ୟ ଲୋକମାନଙ୍କୁ ତାଙ୍କର ପରିବେଗ କେତେ ଜଣା ପଡ଼ିବ ?

   (b) ପ୍ଲାଟଫର୍ମରେ ବସିଥିବା ଜଣେ ବ୍ୟକ୍ତିଙ୍କୁ ଟ୍ରେନ୍ ଭିତରେ ଚାଲୁଥିବା ବ୍ୟକ୍ତିଙ୍କର ପରିବେଗ କେତେ ପ୍ରତୀତ ହେବ ?

2.2 ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍ (Position-Time graph)

ଭୂମି ଉପରେ ତୁମେ ବଲ୍‌ଟିଏ ଗଡ଼ାଇ ଦେଲେ, ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ ଯେ ଭିନ୍ନ, ଭିନ୍ନ ସମୟରେ ବଲ୍‌ଟି ବିଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନରେ ରହିଥାଏ । ବିଭିନ୍ନ ସମୟ ଓ ସେହି ସମୟ ଗୁଡ଼ିକରେ ମୂଳବିନ୍ଦୁଠାରୁ ଏହାର ଅବସ୍ଥାନର ଦୂରତାକୁ ଏକ ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ ପ୍ରକାଶ କରାଗଲେ ଏକ ପ୍ରକାର ବକ୍ରରେଖା ମିଳିବ ଏବଂ ଏହି ବକ୍ରଲେଖକୁ ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ବକ୍ରଲେଖ (Position - time curve) କୁହାଯାଏ । ସାଧାରଣତଃ ସମୟକୁ x- ଅକ୍ଷ ଉପରେ ଏବଂ ବସ୍ତୁଟିର ସ୍ଥିତିକୁ y- ଅକ୍ଷ ଉପରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥାଏ ।



ଚିତ୍ର 2.1 : ସ୍ଥିର ଥିବା ବସ୍ତୁ ପାଇଁ ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍

ଏବେ ଆମେ ମୂଳବିନ୍ଦୁ ଠାରୁ 20m ଦୂରତାରେ ଏକ ସ୍ଥିର ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥାନ ପାଇଁ ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ବକ୍ରଲେଖ ଅଙ୍କନ କରିବା । 1s, 2s, 3s, 4s ଓ 6s ପରେ ବସ୍ତୁଟିର ସ୍ଥିତି କ'ଣ ହେବ ? ତୁମେ ଏହି ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ଅଙ୍କନ କଲେ ଦେଖିବ ଯେ ଏହା ସମୟ - ଅକ୍ଷ ସହିତ ଏକ ସମାନ୍ତର ସରଳରେଖା ହେବ । (ଚିତ୍ର 2.1)

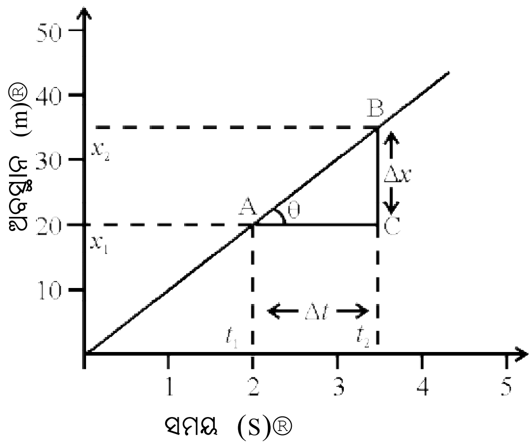
2.2.1 ସମଗତି ପାଇଁ ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍

ଏବେ ଆମେ ଅନ୍ୟ ଏକ ପରିସ୍ଥିତି ବିଚାର କରିବା ଯେଉଁଥିରେ କି ବସ୍ତୁଟି ସମାନ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ସମାନ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରେ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ 10m ଅତିକ୍ରମ କରୁଥିବା ଏକ ବସ୍ତୁ ଯଦି 5 ସେକେଣ୍ଡ ପାଇଁ ଗତିକରେ ତେବେ ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଟେବୁଲ୍ ଅନୁଯାୟୀ ବିଭିନ୍ନ ସମୟରେ ଏହାର ଅବସ୍ଥାନ ଅଲଗା, ଅଲଗା ହେବ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

ସମୟ (t) ସେକେଣ୍ଡରେ	1	2	3	4	5
ଅବସ୍ଥାନ (x) ମିଟରରେ	10	20	30	40	50

ଏହି ଦତ୍ତ ବିଷୟକୁ ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ ଦର୍ଶାଇବା ପାଇଁ ସମୟକୁ x- ଅକ୍ଷ ଏବଂ ଅବସ୍ଥାନକୁ y- ଅକ୍ଷରେ ନିଆଯାଉ । x- ଅକ୍ଷରେ 1 cm = 1s ହେଉ ଏବଂ y- ଅକ୍ଷରେ 1cm = 10m ହେଉ । ଅଙ୍କିତ ଅବସ୍ଥାନ- ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ଚିତ୍ର 2.2 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ହେବ ।

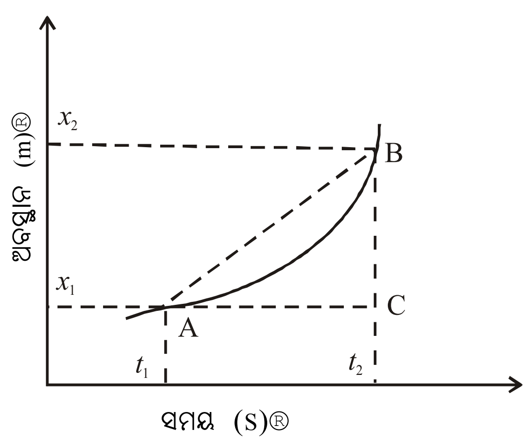


ଚିତ୍ର 2.2 : ସମଗତି ପାଇଁ ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍

ଏହି ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି x- ଅକ୍ଷ ସହ ଏକ ଆନତ ସରଳ ରେଖା । **ଯେଉଁ ଗତିରେ ଏକ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ସର୍ବଦା ସମାନ ରହେ ତାହାକୁ ସମଗତି କହନ୍ତି ।** ଏହାର ଅବସ୍ଥାନ - ସମସ୍ତ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି x- ଅକ୍ଷ ସହ ଆନତ ଏକ ସରଳରେଖା ହୁଏ ।

ଅନ୍ୟ କଥାରେ କହିଲେ ଯେତେବେଳେ ଏକ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁ ସମାନ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ସମାନ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରେ, ଏହାକୁ ସମଗତି କୁହାଯାଏ ।

2.2.2 ଅସମଗତି ପାଇଁ ଅବସ୍ଥାନ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍



ଚିତ୍ର 2.3 ତ୍ୱରିତ ଗତି ପାଇଁ ଏକ ନିରବଚ୍ଛିନ୍ନ ବକ୍ର ଭାବେ ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍

ଏବେ ଆମେ ଏକ ଟ୍ରେନ୍‌ରେ ଉଦାହରଣ ନେବା ଯାହା ଏକ ଷ୍ଟେସନ୍‌ରୁ ଯାତ୍ରା ଆରମ୍ଭ କରେ, ଧୀରେ ଧୀରେ ତାହାର ବେଗ ବଢ଼ାଏ ଏବଂ କିଛି ସମୟ ପାଇଁ ସମବେଗରେ ଚାଲେ ଏବଂ ପରବର୍ତ୍ତୀ ଷ୍ଟେସନ୍‌ରେ ରହିବା ପୂର୍ବରୁ ତାହାର ବେଗ ଧୀରେ ଧୀରେ କମାଏ । ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ ଟ୍ରେନ୍‌ଟି ଦ୍ୱାରା **ସମାନ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ସମାନ ନୁହେଁ । ଏ ପ୍ରକାର ଗତିକୁ ଅସମ ଗତି କହନ୍ତି ।** ଯଦି କ୍ରମାଗତ ସମୟାନ୍ତରରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଏ, ସେହି ଗତିକୁ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଗତି କହନ୍ତି । ଏପ୍ରକାର ଗତି ପାଇଁ ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ଚିତ୍ର 2.3 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ହୁଏ ।

ଲକ୍ଷ୍ୟକର ଯେ ତ୍ୱରିତ-ଗତି ପାଇଁ ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ଏକ ନିରବଚ୍ଛିନ୍ନ ବକ୍ରଲେଖ । ତେଣୁ ବସ୍ତୁଟିର ପରିବେଗ କ୍ରମାଗତ ଭାବେ ବଦଳେ । ଏ ପ୍ରକାର ପରିସ୍ଥିତିରେ ଅତି କ୍ଷୁଦ୍ର ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ତାତ୍‌କ୍ଷଣିକ ପରିବେଗର ସଂଜ୍ଞା ନିର୍ଣ୍ଣୟ ଅଧିକ ଯୁକ୍ତିସମ୍ମତ ମନେ ହୁଏ । ଏହା କିପରି କରିବାକୁ ହୁଏ ଶିଖିବା ।

ଟିପ୍ପଣୀ

2.2.3 ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ବ୍ୟାଖ୍ୟା

ତୁମେ ଦେଖିଲ ଯେ, ବିଭିନ୍ନ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କ ପାଇଁ ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍ ଗୁଡ଼ିକ ଭିନ୍ନଭିନ୍ନ ହୁଏ । ଯେତେବେଳେ ଏହି ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ସମୟ-ଅକ୍ଷ ସହିତ ସମାନ୍ତର ହୁଏ, ତୁମେ କହିଥାଅ ଯେ ବସ୍ତୁଟି ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରେ ରହିଛି (ଚିତ୍ର - 2.1) । ଯଦି ଏହି ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ସମୟ-ଅକ୍ଷ ପ୍ରତି ଆନତ ଏକ ସରଳରେଖା ହୁଏ, ଏହା ବସ୍ତୁର ସମଗତିକୁ ସୂଚାଏ (ଚିତ୍ର 2.2) । ଏକ ନିରବଚ୍ଛିନ୍ନ ବକ୍ର କ୍ରମାଗତ ଭାବେ ବଦଳୁଥିବା ପରିବେଗର ସୂଚନା ଦିଏ ।

(a) ଅବସ୍ଥାନ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ରୁ ପରିବେଗ : ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ନତି (slope) ରୁ ଏକ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ମାଧ୍ୟ ପରିବେଗ ମିଳିଥାଏ । ଏହି ନତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ସରଳରେଖାଟିର ଉପରେ ଅଧିକ ବ୍ୟବଧାନରେ ଥିବା ଦୁଇଟି ବିନ୍ଦୁ (ମନେକର A ଓ B) ନିଅ (ଚିତ୍ର 2.2) ଏବଂ y- ଅକ୍ଷ ଓ x- ଅକ୍ଷ ପ୍ରତି ସମାନ୍ତର ସରଳରେଖା ଟାଣି ସମକୋଣୀ ତ୍ରିଭୁଜଟି ଅଙ୍କନ କର । ଏଥିରୁ ବସ୍ତୁଟିର ମାଧ୍ୟ ପରିବେଗ ହେବ

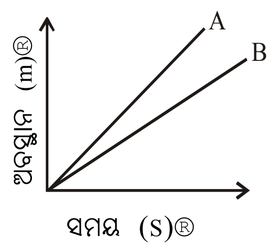
$$\bar{v} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{BC}{AC} \quad \text{.. ....(2.4)}$$

ଏଣୁ, ଏକ ବସ୍ତୁର ମାଧ୍ୟ ପରିବେଗ AB ସରଳରେଖାର ନତି ସହିତ ସମାନ । ଏଥିରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ଯେ ଏହି ଅବସ୍ଥାନ ସମୟ ଗ୍ରାଫରେ ନତି ର ମୂଲ୍ୟ ଯେତେ ଅଧିକ ହେବ, ମାଧ୍ୟ ପରିବେଗ ସେତେ ଅଧିକ ହେବ । ଲକ୍ଷ୍ୟକର ସରଳରେଖାଟି ଭୂସମାନ୍ତର ସରଳରେଖା ସହ ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିବା କୋଣର ଟ୍ୟାଜେଣ୍ଟ୍ (tangent) ହେଉଛି ନତି

ie. $\tan q = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ । ଯେ କୌଣସି ଦୁଇଟି ଅନୁରୂପ Dx ଓ Dt ଅନ୍ତରାଳ ବ୍ୟବହାର କରି ଏହି ନତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହେବ ଏବଂ ଏଥିରୁ ସେହି ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ମାଧ୍ୟ ପରିବେଗ ଜାଣିହେବ ।

ଉଦାହରଣ 2.5 : ଚିତ୍ର 2.4 ରେ ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁ A ଓ B ର ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍ ଦିଆଯାଇଛି । ତନ୍ମଧ୍ୟରୁ କାହାର ପରିବେଗ ଅଧିକ ଅଟେ ?

ସମାଧାନ : ବସ୍ତୁ A ର ନତି ଅଧିକ ଅଟେ । ତେଣୁ ଏହାର ପରିବେଗ ଅଧିକ ।

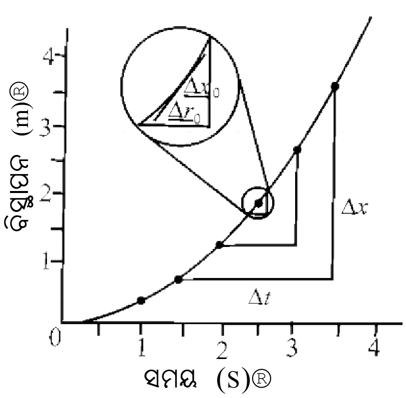


ଚିତ୍ର 2.4 : ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍

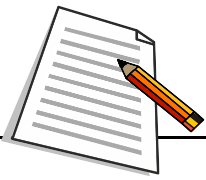
(b) ତାତ୍‌କ୍ଷଣିକ ପରିବେଗ :

ତୁମେ ପଢ଼ିଛ ଯେ, ସରଳରେଖାରେ ସମଗତିରେ ଯାଉଥିବା ବସ୍ତୁର ପ୍ରତି କ୍ଷଣରେ ସମାନ ପରିବେଗ ଥାଏ । କିନ୍ତୁ ଅସମଗତି କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ଏକ ବକ୍ର ଅଟେ, ଯାହା ଚିତ୍ର 2.5 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

ଫଳତଃ ଏହିପରି ଗତି ପାଇଁ ବଛା ଯାଇଥିବା ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ ଅନୁଯାୟୀ ନତି ବା ହାରାହାରି ପରିବେଗ ଭିନ୍ନ, ଭିନ୍ନ ହୁଏ । ଏପରି କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗୋଟିଏ କଣିକାର କୌଣସି ଏକ ବିନ୍ଦୁରେ ଥିବା ପରିବେଗକୁ କ୍ଷଣିକ ପରିବେଗ କହନ୍ତି ।



ଚିତ୍ର 2.5 ଅସମଗତି ପାଇଁ ବିସ୍ଥାପନ ସମୟ-ଗ୍ରାଫ୍

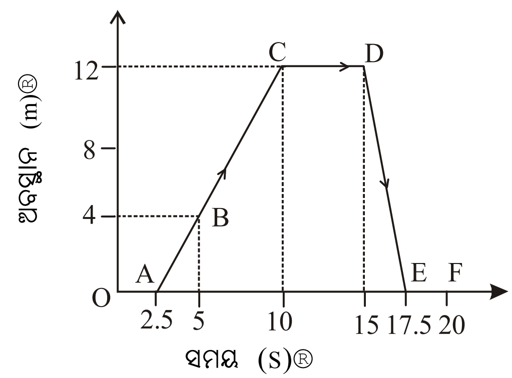


ଟିପ୍ପଣୀ

ଲକ୍ଷ୍ୟକର ଯେ ଏକ ସମୟ-ବ୍ୟବଧାନ Dt ରେ ମାଧ୍ୟ ପରିବେଗ ହେଉଛି $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$

ଯେତେବେଳେ Dt ର ପରିମାଣ କ୍ଷୁଦ୍ରରୁ କ୍ଷୁଦ୍ରତର କରାଯାଏ Dt ® 0 ସେତେବେଳେ ବିସ୍ଥାପନ-ସମୟ ବକ୍ରଲେଖର କୌଣସି ବିନ୍ଦୁରେ ଅଙ୍କିତ ସ୍ପର୍ଶକର ଆନତି ($\frac{\Delta x}{\Delta t}$)ରୁ ସେହି କ୍ଷଣରେ ତାତ୍‌କ୍ଷଣିକ ପରିବେଗ ଜଣାପଡ଼େ । ଅବଶ୍ୟ ସମଗତି ପାଇଁ ମାଧ୍ୟ ପରିବେଗ ଓ ତତ୍‌କ୍ଷଣିକ ପରିବେଗ ଦ୍ୱୟ ସମାନ ଅଟନ୍ତି ।

ଉଦାହରଣ - 2.6 ଚିତ୍ର -2.6 ରେ 20 ସେକେଣ୍ଡ୍ ପାଇଁ ଏକ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଏହି ବସ୍ତୁଟି ସମୟାନ୍ତର (i) 0s ରୁ 5s ମଧ୍ୟରେ, (ii) 5s ରୁ 10s ମଧ୍ୟରେ (iii) 10s ରୁ 15s ମଧ୍ୟରେ ଏବଂ (iv) 15s ରୁ 20s ମଧ୍ୟରେ କେଉଁ ବେଗରେ କେତେ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରେ ? ସମଗ୍ର ଯାତ୍ରା ସମୟରେ ଏହାର ମାଧ୍ୟ ବେଗ କଳନା କର ।



ଚିତ୍ର 2.6 : ଅବସ୍ଥାନ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍

ସମାଧାନ :

(i) 0s ରୁ 5s ମଧ୍ୟରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = 4m

\ ବେଗ = ଦୂରତା / ସମୟ = $\frac{4m}{(5-0)s}$ = 4m/s = 0.8 ms^{-1}

(ii) 5s ରୁ 10s ମଧ୍ୟରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = 12 – 4 = 8m

\ ବେଗ = (12–4)m / (10–5)s = 8m / 5s = 1.6 ms^{-1}

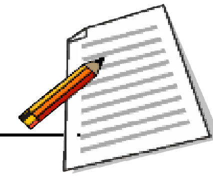
(iii) 10s ରୁ 15s ମଧ୍ୟରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = 12 – 12 = 0m

\ ବେଗ = ଦୂରତା / ସମୟ = $\frac{0}{5}$ = 0 ms

(iv) 15s ରୁ 17.5s ମଧ୍ୟରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = (12 - 0) = 12m

\ ବେଗ = $\frac{12m}{2.5s}$ = 4.8 ms^{-1}

ଏବେ ଟିକିଏ ରହିବା ଏବଂ ତୁମର ଅଗ୍ରଗତି କେତେ ହୋଇଛି ଜାଣିବା ପାଇଁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରଶ୍ନ ଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ କରିବା ।



ଟିପ୍ପଣୀ

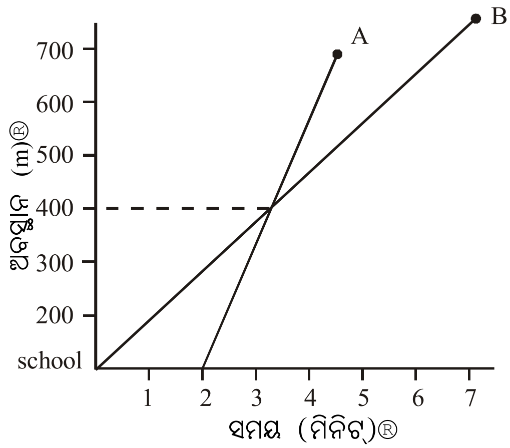
ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ 2.2

1. ଶୂନ୍ ତ୍ୱରଣରେ ଗତି କରୁଥିବା ବସ୍ତୁ ପାଇଁ ସ୍ଥିତି-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କର ।

2. A ଓ B ନାମକ ଦୁଇଜଣ ଛାତ୍ର ସେମାନଙ୍କ ସ୍କୁଲରୁ ବାହାରି ଘରେ ପହଞ୍ଚିଲେ । ସେମାନଙ୍କ ଗତି ଜନିତ ବିସ୍ଥାପନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍ ନିମ୍ନ ଚିତ୍ରରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଗ୍ରାଫ୍‌ଗୁଡ଼ିକୁ ଧ୍ୟାନ ଦେଇ ଦେଖ ଏବଂ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକର ଉତ୍ତର ଦିଅ ।

(i) ସେମାନେ ସମାନ ସମୟରେ ସ୍କୁଲରୁ ବାହାରି ଥିଲେ କି ?

....



(ii) ସ୍କୁଲ ଠାରୁ ଦୂରରେ କିଏ ରହେ ?

....

(iii) ସେମାନେ ସେମାନଙ୍କର ଘରେ ସମାନ ସମୟରେ ପହଞ୍ଚନ୍ତି କି ?

....

(iv) କିଏ ଶୀଘ୍ର ଗତିକରେ ?

....

(v) ସ୍କୁଲ ଠାରୁ କେତେ ଦୂରରେ ସେମାନେ ପରସ୍ପରକୁ ଅତିକ୍ରମ କରନ୍ତି ।

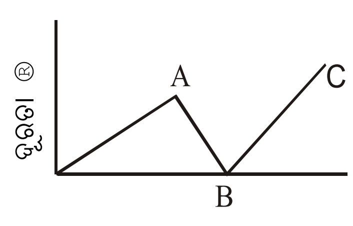
....

3. କେଉଁ ପରିସ୍ଥିତିରେ ଏକ ବସ୍ତୁର ମାଧ୍ୟ ବେଗ ଏହାର ତାତ୍କ୍ଷଣିକ ବେଗ ସହ ସମାନ ହୁଏ ?

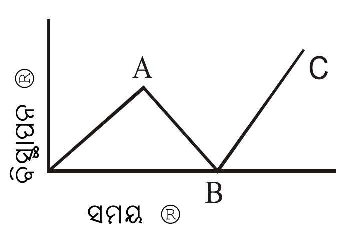
....

4. ନିମ୍ନରେ ଥିବା କେଉଁ ଗ୍ରାଫ୍ ଗୁଡ଼ିକ ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ ? କାରଣ ସହିତ ଉତ୍ତର ଦିଅ ।

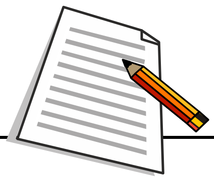
....



(a)



(b)

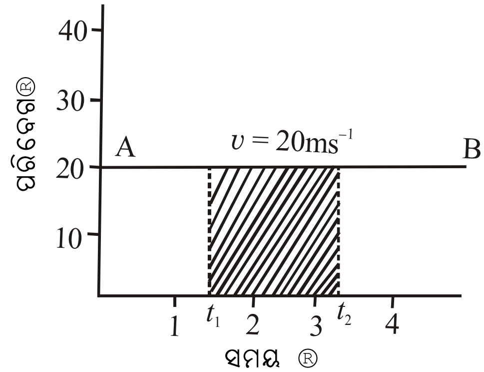


ଟିପ୍ପଣୀ

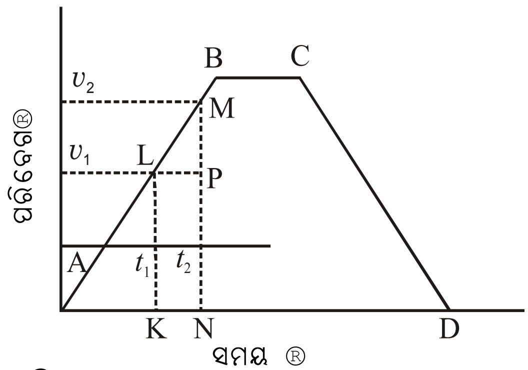
2.3 ପରିବେଗ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍

2.3.1 ଅସମ ଗତି ପାଇଁ ପରିବେଗ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍

ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ ସମଗତିରେ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହେ ଅର୍ଥାତ୍ ସମୟ ଅନୁଯାୟୀ ଏହାର ପରିବେଗ ବଦଳେ ନାହିଁ । ଏପରି ସମଗତି ପାଇଁ ଚିତ୍ରରେ ଦର୍ଶାଯାଇ ଥିବା ଭଳି ପରିବେଗ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ସମୟ ଅକ୍ଷ ସହ ଏକ ସମାନ୍ତର ସରଳରେଖା ହୁଏ ।



ଚିତ୍ର: 2.6 ସମଗତି ପାଇଁ ପରିବେଗ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍



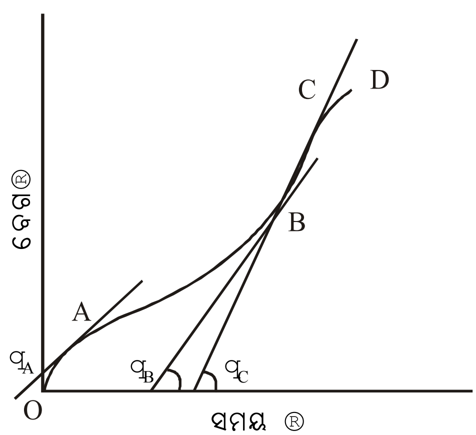
ଚିତ୍ର : 2.7 ବିଭିନ୍ନ ସମ ତ୍ୱରଣରେ ଥିବା ବସ୍ତୁର ଗତି ପାଇଁ ତିନୋଟି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଅବସ୍ଥାନରେ ପରିବେଗ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍

2.3.2 ଅସମ ଗତି ପାଇଁ ପରିବେଗ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍

ଯଦି ସମୟ ସହିତ ଏକ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ସମ ଭାବରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ, ଏହାର ତ୍ୱରଣ ସ୍ଥିର ଅଟେ । ଏପରି ଗତି ପାଇଁ ପରିବେଗ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ସମୟ ଅକ୍ଷ ସହ ଆନତ ଥିବା ଏକ ସରଳରେଖା । ଏହା ଚିତ୍ର 2.7 ରେ AB ସରଳରେଖା ଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଉକ୍ତ ଗ୍ରାଫ୍‌ରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ ସମାନ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ବସ୍ତୁଟିର ପରିବେଗ ସମପରିମାଣର ବୃଦ୍ଧିପାଏ । ଏଠାରେ ବସ୍ତୁଟିର ମାଧ୍ୟ ତ୍ୱରଣ ନିମ୍ନଭଳି ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

$$\bar{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{MP}{LP}$$

= ସରରେଖାଟିର ନତି



ଚିତ୍ର - 2.8 ବିଭିନ୍ନ ତ୍ୱରଣ ସହ ଗତି ପାଇଁ ପରିବେଗ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍

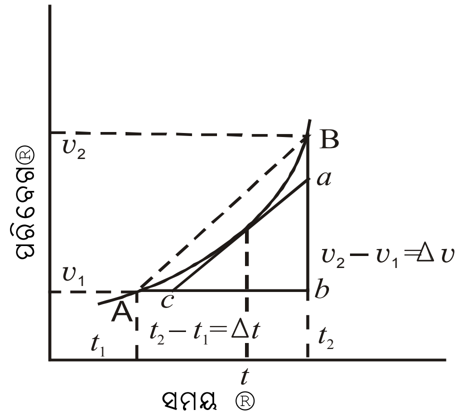
ଯେହେତୁ ସରରେଖାଟିର ନତି (slope) ସ୍ଥିର ଅଟେ, ତେଣୁ ବସ୍ତୁଟିର ମାଧ୍ୟ ତ୍ୱରଣ ସମାନ । ଏହା ମଧ୍ୟ ସମ୍ଭବ ଯେ ପରିବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର ସମାନ ନ ହୋଇପାରେ । ଏପରି ଗତିକୁ ଅସମଭାବେ ତ୍ୱରିତ ଗତି କୁହାଯାଏ । ଏପରି ସ୍ଥଳେ ଚିତ୍ର 2.୪ ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଭଳି ପରିବେଗ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ନତି ପ୍ରତି ମୁହୂର୍ତ୍ତରେ ବଦଳି ଥାଏ । ଯାହା ଏଥିରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ଯେ A,B ଓ C ବିନ୍ଦୁମାନଙ୍କରେ q_A, q_B, q_C ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ।

2.3.3 ପରିବେଗ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ବ୍ୟାଖ୍ୟା

ପରିବେଗ - ସମୟ $(\upsilon - t)$ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ସହାୟତାରେ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ଏବଂ ଭିନ୍ନ, ଭିନ୍ନ କ୍ଷଣରେ ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ ଜାଣି ହୁଏ । ଏହା କିପରି କରାଯାଏ, ଦେଖିବା ।

(a) ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ :

ଚିତ୍ର 2.7 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରିବେଗ ତ୍ୱରଣ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ବିଚାରକୁ ନେବା । ଏହି ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ AB ଅଂଶଟି ସ୍ଥିର ତ୍ୱରଣ ବିଶିଷ୍ଟ ଗତିକୁ ସୂଚାଏ ଏବଂ CD ଅଂଶଟିରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ ବସ୍ତୁଟିର ଗତି ସମାନ ଭାବେ ମନ୍ଦିତ ହୋଇଛି । BC ଅଂଶଟି ବସ୍ତୁଟିର ସମଗତିକୁ ହିଁ ସୂଚାଏ (ଶୂନ୍ ତ୍ୱରଣ ସହ ଗତି) ।



ଚିତ୍ର - 2.9 ଅସମଭାବେ ତ୍ୱରିତ ଗତି ପାଇଁ ପରିବେଗ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍

ସମଗତି ପାଇଁ t_1 ରୁ t_2 ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = $s = \upsilon(t_2 - t_1) = t_1$ ଓ t_2 ମଧ୍ୟରେ ପରିବେଗ-ତ୍ୱରଣ ବକ୍ରଲେଖର ତଳେ ରହିଥିବା କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ (ଚିତ୍ର - 2.6 ରେ ଚିହ୍ନିତ କ୍ଷେତ୍ର) । ସେହିଭଳି ଆମେ ଦେଖି ପାରିବା ଯେ ଚିତ୍ର 2.7 ରେ t_1 ଓ t_2 ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ହେଉଛି

S = KLMN ଟ୍ରାପିଜିୟମ୍‌ର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

$$= \frac{1}{2}(KL + MN) \times KN$$

$$= \frac{1}{2}(\upsilon_1 + \upsilon_2) \times (t_2 - t_1)$$

(b) ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ :

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ ହେଉଛି ସମୟ ସହିତ ଏହାର ପରିବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନର ହାର ।

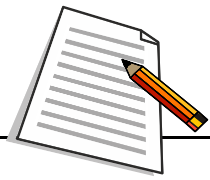
ଚିତ୍ର - 2.9 ରେ ଦତ୍ତ ପରିବେଗ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟିରୁ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଏଠାରେ ବସ୍ତୁଟିର ହାରାହରି ତ୍ୱରଣ ହେଉଛି
AB ଚାପର ନତି । ଅର୍ଥାତ୍

ମାଧ୍ୟ ତ୍ୱରଣ $(\bar{a}) = \frac{\Delta\upsilon}{\Delta t} = \frac{\upsilon_2 - \upsilon_1}{t_2 - t_1}$

ଯଦି ସମୟ ଅନ୍ତରାଳ Dt କୁ ଅତ୍ୟଧିକ କମ୍ କରାଯାଏ, ତେବେ ହାରାହାରି ତ୍ୱରଣ ସ୍ଥାନରେ ତାତ୍‌କ୍ଷଣିକ ତ୍ୱରଣ ମିଳେ । ଅର୍ଥାତ୍

$a = \Delta t \xrightarrow{\text{Limit}} 0 \frac{\Delta\upsilon}{\Delta t} = \frac{d\upsilon}{dt} =$ ସମୟ t ରେ ଅଙ୍କିତ ସ୍ପର୍ଶକର ନତି $= \frac{ab}{bc}$

ତେଣୁ ପରିବେଗ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ର କୌଣସି ଏକ ବିନ୍ଦୁରେ ଅଙ୍କିତ ସ୍ପର୍ଶକର ନତି ସେହି ବିନ୍ଦୁ ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କ୍ଷଣରେ (ସମୟରେ) ବସ୍ତୁଟିର ତ୍ୱରଣ ସୂଚାଏ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

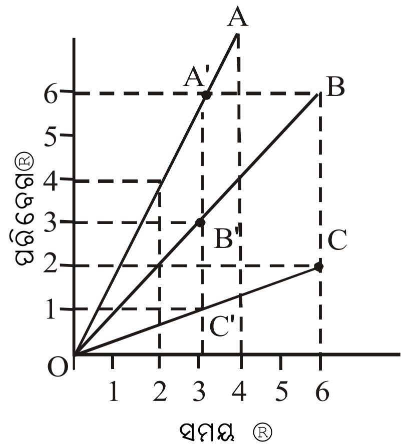
ଉଦାହରଣ - 2.7 ଚିତ୍ର 2.9 (a) ରେ A, B ଓ C ନାମକ ତିନୋଟି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁ ପାଇଁ ପରିବେଗ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

(i) କେଉଁ ବସ୍ତୁଟିର ତ୍ୱରଣ ସର୍ବାଧିକ ଏବଂ ଏହା କେତେ ?

(ii) ପ୍ରଥମ 3s ରେ ଏହି ବସ୍ତୁମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ହିସାବ କର ।

(iii) ଏହି ତିନୋଟି ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ସେମାନଙ୍କର ଯାତ୍ରା ଶେଷ ବେଳକୁ ସର୍ବାଧିକ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରେ ।

(iv) $t = 2s$ ବେଳେ ସବୁ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ପରିବେଗ କେତେ ?



ଚିତ୍ର - 2.9 (a) ସମତ୍ୱରିତ ଗତି ବିଶିଷ୍ଟ ତିନୋଟି ଭିନ୍ନ, ଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁ ପାଇଁ ପରିବେଗ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍

ସମାଧାନ :

ଯେହେତୁ ବସ୍ତୁ A ପାଇଁ $J - t$ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ନତି ସର୍ବାଧିକ, ତେଣୁ A ର ତ୍ୱରଣ ସର୍ବାଧିକ ।

ଏହି $a = \frac{\Delta \upsilon}{\Delta t} = \frac{6-0}{3-0} = \frac{6}{3} = 2ms^{-2}$

(ii) ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା $\upsilon = t$ ଗ୍ରାଫ୍‌ର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ସହ ସମାନ

\ ପ୍ରଥମ 3s ରେ A ଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = OA/L ର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

$$= \frac{1}{2} \times 6 \times 3 = 9m$$

ପ୍ରଥମ 3s ରେ B ଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = OB/L ର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

$$= \frac{1}{2} \times 3 \times 3 = 4.5m$$

ପ୍ରଥମ 3s ରେ C ଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = OC/Lର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ =

$$= \frac{1}{2} \times 1 \times 3 = 1.5m$$

(iii) ଯାତ୍ରା ଶେଷ ବେଳକୁ B ଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ସର୍ବାଧିକ $= \frac{1}{2} \times 6 \times 6 = 18m$

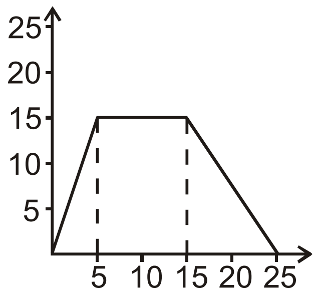
(iv) ଯେହେତୁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ପାଇଁ $\upsilon - t$ ଗ୍ରାଫ୍ ସରଳରେଖା ଅଟେ, ତେଣୁ ତାତ୍‌କ୍ଷଣିକ ତ୍ୱରଣ ଓ ମାଧ ତ୍ୱରଣ ପରସ୍ପର ସମାନ ।

2s ରେ A ର ପରିବେଗ = 4 ms^{-1}

2s ରେ B ର ପରିବେଗ = 2 ms^{-1}

2s ରେ C ର ପରିବେଗ = 0.8 ms^{-1}

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ 2.3



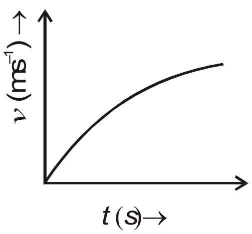
1. ଏକ ସରଳରେଖାରେ ଗତିଶୀଳ ଏକ କଣିକାର ଗତି ସଂଲଗ୍ନ $\upsilon - t$ ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

(i) କଣିକାଟିର ପରିବେଗ, ତ୍ୱରଣ ଏବଂ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ପରିପ୍ରେକ୍ଷୀରେ ଏହାର ଗତି ବର୍ଣ୍ଣନା କର ।

....

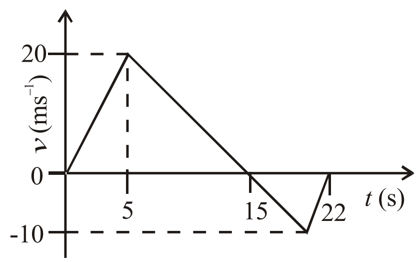
(ii) ଏହାର ହାରାହାରି ବେଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

....



2. ସମଗତି, ତ୍ୱରିତ ଗତି କିମ୍ବା ମନ୍ଦିତ ଗତି ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟିକୁ ସଂଲଗ୍ନ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ସୂଚାଏ ? ତୁମ ଉତ୍ତର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କର ।

....



3. ସଂଲଗ୍ନ ଗ୍ରାଫ୍‌କୁ ବ୍ୟବହାର କରି 0 ରୁ 22 ସେକେଣ୍ଡ୍ ସମୟାନ୍ତର ପାଇଁ କଣିକାଟିର

(i) ମାଧ୍ୟ ପରିବେଗ ଓ (ii) ମାଧ୍ୟ ବେଗ କଳନା କର । ଦତ୍ତ କଣିକାଟି ସମଗ୍ର ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ସରଳ ରେଖାରେ ଗତି କରୁଛି ।

....

2.4 ଗତି ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ସମୀକରଣ

ତୁମେ ବର୍ତ୍ତମାନ ଜାଣିଲ ଯେ ଏକ ବସ୍ତୁର ଗତି ବର୍ଣ୍ଣନା କରିବା ପାଇଁ ଦୂରତା, ପରିବେଗ ଓ ତ୍ୱରଣ ଇତ୍ୟାଦି ଭୌତିକ ରାଶିଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ସମ ତ୍ୱରଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ବସ୍ତୁଟିର ହେଉଥିବା ପରିବେଗ ଓ ଏହା ଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତାକୁ ତିନୋଟି ସମୀକରଣ ମଧ୍ୟରୁ ଏକ କିମ୍ବା ଏକାଧିକ ବ୍ୟବହାର କରି କଳନା କରାଯାଇ ପାରିବ । ଏହି ସମୀକରଣ ଗୁଡ଼ିକୁ ସ୍ଥିର ତ୍ୱରଣ ପାଇଁ ଗତିର ସମୀକରଣ ବା ଶୁଦ୍ଧଗତି (Kinematic) ସମୀକରଣ କୁହାଯାଏ । ଏଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟବହାର କରିବା ସହଜ ଏବଂ ଏଗୁଡ଼ିକର ଅନେକ ଉପଯୋଗ ରହିଛି ।

2.4.1 ସମଗତିର ସମୀକରଣ (Equation of Uniform motion)

ଏହି ସମୀକରଣ ଗୁଡ଼ିକର ବ୍ୟୁତ୍ପନ୍ନ ପାଇଁ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ସମୟ ଅର୍ଥାତ୍ ଗତି ଆରମ୍ଭ ବେଳର ସମୟ t_1 କୁ ଶୂନ୍ ନିଆଯାଏ, ie. $t_1 = 0$ । ଗତିର ଶେଷ ବେଳର ସମୟ $t_2 = t$ ହେଉ । ତେଣୁ ଆମେ କହିପାରିବା, ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ସମୟ $= t_2 - t_1 = t - 0 = t$ ବସ୍ତୁଟିର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାନ ଓ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ ଯଥାକ୍ରମେ x_0 ଓ υ_0 ହେଉ । t ସମୟ ପରେ ଏହି ଦୁଇ ରାଶି ଯଥାକ୍ରମେ x_2 ଓ υ_2 ହୁଅନ୍ତୁ ।

ସମୀକରଣ 2.1 ଅନୁସାରେ, t ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ବସ୍ତୁଟିର ହାରାହାରି ପରିବେଗ

$$= \bar{\upsilon} = \frac{x - x_0}{t} \qquad \text{.......... (2.4)}$$

ଟିପ୍ପଣୀ

2.4.2 ସମଭାବରେ ତ୍ୱରିତ ଗତି ନିମିତ୍ତ ପ୍ରଥମ ସମୀକରଣ

ଦତ୍ତ ତ୍ୱରଣ ପାଇଁ ସମଭାବରେ ତ୍ୱରିତ ଗତି ନିମିତ୍ତ ପ୍ରଥମ ସମୀକରଣଟି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ପରେ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ । ସଂଜ୍ଞାନୁଯାୟୀ ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ

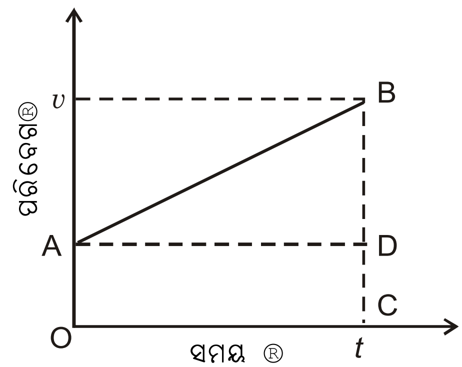
ତ୍ୱରଣ $(a) = \dfrac{\text{ପରିବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ}}{\text{ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ସମୟ}} = \dfrac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$

ଯଦି $t_1 = 0$ ବେଳେ $v_1 = v_0$ ହୁଏ ଏବଂ

$t_2 = t$ ବେଳେ $v_2 = v$ ହୁଏ,

ତେବେ $a = \dfrac{v - v_0}{t}$ (2.5)

$\Rightarrow v = v_0 + at$ ....(2.6)



ଚିତ୍ର - 2.10 ସମଭାବେ ତ୍ୱରିତ ଗତି ପାଇଁ $v - t$ ଗ୍ରାଫ୍

ଉଦାହରଣ 2.8 :

ଯଦି ଏକ କାର୍ ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରୁ 10 ms^{-2} ତ୍ୱରଣରେ ଯାତ୍ରା କରେ, ତେବେ 5s ପରେ ତାହାର ପରିବେଗ କେତେ ହେବ ?

ସମାଧାନ : ଦତ୍ତ ଯେ - ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ $v_0 = 0$

ତ୍ୱରଣ $a = 10\ ms^{-2}$, ସମୟ $t = 5$ s

ତେଣୁ ଗତିର ପ୍ରଥମ ସମୀକରଣରୁ ଆମେ ପାଇବା

$v = v_0 + at = 0 + 10\ ms^{-2} \times 5s$

$= 50\ ms^{-1}$

2.4.2 ସମତ୍ୱରିତ ଗତିର ଦ୍ୱିତୀୟ ସମୀକରଣ

ଏକ ସମତ୍ୱରଣ a ରେ ଗତିଶୀଳ ଏକ ବସ୍ତୁର t ସମସ୍ତ ପରେ ଅବସ୍ଥାନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ସମୀକରଣଟି ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

ମନେକର $t = 0$ ବେଳେ $x_1 = x_0$, $v_1 = v_2$ ଏବଂ $t = t$ ବେଳେ

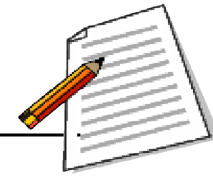
$x_2 = x$ ଓ $v_2 = v$

ଏ ସମସ୍ତ ତଥ୍ୟରୁ ଆମେ ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ଟାଣି ପାରିବା (ଚିତ୍ର - 2.10)

ବସ୍ତୁଟି ଅତିକ୍ରମ କରିଥିବା ଦୂରତା = $v - t$ ଗ୍ରାଫ୍ ତଳେ ଥିବା କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

= OABC ଟ୍ରାପିଜିୟମର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

$= \dfrac{1}{2}(CB + OA) \times OC$



ଟିପ୍ପଣୀ

Þ $x - x_0 = \frac{1}{2}\ (v + at + v_0)\ t$

$\because v = v_0 + at$, ତେଣୁ ଆମେ ଲେଖିପାରିବା,

Þ $x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2}\ at^2$ .... (2.7)

ଉଦାହରଣ 2.9 :

ଏକ କାର୍ A ଏକ ସଳଖ ରାସ୍ତାରେ 60 km h^{-1} ବିଶିଷ୍ଟ ସମପରିବେଗରେ ଗତି କରୁଛି । କାର୍ B ଟି 70 km h^{-1} ବିଶିଷ୍ଟ ସମ ପରିବେଗରେ କାର୍ A ପଛରେ ଆସୁଛି । ଯେତେବେଳେ ଏ ଦୁଇଟି କାର୍ ମଧ୍ୟରେ ବ୍ୟବଧାନ 2.5km ହୁଏ, ଠିକ୍ ସେତିକି ବେଳେ କାର୍ B ରେ ମନ୍ଦନ 20 km h^{-2} ହୁଏ । ତେବେ କେଉଁ ଦୂରତା ଓ ସମୟରେ କାର୍ B କାର୍ A କୁ ଭେଟିବ ?

ସମାଧାନ : ମନେକର କାର୍ B ଟି କାର A କୁ t ସମୟ ପରେ x ଦୂରତାରେ ଭେଟିବ ।

t ସମୟରେ A ଅତିକ୍ରମ କରିଥିବା ଦୂରତା = $x = 60\ t$

t ସମୟରେ B ଅତିକ୍ରମ କରିଥିବା ଦୂରତା = $x' = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$

$= 0 + 70t + \frac{1}{2}(-20)t^2$

Þ $x' = 70t - 10t^2$ .... (2.8)

କିନ୍ତୁ ପ୍ରଶ୍ନାନୁସାରେ ଦୁଇ କାର୍ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା = $x' - x = 2.5$

\ $70t - 10t^2 - 60t = 2.5$ Þ $-10t^2 + 10t - 2.5 = 0$

Þ $10t^2 - 10t + 2.5 = 0$

ଏହି ଦ୍ୱିଘାତ ସମୀକରଣଟିର ସମାଧାନରୁ ମିଳେ

$t = \frac{1}{2}$ ଘଣ୍ଟା

\ $x = 70t - 10t^2$

$= 70 \times \frac{1}{2} - 10 \times \frac{1}{4}$

$= 35 - 2.5 = 32.5$ km.

2.4.4 ସମ ତ୍ୱରିତ ଗତିର ତୃତୀୟ ସମୀକରଣ :

ଯେଉଁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ, ଅବସ୍ଥାନ ଓ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ ଜଣାଥାଏ, କିନ୍ତୁ ସମୟ t ଜଣା ନଥାଏ, ସେହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ ଜାଣିବା ପାଇଁ ସମତ୍ୱରିତ ଗତିର ତୃତୀୟ ନିୟମ ଆବଶ୍ୟକ ପଡ଼େ ।

ସମୀକରଣ 2.7 ରୁ ଆମେ ଜାଣିଛେ $x - x_0 = \frac{1}{2}\ (v + v_0)\ t$

ସମୀକରଣ (2.6) ଅନୁଯାୟୀ ଆମେ ଦେଖୁ $t = \frac{v - v_0}{a}$

ଟିପ୍ପଣୀ

ଏହାକୁ ଉପରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ବ୍ୟଞ୍ଜକରେ ବ୍ୟବହାର କଲେ ଆମେ ପାଇବା,

$$x - x_0 = \frac{1}{2}\,(\upsilon + \upsilon_0)\left(\frac{\upsilon - \upsilon_0}{a}\right)$$

Þ $2(x - x_0)a = (\upsilon^2 = \upsilon_0^{\,2})$

Þ $\upsilon^2 = \upsilon_0^{\,2} + 2a(x - x_0)$ ...... (2.8)

ସମୀକରଣ (2.8) କୁ ଗତିର ତୃତୀୟ ସମୀକରଣ କୁହାଯାଏ । ଏଣୁ ସମାନ ତ୍ୱରଣ ପାଇଁ ଗତିର ତିନୋଟି ସମୀକରଣ ହେଉଛି

$$\upsilon = \upsilon_0 + at$$

$$x = x_0 + \upsilon_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

$$\upsilon^2 = \upsilon^2 + 2a(x - x_0)$$

ଉଦାହରଣ 2.10 :

ସିଧା ସଡ଼କରେ ଜଣେ ମୋଟର ସାଇକେଲ ଆରୋହୀ $4\,ms^{-2}$ ବିଶିଷ୍ଟ ସମାନ ତ୍ୱରଣରେ ଯାଉଛି । ଯାତ୍ରା ଆରମ୍ଭରେ ସେ 5 ମିଟର ଦୂରରେ ଥିଲେ ଏବଂ ତାଙ୍କର ପରିବେଗ $3\,ms^{-1}$ ଥିଲା । ତେବେ (i) t = 2s ବେଳେ ତାଙ୍କର ଅବସ୍ଥାନ ଓ ପରିବେଗ ହିସାବ କର ।

(ii) ପରିବେଗ $5\,ms^{-1}$ ଥିବା ବେଳେ ମୋଟର ସାଇକେଲ ଆରୋହୀର ଅବସ୍ଥାନ ହିସାବ କର ।

ସମାଧାନ : ଦତ୍ତ : $x_0 = 5m$, $\upsilon_0 = 3\,ms^{-1}$, $a = 4\,ms^{-2}$

(i) ସମୀକରଣ 2.7 ବ୍ୟବହାର କଲେ ଆମେ ପାଇବା

$$x = x_0 + \upsilon_0 t + \frac{1}{2}at^2$$

$$= 5 + 3 \times 2 + \frac{1}{2} \times 4 + (2)^2$$

$$= 5m + 6m + 2 \times 4m = 19m$$

ସମୀକରଣ 2.6 ରୁ

$$\upsilon_0 + at = 3 + 4 \times 2 = 11\ ms^{-1}$$

ପରିବେ $\upsilon = 11\ ms^{-1}$

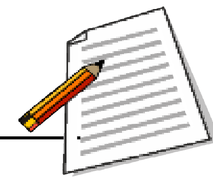
(ii) ସମୀକରଣ $\upsilon^2 + \upsilon_0^{\,2} + 2a(x - x_0)$ ବ୍ୟବହାର କରି Þ $(5)^2 = (3)^2 + 2 \times 4 \times (x-5)$

Þ $(5)^2 = (3)^2 + 8 \times (x-5)$

\ ଏହାର ସମାଧାନରୁ ମିଳିଥାଏ

x = 7 ମିଟର

\ ଏଥିରୁ ମିଳେ ଯେ - ମୋଟର ସାଇକେଲ ଆରୋହୀଙ୍କର ଅବସ୍ଥାନ 7m ଅଟେ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

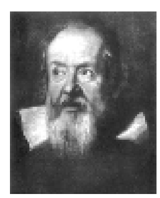
2.5 ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ଗତି (Motion under gravity)

ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ ଯେ ଉପରକୁ ବସ୍ତୁଟିଏ ପକାଇଲେ କିମ୍ବା କିଛି ଉଚ୍ଚଜାଗା ଉପରୁ ବସ୍ତୁଟିଏ ଛାଡ଼ି ଦେଲେ, ସେ ସବୁ ଭୂପୃଷ୍ଠକୁ ଫେରି ଆସନ୍ତି । ସେଗୁଡ଼ିକ କାହିଁକି ସେପରି ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠକୁ ଆସନ୍ତି ଏବଂ ସେଗୁଡ଼ିକର ଗତିପଥ କିପରି ହୁଏ ତୁମେ ଜାଣ କି ?

ସେହି ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକ ଉପରେ ପୃଥିବୀର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳଯୋଗୁଁ ଏପରି ଘଟିଥାଏ । ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ଭୂଲମ୍ବ ଦିଗରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୁଏ । ତେଣୁ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ଗତି ସରଳରୈଖିକ ହୋଇଥାଏ । ଏହା ଏକ-ବିମିତୀୟ ଗତି ଅଟେ । **ପୃଥିବୀର କେନ୍ଦ୍ରାଭିମୁଖୀ ଯେ କୌଣସି ବସ୍ତୁର ମୁକ୍ତ ପତନ ସ୍ଥିର ତ୍ୱରଣ ବିଶିଷ୍ଟ ଗତିର ଅନ୍ୟତମ ସାଧାରଣ ଉଦାହରଣ ।** ବାୟୁର ପ୍ରତିରୋଧ ନଥିଲେ କିମ୍ବା ଏହି ପ୍ରତିରୋଧ ନଗଣ୍ୟ ହୋଇଥିଲେ ଦେଖାଯାଏ ଯେ ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ସେମାନଙ୍କର ଆକାର ଏବଂ ଓଜନ ନିର୍ବିଶେଷରେ ସମାନ ତ୍ୱରଣରେ ନିମ୍ନାଭିମୁଖୀ ଗତି କରିଥାଆନ୍ତି । ଯଦିଓ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ତ୍ୱରଣ ଉଚ୍ଚତା ଅନୁସାରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ, ପୃଥିବୀର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ତୁଳନାରେ କମ୍ ଦୂରତା ପାଇଁ ଏହି ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ତ୍ୱରଣକୁ ପତନ ସମୟରେ ସର୍ବତ୍ର ସମାନ ବୋଲି ଧରି ନିଆଯାଇପାରେ । ଆମର ସମସ୍ତ ବ୍ୟାବହାରିକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବାୟୁର ପ୍ରତିରୋଧକୁ ନଗଣ୍ୟ ଧରାଯାଇଅଛି ।

ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଯୋଗୁଁ ମୁକ୍ତ ଭାବରେ ପଡୁଥିବା ଏକ ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣକୁ g ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଏ । ଭୂପୃଷ୍ଠରେ କିମ୍ବା ଭୂପୃଷ୍ଠ ନିକଟରେ ଏହାର ପରିମାଣ ପ୍ରାୟ 9.8 ms^{-2} ଅଟେ । ଏହି ପୁସ୍ତକର ପଞ୍ଚମ ଅଧ୍ୟାୟରେ g ର ଅଧିକ ନିର୍ଭୁଲ ମୂଲ୍ୟ ଏବଂ ଉଚ୍ଚତା ଓ ଅକ୍ଷାଂଶର ପରିବର୍ତ୍ତନ ସହ ଏହାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଇତ୍ୟାଦି ବିସ୍ତୃତ ଭାବେ ଆଲୋଚନା କରାଯିବ ।

ଗାଲିଲିଓ ଗାଲିଲି (1564 - 1642)



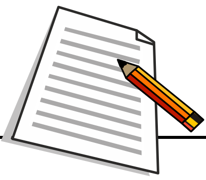
ସେ 1564 ରେ ଇଟାଲୀର ପିସା ଠାରେ ଜନ୍ମ ଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ପ୍ରଭାବରେ ପଡୁଥିବା ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକ ପାଇଁ ନିୟମ ପ୍ରତିପାଦନ କରିଥିଲେ । ସେ ଏକ ଟେଲିସ୍କୋପ୍ ପସ୍ତୁତ କରିଥିଲେ ଏବଂ ଏହାକୁ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀୟ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ନିମିତ୍ତ ବ୍ୟବହାର କରିଥିଲେ । ମୁଖ୍ୟ ଅବଦାନ ଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି : "ଡାଏଲଗ୍ସ୍ ଆବାଉଟ୍ ଦି ଟୁ ଗ୍ରେଟ୍ ସିଷ୍ଟମ୍ସ୍ ଅଫ୍ ଦ ୱରର୍ଲ୍ଡ୍ (Dialogues about two great systems of the world)" ଏବଂ "କନ୍‌ଭରସେସନ୍ସ୍ କନସର୍ନିଂ ଟୁ ନିଉ ସାଇନ୍‌ସେସ୍ (Conversations concerning Two New Sciences)" । "ପୃଥିବୀ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଚାରିପଟେ ପରିକ୍ରମଣ କରେ" ମତବାଦର ସେ ଥିଲେ ଅନ୍ୟତମ ସମର୍ଥକ ।

ଉଦାହରଣ - 2.11 :

ଖଣ୍ଡେ ପଥର 50m ଉଚ୍ଚତାରୁ ପକାଯାଇଛି ଏବଂ ଏହା ମୁକ୍ତ ଭାବରେ ପଡୁଛି । କଳନା କର (i) ଏହା 2s ରେ କେତେ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରେ, (ii) ଭୂପୃଷ୍ଠ ସ୍ପର୍ଶ କରିବା ବେଳେ ଏହାର ପରିବେଗ କେତେ ଏବଂ (iii) ପଡ଼ିବା ଆରମ୍ଭ ପରେ 3s ପରେ ଏହାର ପରିବେଗ କେତେ ।

ସମାଧାନ : ଦତ୍ତ ଯେ ଉଚ୍ଚତା $h = 50\text{m}$

ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ = $v_0 = 0$



ଟିପ୍ପଣୀ

ମନେକର ଏହାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାନ (y_0) ଶୂନ୍ ଏବଂ ଯାତ୍ରାରମ୍ଭର ସ୍ଥଳ ହେଉଛି ମୂଳ ବିନ୍ଦୁ (Origin)

ଏଣୁ ଏହି ମୂଳ ବିନ୍ଦୁର ତଳକୁ ଥିବା y ଅକ୍ଷ (ଭୂଲମ୍ବ ଅକ୍ଷ) ନେଗେଟିଭ (negative) ହେବ ।

ଯେହେତୁ ତ୍ୱରଣର ଦିଗ ନିମ୍ନାଭିମୁଖୀ ଅର୍ଥାତ୍ –y ଦିଗରେ, ତେଣୁ $a = -g = -9.8\ ms^{-2}$

(i) ସମୀକରଣ 2.9 ଅନୁସାରେ

$$y = y_0 + \upsilon_0 + \frac{1}{2}at^2$$

ଦତ୍ତ ତଥ୍ୟ ଅନୁସାରେ ଆମେ ପାଉ $= 0+0-\ \frac{1}{2}gt^2$

$$= -\frac{1}{2} \times 9.8 \times (2)^2 = -19.6\ m$$

ନେଗେଟିଭ ଚିହ୍ନ ସୂଚାଏ ଯେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ମୂଳବିନ୍ଦୁର ନିମ୍ନରେ ତଳ ଦିଗରେ ।

(ii) ଭୂପୃଷ୍ଠରେ $y = -50m$

ଏଣୁ ସମୀକରଣ 2.8 ଅନୁଯାୟୀ $\upsilon^2 = \upsilon^2 + 2a(y-y_0)$

$$= 0 + 2(-9.8)(-50-0) = 980$$

$$\backslash\ \upsilon = \sqrt{980} = 31.3\ ms^{-1}$$

(iii) ସମୀକରଣ $\upsilon = \upsilon_0 + at$ ବ୍ୟବହାର କଲେ, $t = 3s$ ପରେ

$$\upsilon = 0 + (-9.8) \times 3 = -29.4\ ms^{-1}$$

ଅର୍ଥାତ୍ $t = 3s$ ପରେ ପଥରଟି ପରିବେଗ ନିମ୍ନମୁଖୀ ଏବଂ ଏହାର ପରିମାଣ ହେଉଛି $29.4\ ms^{-1}$ ।

ଟିପ୍ପଣୀ : ଏଠାରେ ଉଲ୍ଲେଖ ଯୋଗ୍ୟ ଯେ ଗତି ସମୀକରଣ ଗୁଡ଼ିକରେ ଆମକୁ କେତେକ ଚିହ୍ନରୀତି ପ୍ରଥା ଅନୁସରଣ କରିବାକୁ ହୁଏ । ତଦନୁଯାୟୀ ଉପରଆଡ଼କୁ କିମ୍ବା ଦକ୍ଷିଣ ଆଡ଼କୁ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ କରୁଥିବା ରାଶିଗୁଡ଼ିକୁ ପିଜିଟିଭ ଏବଂ ତଳଆଡ଼କୁ କିମ୍ବା ବାମ ଆଡ଼କୁ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ କରୁଥିବା ରାଶିଗୁଡ଼ିକୁ ନେଗେଟିଭ ହିସାବରେ ନିଆଯାଏ ।

ଏବେ ନିମ୍ନ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକର ସମାଧାନ କରିବା –

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ 2.4

1. ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରୁ ଆରମ୍ଭ କରି ଏକ ବସ୍ତୁ ଏକ ସରଳରେଖାରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତ୍ୱରଣ ସହିତ 4s ରେ 40m ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରେ । ଏହାର ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ ଏବଂ ସମଗ୍ର ଦୂରତାର ଅର୍ଦ୍ଧେକ ଅତିକ୍ରମ କରିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ସମୟ ହିସାବ କର ।

....

2. ସିଧା ରାସ୍ତାରେ କାର୍‌ଟିଏ $5\ ms^{-2}$ ବିଶିଷ୍ଟ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତ୍ୱରଣ ସହିତ ଯାଉଛି । ଏହାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ ଥିଲା $3\ ms^{-1}$ । $t = 2s$ ବେଳେ ଏହାର ଅବସ୍ଥାନ ଓ ପରିବେଗ ହିସାବ କର ।

....

3. କେତେ ପରିବେଗରେ ଏକ ବସ୍ତୁକୁ ଅଭିଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଉପରକୁ ପକାଗଲେ ଏହା 25m ଉଚ୍ଚତାକୁ ଉଠିବ ? କେତେ ସମୟ ପାଇଁ ଏହା ବାୟୁ ମଧ୍ୟରେ ରହିବ ?

....

4. ବାୟୁର ଏକ ପେଣ୍ଡୁକୁ ଉପରକୁ ଫିଙ୍ଗାଗଲା । ଫିଙ୍ଗା ଗଲାବେଳେ ଏହାର ତ୍ୱରଣ ବେଶୀ କିମ୍ବା ଫିଙ୍ଗିବା ପରେ ଏହାର ତ୍ୱରଣ ବେଶୀ, ଲେଖ ।

....

ଟିପ୍ପଣୀ

ତୁମେ କ'ଣ ଶିଖିଲ

- ଏକ ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନ ଏବଂ ଉକ୍ତ ବିସ୍ଥାପନ ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହୋଇଥିବା ସମୟର ଅନୁପାତକୁ ମାଧ୍ୟ ପରିବେଗ କହନ୍ତି ।
- ମାଧ୍ୟ ବେଗ ହେଉଛି ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ଓ ସେଥିପାଇଁ ଲାଗିଥିବା ସମୟର ହରଣଫଳ ।
- ଏକ ବସ୍ତୁର ତୁଳନାରେ ଅନ୍ୟ ଏକ ଦ୍ୱିତୀୟ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ଅବସ୍ଥାନର ପରିବର୍ତ୍ତନର ହାରକୁ ପ୍ରଥମ ବସ୍ତୁ ତୁଳନାରେ ଦ୍ୱିତୀୟ ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବେଗ କହନ୍ତି ।
- ଏକକ ସମୟରେ ପରିବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ତ୍ୱରଣ କହନ୍ତି ।
- ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରେ ଥିବା ଏକ ବସ୍ତୁ ପାଇଁ ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ସମୟ ଅକ୍ଷ ସହ ସମାନ୍ତର ଏକ ସରଳରେଖା ହୁଏ ।
- ସମଗତି ପାଇଁ ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟି ସମୟ ଅକ୍ଷ ପ୍ରତି ଆନତ ଏକ ସରଳରେଖା ହୁଏ ।
- ସମୟାନ୍ତର ଯେତେ କ୍ଷୁଦ୍ର ହେଲେ ବି, ସମାନ ସମୟାନ୍ତରରେ ସମାନ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରୁଥିବା ବସ୍ତୁର ଗତିକୁ ସମଗତି କହନ୍ତି ।
- ଏକ କଣିକାର ଗତି ସମୟର ଯେ କୌଣସି କ୍ଷଣରେ କିମ୍ବା ଗତି ପଥର ଯେ କୌଣସି ବିନ୍ଦୁରେ ଥିବା ପରିବେଗକୁ ଏହାର ତାତ୍‌କ୍ଷଣିକ ପରିବେଗ କହନ୍ତି ।
- ଏକ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତି-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ଆନତିକୁ ତାହାର ମାଧ୍ୟ ପରିବେଗ କହନ୍ତି ।
- ସମତ୍ୱରଣରେ ଗତିଶୀଳ ଏକ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ଟିରେ ସମୟ ଅକ୍ଷ ପ୍ରତି ଆନତ ଏକ ସରଳ ରେଖା ହୁଏ ।
- ପରିବେଗ – ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ତଳେ ରହିଥିବା କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବସ୍ତୁଟିର ବିସ୍ଥାପନ ହୁଏ ।
- ପରିବେଗ – ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ନତିରୁ ବସ୍ତୁଟିର ହାରାହାରି ତ୍ୱରଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।

- ନିମ୍ନସ୍ଥ ତିନୋଟି ସମୀକରଣ ଦ୍ୱାରା ଏକ ବସ୍ତୁର ଗତି ବର୍ଣ୍ଣନା କରାଯାଇ ପାରେ ।

  (i) $\upsilon_0 = \upsilon_0 + at$

  (ii) $x = x_0 + \upsilon_0 t + \frac{1}{2}at^2$

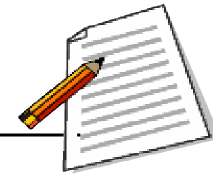
  (iii) $\upsilon^2 = \upsilon_0^{\,2} + 2a(x - x_0)$

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ମାଧ୍ୟ ବେଗ ଓ ମାଧ୍ୟ ପରିବେଗ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଲେଖ ।
2. ସିଧା ରାସ୍ତାରେ 65 kmh^{-1} ବେଗରେ ଯାଉଥିବା ଏକ କାର C ସେହି ରାସ୍ତାରେ 80 kmh^{-1} ବେଗରେ ସମାନ ଦିଗରେ ଯାଉଥିବା ଏକ ମୋଟର ସାଇକେଲ୍ M ଠାରୁ ଆଗରେ ଅଛି । C ତୁଳନାରେ M ର ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବେଗ କେତେ ହେବ ?
3. ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରେ ଥିବା ଏକ କାର୍ 2 ms^{-2} ରେ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ହେଲେ, 30m ଯିବା ପାଇଁ ଏହାକୁ କେତେ ସମୟ ଲାଗିବ, କଳନା କର ।
4. ଦୁଇଟି ସ୍ଥାନ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାର ପ୍ରଥମ ଅର୍ଦ୍ଧେକକୁ ଜଣେ ମୋଟର ସାଇକେଲ୍ ଆରୋହୀ 30 kmh^{-1} ବେଗରେ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟ ଅର୍ଦ୍ଧେକକୁ 60 kmh^{-1} ବେଗରେ ଅତିକ୍ରମ କରେ । ଉକ୍ତ ମଟର ସାଇକେଲ୍ର ହାରାହାରି ବେଗ କଳନା କର ।
5. ଶୀତଦିନ ପାଇଁ ଦକ୍ଷିଣ ଦିଗକୁ 20 kmh^{-1} ସ୍ଥିର ପରିବେଗରେ ଏକ ଜଳପକ୍ଷୀ 25 km ଦୂରତା ଉଡ଼ିବା ପାଇଁ କେତେ ସମୟ ନେବ ?
6. ଆକାଶ ପଥରେ ବାଙ୍ଗାଲୋର୍ ଠାରୁ ନୂଆଦିଲ୍ଲୀର ଦୂରତ୍ୱ 1200 km ଏବଂ ରେଳପଥରେ ଏହି ଦୂରତ୍ୱ ହେଉଛି 1500 km । ଯଦି ଉଡାଜାହାଜରେ ବାଙ୍ଗାଲୋର୍ରୁ ଦିଲ୍ଲୀ ଯିବା ପାଇଁ 2 h ଏବଂ ରେଳପଥରେ ଟ୍ରେନ୍ ଦ୍ୱାରା 20 h ସମୟ ଲାଗେ ତେବେ ଏହି ଉଭୟ ହାରାହାରି ବେଗର ଅନୁପାତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।
7. ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରୁ ଗତିକରି ଏକ କାର୍ ସିଧା ରାସ୍ତାରେ 50 kmh^{-1} ପରିବେଗକୁ 5s ରେ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ହୁଏ । ଏହାର ହାରାହାରି ତ୍ୱରଣର ପରିମାଣ କେତେ ?
8. 2.0 ms^{-1} ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ ଥିବା ଏକ ବସ୍ତୁ 3 ସେକେଣ୍ଡ୍ ପାଇଁ 8.0 ms^{-1} ହାରରେ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ହୁଏ ।

   (i) ତ୍ୱରଣ ହେଉଥିବା ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଏହା କେତେ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରେ ?

   (ii) ଯଦି ବସ୍ତୁଟି ପ୍ରଥମରୁ ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରେ ଥା'ନ୍ତା ତେବେ ଏହା କେତେ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିଥା'ନ୍ତା ?
9. ଏକ ଶୃଙ୍ଗ ଉପରୁ ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରେ ଥିବା ଏକ ବଲ୍ ତଳକୁ ଛାଡ଼ି ଦିଆଗଲା । ଶୃଙ୍ଗର ଶୀର୍ଷକୁ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ସ୍ତର (reference level -ଶୂନ୍) ଏବଂ ସେଠାରୁ ଉପର ଆଡ଼କୁ ପଜିଟିଭ ଦିଗ ବୋଲି ମନେକରି (i) ବିସ୍ଥାପନ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍, (ii) ଦୂରତା - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍, (iii) ପରିବେଗ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍ ଓ (iv) ବେଗ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍
10. h ଉଚ୍ଚତା ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଶୃଙ୍ଗ ଉପରୁ ପେଣ୍ଡୁଟିଏ υ_0 ପରିବେଗରେ ଭୂଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଉପରକୁ ପକାଗଲା ଏବଂ ଏହା କିଛି ସମୟ ପରେ ଶୃଙ୍ଗର ପାଦଦେଶରେ ପଡ଼ିଲା । ଶୃଙ୍ଗର ପାଦଦେଶକୁ ନିର୍ଦ୍ଦେଶସ୍ତର ମନେକରି ଏବଂ ସେଠାରୁ ଉପର ଆଡ଼କୁ ପଜିଟିଭ ଦିଗ ବୋଲି ଧରିନେଇ (i) ଦୂରତା - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍, (ii) ପରିବେଗ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍, (iii) ବିସ୍ଥାପନ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍ ଓ (iv) ବେଗ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍ ଗୁଡ଼ିକ ଅଙ୍କନ କର ।



ଟିପ୍ପଣୀ

11. 10 m/s ପରିବେଗରେ ଏକ ବସ୍ତୁ ସଧା ଉପରକୁ ପକାଗଲା । ଉଚ୍ଚତମ ବିନ୍ଦୁରେ ବସ୍ତୁଟିର ପରିବେଗ ଓ ତ୍ୱରଣ ର ମୂଲ୍ୟ କେତେ ହେବ ?
12. 10g ଓ 100g ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ ସମାନ ଉଚ୍ଚତାକୁ ତଳକୁ ପକାଗଲା । ଉଭୟ ବସ୍ତୁ ସମାନ ସମୟରେ ଭୂମି ସ୍ପର୍ଶ କରିବେ କି ? ତୁମ ଉତ୍ତରଟି ବୁଝାଅ ।
13. ସମଗତିରେ ଯାଉଥିବା ବସ୍ତୁକୁ ଏହାର ଗତିଦିଗ ପ୍ରତି ସମକୋଣରେ ଥିବା ଦିଗରେ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ କରାଗଲେ ଏହାର ସମଗତି କିପରି ପ୍ରଭାବିତ ହେବ ?
14. କୌଣସି ଏକ ମୁହୂର୍ତ୍ତରେ ପରିବେଗ - ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ଆନତି କ'ଣ ବୁଝାଏ ?

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକର ଉତ୍ତର

2.1

1. ହଁ, ଯେତେବେଳେ ବସ୍ତୁଟି ତାର ଆଦ୍ୟସ୍ଥିତିକୁ ଫେରି ଆସେ, ସେତେବେଳେ ଏହାର ପରିବେଗ ଶୂନ୍ ହୁଏ, କିନ୍ତୁ ବେଗ ଶୂନ୍ୟ ହୁଏ ନାହିଁ ।

2. ହାରାହାରି ବେଗ $= \dfrac{2+2}{\frac{2}{8}+\frac{2}{10}} = \dfrac{4}{9} \times 20 = \dfrac{80}{9} = 8.89\ \text{kmh}^{-1}$

   ହାରାହାରି ପରିବେଗ = 0

3. ହଁ, ସମାନ ଦିଗରେ ସମାନ ପରିବେଗ ସହ ଦୁଇଟି କାର୍ ଗତିଶୀଳ ଥିଲେ, ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଆପେକ୍ଷିକ ପରିବେଗ ଶୂନ୍ ହେବ ।

4. (a) $1\ \text{ms}^{-1}$ (b) $2\ \text{ms}^{-1}$

2.2

1. ଚିତ୍ର 2.2 ଦେଖ

2. (i) A (ii) B ଅଧିକ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରେ (iii) B, (iv) A,

   (v) ସେମାନେ ଯେତେବେଳେ ଯାତ୍ରା ଆରମ୍ଭ ସ୍ଥାନ B ଠାରୁ 3km ଦୂରରେ ଥାଆନ୍ତି ।

3. ସମ ଗତିରେ

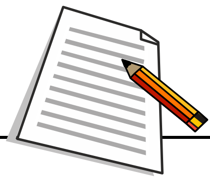
4. ଏହା ଭୁଲ୍, କାରଣ ସମୟ ଅନୁସାରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା କମି ପାରେ ନାହିଁ କିମ୍ବା ଶୂନ ହୁଏ ନାହିଁ ।

2.3

1. (i) ବସ୍ତୁଟି ଶୂନ୍ ପରିବେଗ ସହିତ ଯାତ୍ରା ଆରମ୍ଭ କରେ । ଯାତ୍ରାର ଆରମ୍ଭ ଓ ପଞ୍ଚମ ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ବସ୍ତୁଟିର ଗତି ସମଭାବରେ ତ୍ୱରିତ ହୁଏ । ଏହା OA ସରଳରେଖା ଦ୍ୱାରା ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଏଠାରେ ପରିବେଗ ସମଭାବରେ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ହେଉଛି ।

$$a = \frac{15-0}{5-0} = 3\ \text{ms}^{-2}$$

ଏହାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ ଶୂନ୍ ଏବଂ 5 ସେକେଣ୍ଡ୍ ପରେ ପରିବେଗ 15ms^{-1} ହେବ । 5s ରୁ 15s ମଧ୍ୟରେ ପରିବେଗ ସମାନ ରହିବ ଓ ତ୍ୱରଣ ଶୂନ୍ ହେବ । 15s ରୁ 25s ମଧ୍ୟରେ ପରିବେଗ ସମଭାବରେ ମନ୍ଦିତ ହୋଇ କ୍ରମଶଃ ଶୂନ୍ ହେବ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ଯାତ୍ରା ଆରମ୍ଭରୁ 5s ମଧ୍ୟରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = $s_1 = 0 + \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 25 = 37.5$ m

5s ରୁ 15s ମଧ୍ୟରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = 15 m/s x 10

ଏହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ $a = 0\ ms^{-2}$= 150 m

ଏବଂ ପରିବେଗ ପ୍ରତି ମୁହୂର୍ତ୍ତରେ 15 ms^{-1}

15s ରୁ 25s ମଧ୍ୟରେ ପରିବେଗ ସମଭାବରେ ମନ୍ଦିତ ହେବ

ଏହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ତ୍ୱରଣ $a = \frac{0-15}{25-15} = \frac{-15}{10}\ ms^{-2}$

ଏବଂ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = $15 \times 10 + \frac{1}{2}(-\frac{3}{2}) \times 100 = 150 - 75 = 75$ m

(ii) ମାଧ୍ୟ ବେଗ = ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ମୋଟ ଦୂରତା / ମୋଟ ସମୟ

$$= \frac{37.5m + 150m + 75}{25} = \frac{262.5}{25} = 10.5\ ms^{-1}$$

2. ଏହା ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଗତି, କାରଣ ଏଠାରେ ପରିବେଗ କ୍ରମଶଃ ସମୟ ଅନୁସାରେ ବୃଦ୍ଧିପ୍ରାପ୍ତ ହେଉଛି ।

3.(i) ଏହି ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ ମୋଟ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = $\frac{1}{2} \times 15 \times 20 + \frac{1}{2} \times 7 \times 10$

$= 150 + 35 = 185m$

ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ମୋଟ ସମୟ = 22s

\ ହାରାହାରି ବେଗ = $\frac{185}{22}$ m/s = 8.4 ms^{-1}

ଏହି ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ ମୋଟ ବିସ୍ଥାପନ = $\frac{1}{2} \times 20 \times 15 - \frac{1}{2} \times 10 \times 7 = 150 - 35 = 115m$

\ ହାରାହାରି ପରିବେଗ = $\frac{115}{22} = 5.22\ ms^{-1}$

2.4

1. ଏଠାରେ $\upsilon_0 = 0\ ms^{-1}$, $x = 40m$, $t = 4s$

$\because x = \upsilon_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 0 \times 4 + \frac{1}{2} a \times (4)^2 = 0 + 8a$

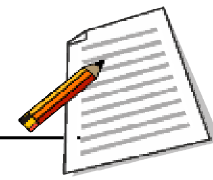
ie. $40 = 8a$ \ $a = 5\ ms^{-2}$

\ $\upsilon = \upsilon_0 + at = 0 + 5 \times 4 = 20\ ms^{-1}$

ପୂର୍ଣ୍ଣ ଦୂରତାର ଅର୍ଦ୍ଧେକ = $\frac{40m}{2}$ = 20 m

\ $20m = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 5 \times t^2 = \frac{5}{2}t^2$

\ $t^2 = \frac{20 \times 2}{5} = 8$ \ $t = 2\sqrt{2}$ s



ଟିପ୍ପଣୀ

2. ଏଠାରେ $a = 5\ ms^{-2}$

ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାନ 5m ବେଳେ $\upsilon_0 = 3\ ms^{-1}$, $t = 0$ ଏବଂ $x_0 = 5m$

At $t = 2s$,

$$\upsilon = \upsilon_0 + at = 3\ ms^{-1} + 5\ ms^{-2} \times 2s$$

$$= 3\ ms^{-1} + 10\ ms^{-1} = 13 ms^{-1}$$

$$x = x_0 + \upsilon_0 t + \frac{1}{2}at^2 = 5 + 3 \times 2 + \frac{1}{2} \times 5 \times 4 = 5 + 6 + 10 = 21m$$

3. ଉଚ୍ଚତମ ବିନ୍ଦୁରେ $\upsilon = 0$

ସମୀକରଣ (2.10) ବ୍ୟବହାର କରି ପାଇବା

$$\upsilon_0 = 7\sqrt{10}\ ms^{-1} = 22.6\ ms^{-1}$$

ସର୍ବୋଚ୍ଚ ବିନ୍ଦୁରେ ପହଞ୍ଚିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ସମୟର 2 ଗୁଣ ସମୟ ପାଇଁ ବସ୍ତୁଟି ବାୟୁରେ ରହିବ ।

4. ବଲ୍‌ଟି ପକା ଯାଉଥିବା ସମୟରେ ଏହାର ତ୍ୱରଣ ଅଧିକତର ହୁଏ ।

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକର ଉତ୍ତର

2. $15\ kmh^{-1}$
3. 5.47 s
4. $40\ ms^{-1}$
5. 1.25h
6. 8:1
7. $2.8\ ms^{-2}$ or ($3000\ kmh^{-2}$)
8. (i) 42m (ii) 36m
11. 0 ଏବଂ $9.8\ ms^{-2}$