ପଞ୍ଚମ ଅଧ୍ୟାୟ

ଗତି

(MOTION)

ଆମର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ କେତେକ ବସ୍ତୁକୁ ଆମେ ସ୍ଥିର କହୁ ଏବଂ ଆଉ କେତେକ ବସ୍ତୁକୁ ଗତିଶୀଳ ବୋଲି କହିଥାଉ । ଘର, ବାଡ଼ି, ଗଛଲତା, ପାହାଡ଼ ପର୍ବତ, ପୋଖରୀ ଆଦିକୁ ଆମେ ସ୍ଥିର କହୁ । କିନ୍ତୁ ରାସ୍ତାଘାଟରେ ଯା'ଆସ କରୁଥିବା ଯାନବାହନ, ନଈ, ନାଳ, ଝରଣା ଇତ୍ୟାଦିରେ ବହିଯାଉଥବା ପାଣି; ପାଣିରେ ପହଁରୁଥିବା ମାଛ; ଆକାଶରେ ଉଡୁଥିବା ପକ୍ଷୀଆଦିକୁ ଆମେ ଗତିଶୀଳ କହୁ । ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥାନରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିଲେ ବସ୍ତୁ ଗତି କରୁଛି ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥାନ କହିଲେ ଆମେ ବୁଝୁ, ଆମଠାରୁ ବସ୍ତୁର ଦୂରତା, ଏଠାରେ ଆମେ ନିଜକୁ ସ୍ଥିର ବୋଲି ମନେକରୁ । ଗୋଟିଏ ସ୍ଥିର ବସ୍ତୁକୁ ଭିତ୍ତିକରି ଅନ୍ୟ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇଥାଏ ।

କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗତିକୁ ପରୋକ୍ଷ ଭାବରେ ଜାଣିହୁଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଗଛର ପତ୍ର ହଲିଲେ ପବନର ଗତିର ସୂଚନା ମିଳେ । ବାଲିକଣା ଉଡିଲେ ତାହାର ଗତିରୁ ବାୟୁର ଗତି ଜଣାପଡ଼େ । ସୂର୍ଯ୍ୟାସ୍ତ ଓ ସୂର୍ଯ୍ୟୋଦୟ ଏବଂ ଋତୁପରିବର୍ତ୍ତନ କାହିଁକି ହୁଏ ? ଏହା ପୃଥିବୀର ଗତିଯୋଗୁଁ ସମ୍ଭବ ହେଉଛି କି ? ଏହା ଯଦି ସମ୍ଭବ, ତାହାହେଲେ ଆମେ କାହିଁକି ସିଧାସଳଖ ଭାବରେ ପୃଥିବୀର ଗତିକୁ ଦେଖିପାରୁ ନାହୁଁ ?

ଆଉ କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଜଣକୁ ଗତିଶୀଳ ଜଣାଯାଉଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଆଉଜଣକୁ ତାହା ସ୍ଥିର ବୋଲି ଜଣାଯାଏ । ଏପରି ଏକ ଉଦାହରଣ ଭାବି ତୁମେ କହିଲ ଦେଖି ? ବସ୍‌ରେ ବସି ଯାଉଥିବା ଯାତ୍ରୀ ରାସ୍ତାକଡ଼ରେ ଥିବା ଗଛ ଏବଂ କୋଠାବାଡ଼ି ସବୁ ପଛକୁ ଗତି କରୁଥିବାର ଦେଖେ । ମାତ୍ର ରାସ୍ତାରେ ଠିଆ ହୋଇଥିବା ବ୍ୟକ୍ତି ସେହି ଗଛ ଓ କୋଠାବାଡ଼ିଗୁଡ଼ିକୁ ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହିଥିବାର ଦେଖେ । ରାସ୍ତାରେ ଠିଆ ହୋଇଥିବା ବ୍ୟକ୍ତି ଗତିଶୀଳ ବସ୍ ଭିତରେ ଥିବା ଯାତ୍ରୀମାନଙ୍କୁ ଗତି କରୁଥିବାର ଦେଖେ । ମାତ୍ର ସେ ବସ୍ ମଧ୍ୟରେ ଯାଉଥିବା ବ୍ୟକ୍ତି ତା'ର ସହଯାତ୍ରୀମାନଙ୍କୁ ସ୍ଥିରଥିବାର ଦେଖେ । ଏଥିରୁ ତୁମେ କ'ଣ ଜାଣିପାରୁଛ ?

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରରେ ଗତି କରିପାରେ । କେତେକ ବସ୍ତୁ ସଳଖ ପଥରେ ଗତି କରୁଥିବାବେଳେ ଅନ୍ୟ କେତେକ ବସ୍ତୁ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଗତି କରନ୍ତି । କେତେକ ବସ୍ତୁ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରୁଥିବାବେଳେ ଅନ୍ୟ କେତେକ ଦୋଳନ ବା କମ୍ପନ ଗତି କରନ୍ତି । କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍ତୁର ଗତି ଏକାଧିକ ଗତିର ମିଶ୍ରଣ ହୋଇଥାଏ । ଗତି ଅନେକ ପ୍ରକାରର ଅଟେ । ଏହାକୁ ଷଷ୍ଠ ଶ୍ରେଣୀରେ ତୁମେ ପଢ଼ିଛ । ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ କେବଳ ସଳଖ ପଥରେ ଗତି କରୁଥିବା ବସ୍ତୁ ବିଷୟରେ ଅଧିକ ଆଲୋଚନା କରିବା । ସଳଖପଥରେ ଗତି କରୁଥିବା ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକୁ ସରଳରୈଖିକ ଗତି କୁହଯାଏ । ସମୀକରଣ ଓ ଆଲେଖ ବା ଗ୍ରାଫ୍ (graph) ମାଧ୍ୟମରେ ସରଳରୈଖିକ ଗତିକୁ ପ୍ରଥମେ ବୁଝିବା, ତାହାପରେ ବୃତ୍ତୀୟ ଗତି ସମ୍ପର୍କରେ ମଧ୍ୟ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 5.1

ତୁମ ଶ୍ରେଣୀ କୋଠରୀର କାନ୍ଥଗୁଡ଼ିକ ସ୍ଥିର କି ଗତିଶୀଳ ? ଏ ବିଷୟରେ ତୁମ ଶିକ୍ଷକ ଏବଂ ସାଙ୍ଗମାନଙ୍କ ସହ ଆଲୋଚନା କର ।

ତୁମେ ଜାଣିଛ କି ?

ସମୟେ ସମୟେ ଆମ ଚାରିପାଖରେ ଥିବା ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ଅସ୍ୱାଭାବିକ ଏବଂ ଅନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଗତିଯୋଗୁଁ ଆମେ ଅସୁବିଧାରେ ପଡୁ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ନଦୀର ବନ୍ୟା, ବାତ୍ୟା ଏବଂ ସୁନାମି ଭଳି ପ୍ରାକୃତିକ ବିପର୍ଯ୍ୟୟ ଇତ୍ୟାଦିରେ ଅନେକ କ୍ଷୟକ୍ଷତି ହୋଇଥାଏ । ମାତ୍ର ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଗତି ଆମର ଅନେକ ଉପକାର କରିଥାଏ ।

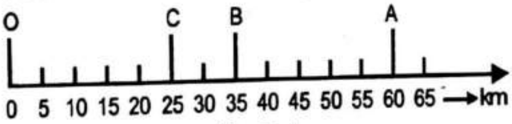
ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଜଳବିଦ୍ୟୁତ୍ କେନ୍ଦ୍ରରେ ଜଳର ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଗତିଯୋଗୁଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଏଭଳି ଅନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଗତି ବା ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଗତି ବିଷୟରେ ତୁମେ ଜାଣିବା ଦରକାର । ସେହିଭଳି ଅନ୍ୟ କେଉଁ ସବୁ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଗତିଯୋଗୁଁ ଆମର ଉପକାର ହୁଏ, ଭାବିଲ ଦେଖି ?

5.1 ଗତି (Motion)

ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିନ୍ଦୁକୁ ସ୍ଥିର ମନେକରି ତାହା ଅନୁସାରେ ଅନ୍ୟ ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଆସ ଗୋଟିଏ ଉଦାହରଣ ଦ୍ୱାରା ଏହାକୁ ବୁଝିବା । ମନେକର ତୁମ ସାଙ୍ଗର ବିଦ୍ୟାଳୟ ତୁମ ସହରରେ ଥିବା ରେଳଷ୍ଟେସନର ଉତ୍ତରଦିଗକୁ ଦୁଇ କିମି ଦୂରରେ ଅଛି । ଏଠାରେ ଆମେ ବିଦ୍ୟାଳୟର ଅବସ୍ଥିତିକୁ ସୂଚାଇବାକୁ ରେଳଷ୍ଟେସନକୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦେଶକ ବିନ୍ଦୁ (reference point) ରୂପେ ନେଇଛେ । ଆମ ସୁବିଧା ମୁତାବକ ଅନ୍ୟ ବସ୍ତୁକୁ ମଧ୍ୟ ଆମେ ନିର୍ଦ୍ଦେଶକ ବିନ୍ଦୁ ଭାବେ ନେଇ ପାରିବା । ତେଣୁ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥିତି ଜାଣିବାକୁ ଆଉ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ବା ବିନ୍ଦୁ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରାଯାଏ । ତାହାକୁ ନିର୍ଦ୍ଦେଶକ ବିନ୍ଦୁ ବା ଅନେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ମୂଳବିନ୍ଦୁ (origin) କହନ୍ତି ।

5.1.1 ଏକ ସରଳରେଖାରେ ଗତି (ସରଳରୈଖିକ ଗତି) (Motion along a Straight Line)

ବସ୍ତୁ ସରଳରେଖାରେ ଗତିକଲେ, ବସ୍ତୁର ସେହି ଗତିକୁ ସରଳରୈଖିକ ଗତି କୁହାଯାଏ । ମନେକର ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଏକ ସରଳରେଖାରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିନ୍ଦୁ 'O' ଠାରୁ ତାହାର ଗତି ଆରମ୍ଭ କଲା (ଚିତ୍ର 5.1) ।



ଚିତ୍ର 5.1

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଏକ ସରଳରୈଖିକ ପଥରେ ଅବସ୍ଥାନ

ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସମୟରେ A, B ଓ C ବସ୍ତୁର ବିଭିନ୍ନ ଅବସ୍ଥାନର ତିନୋଟି ବିନ୍ଦୁ । ବସ୍ତୁଟି C ଓ B ବିନ୍ଦୁ ଦେଇ A ଆଡ଼କୁ ଯାଇଛି । ସେଠାରୁ ପୁନଶ୍ଚ ସେ B ବିନ୍ଦୁ ଦେଇ C ବିନ୍ଦୁକୁ ଫେରିଆସିଛି ।

ବସ୍ତୁଟି ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରିଥିବା ମୋଟ ଦୂରତା

= OA + AC
= 60 km + 35 km
= 95 km

ଦୂରତା ଏକ ଅଦିଶ ରାଶି (scalar quantity) ଏହାର ଦିଗ ନଥାଏ । ଏହି ଭୌତିକ ରାଶିର ପରିମାଣକୁ କେବଳ ସଂଖ୍ୟାଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ଉପରୋକ୍ତ ଉଦାହରଣରେ ମୂଳବିନ୍ଦୁ O ଏବଂ C ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା କେତେ ?

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଏକ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବିନ୍ଦୁରୁ ତାର ଗତି ଆରମ୍ଭ କରି ଏକ ଅନ୍ତିମ ବିନ୍ଦୁରେ ପହଞ୍ଚିଲା ପରେ ସେହି ବିନ୍ଦୁ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସର୍ବନିମ୍ନ ଦୂରତାକୁ ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନ (displacement) କୁହାଯାଏ । ବିସ୍ଥାପନ ଏକ ସଦିଶ ରାଶି (vector quantity) ଏହାର ଉଭୟ ପରିମାଣ ଓ ଦିଗ ରହିଥାଏ । ବିସ୍ଥାପନର ଦିଗ ସର୍ବଦା ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବିନ୍ଦୁରୁ ଅନ୍ତିମ ବିନ୍ଦୁ ଆଡ଼କୁ ହୋଇଥାଏ ।

ବସ୍ତୁ ଅତିକ୍ରମ କରୁଥିବା ଦୂରତା ଓ ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନର ପରିମାଣ ସମାନ କି ? ଚିତ୍ର 5.1ରେ ବସ୍ତୁଟି 'O' ଠାରୁ A ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏକ ସରଳରେଖାରେ 60km ଦୂରତା ଯାଇଛି । ଏଠାରେ ବିସ୍ଥାପନର ପରିମାଣ ମଧ୍ୟ ସେହି 60km । ବସ୍ତୁଟି 'O' ଠାରୁ A ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଯାଇ ପୁନଶ୍ଚ Bକୁ ଫେରିଆସିଲେ, ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ହେବ,

= OA + AB
= 60 km + 25 km = 85 km

ମାତ୍ର B ସ୍ଥାନରେ ମୂଳବିନ୍ଦୁ 'O' ଠାରୁ ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନ 35 km ଅଟେ । ତେଣୁ ବିସ୍ଥାପନର ପରିମାଣ (35 km) ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତାର ପରିମାଣ (85 km) ସହ ସମାନ ନୁହେଁ । ଆଉ ମଧ୍ୟ ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ, ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରେ ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନ ଶୂନ୍ ହୋଇପାରେ, ମାତ୍ର ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ଶୂନ ହେବ ନାହିଁ । ଯଦି ବସ୍ତୁଟି B ସ୍ଥାନରୁ ମୂଳବିନ୍ଦୁ 'O'କୁ ଫେରିଆସେ, ତାହାହେଲେ ସେ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍ତୁର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବିନ୍ଦୁ ଓ ଅନ୍ତିମ ବିନ୍ଦୁ ସମାନ ହୋଇଯିବାରୁ ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନ ଶୂନ ହେବ । ମାତ୍ର ଦୂରତା ଏଠାରେ, OA+AO = 60km + 60km = 120km ହେବ ।

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବିନ୍ଦୁରୁ ବାହାରି କୌଣସି ଏକ ପଥରେ ଗତିକରି ଅନ୍ତିମ ବିନ୍ଦୁରେ ପହଞ୍ଚିଲେ ବସ୍ତୁଟି ଅତିକ୍ରମ କରିଥିବା ପଥର ପ୍ରକୃତ ଦୈର୍ଘ୍ୟ (length)କୁ ଦୂରତା କୁହାଯାଏ । ମାତ୍ର ବିସ୍ଥାପନ କେବଳ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବିନ୍ଦୁ ଓ ଅନ୍ତିମ ବିନ୍ଦୁ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ । ସେହି ବିନ୍ଦୁ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସର୍ବନିମ୍ନ ଦୂରତା ଦ୍ୱାରା ବିସ୍ଥାପନର ପରିମାଣ ପ୍ରକାଶିତ ହୁଏ । ଦୂରତାର ଏକକ ବିସ୍ଥାପନର ଏକକ ସହ ସମାନ । ଯଥା : km ବା m ବା cm ଇତ୍ୟାଦି ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 5.2

ଗୋଟିଏ ମିଟର ସ୍କେଲ ଓ ଏକ ଲମ୍ବା ରସି ସଂଗ୍ରହ କର । ତୁମ ବିଦ୍ୟାଳୟର ଆୟତାକାର ଫୁଟବଲ୍ ପଡ଼ିଆ ବା ଭଲିବଲ୍ କୋର୍ଟର ଗୋଟିଏ କୋଣରେ ତୁମେ ତୁମ ସାଙ୍ଗ ସହିତ ଠିଆ ହୁଅ । ତୁମ ସାଙ୍ଗକୁ ପଡ଼ିଆ ବା କୋର୍ଟର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ ପ୍ରସ୍ଥ ଦେଇ ତୁମର ବିପରୀତ କୋଣକୁ ଯିବାକୁ କୁହ । ଏହି ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ ପ୍ରସ୍ଥକୁ ମାପି ରଖ । ବର୍ତ୍ତମାନ କହିଲ ଦେଖି, ତୁମ ସାଙ୍ଗ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରୁଥିବା ଦୂରତା ଓ ବିସ୍ଥାପନର ପରିମାଣ କେତେ ହେବ ? ଉଭୟ ପରିମାଣ ମଧ୍ୟରେ କିଛି ପ୍ରଭେଦ ଦେଖୁଛ କି ? (ମନେକର ଦୈର୍ଘ୍ୟ = x ମିଟର ଓ ପ୍ରସ୍ଥ = y ମିଟର)

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 5.3

ଏକ ମୋଟରଯାନ ଗତି କରୁଥିବାବେଳେ ଅତିକ୍ରମ କରୁଥିବା ଦୂରତା ମାପିବା ପାଇଁ ସେହି ଗାଡ଼ିରେ ଓଡ଼ୋମିଟର (odometer) ଯନ୍ତ୍ର ଖଞ୍ଜା ଯାଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ମଟରଗାଡ଼ି ଭୁବନେଶ୍ୱରରୁ ବାହାରି ନୂଆଦିଲ୍ଲୀ ଗଲା । ତାହାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଓ ଅନ୍ତିମ ପାଠ୍ୟାଙ୍କ (readings) ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ 1850km ଅଟେ । ଭୁବନେଶ୍ୱରରୁ ନୂଆଦିଲ୍ଲୀର ଦୂରତା କେତେ ? ଭୁବନେଶ୍ୱର ଓ ନୂଆଦିଲ୍ଲୀ ମଧ୍ୟରେ ମଟରଗାଡ଼ିର ବିସ୍ଥାପନକୁ ଭାରତର ମାନଚିତ୍ରରେ ଦେଖାଇହେବ । ବିସ୍ଥାପନକୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟକରିବା ଦରକାର ପଡ଼ିଲେ ମାନଚିତ୍ରର ସ୍କେଲ ବିଷୟରେ ଜାଣିବା ଦରକାର । ଏଥିପାଇଁ ଭୂଗୋଳ ଶିକ୍ଷକଙ୍କର ସହାୟତା ତୁମେ ନେଇପାର ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ କିଛି ପଥ ଦେଇ ଗତି କରିଛି । ତାହାର ବିସ୍ଥାପନ ଶୂନ୍ ହୋଇ ପାରିବ କି ? ଯଦି ତୁମର ଉତ୍ତର ହଁ ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ଏକ ଉଦାହରଣ ଦ୍ୱାରା ଏହାକୁ ବୁଝାଅ ।
2. ନିମ୍ନୋକ୍ତ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ଠିକ୍ ଓ କେଉଁଟି ଭୁଲ ପ୍ରକାଶ କର ।
   (a) ବିସ୍ଥାପନ କେବେହେଲେ ଶୂନ୍ ହେବନାହିଁ ।
   (b) ବିସ୍ଥାପନର ପରିମାଣ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତାର ପରିମାଣଠାରୁ କେବେହେଲେ ଅଧିକ ହେବ ନାହିଁ ।

5.1.2 ସମ ଓ ଅସମ ଗତି

(Uniform Motion & Non-Uniform Motion)

ମନେକର ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଏକ ସରଳ ପଥରେ ପ୍ରଥମ ଘଣ୍ଟାରେ 5km, ଦ୍ୱିତୀୟ ଘଣ୍ଟାରେ 5km, ତୃତୀୟ ଘଣ୍ଟାରେ 5km ଏବଂ ଚତୁର୍ଥ ଘଣ୍ଟାରେ ମଧ୍ୟ 5km ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରୁଛି ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରତି ଏକ ଘଣ୍ଟା ସମୟ ଅନ୍ତରାଳ (interval)ରେ ଏହା 5km ଯାଉଅଛି । ଏକ ବସ୍ତୁ ଏହିଭଳି ସମାନ ସମୟ ଅନ୍ତରାଳରେ ସମାନ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କଲେ ତାହା ସମ ଗତିରେ ଯାଉଅଛି ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସମୟର ଅନ୍ତରାଳ କମ୍ ହେବା ଉଚିତ ।

ଆମର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଆମେ ଅନେକ ଗତି ସମ୍ପର୍କରେ ଆସୁ । ଯେତେବେଳେ ସମାନ ସମୟ ଅନ୍ତରାଳରେ ବସ୍ତୁ ଅସମାନ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରେ ସେତେବେଳେ ସେ ପ୍ରକାର ଗତିକୁ ବସ୍ତୁର ଅସମ ଗତି କୁହାଯାଏ । ସାଧାରଣତଃ ଜନଗହଳି ରାସ୍ତାରେ ଯାନର ଗତି ଓ ଉଠାଣି ବା ଗଡ଼ାଣି ସ୍ଥାନରେ ଯାନର ଗତି ଅସମ ଗତି ହୋଇଥାଏ । ପ୍ରକୃତରେ ଅଧିକାଂଶ ଗତି ଅସମ ଅଟେ । ସମଗତି କ୍ୱଚିତ ଦେଖାଯାଏ ।

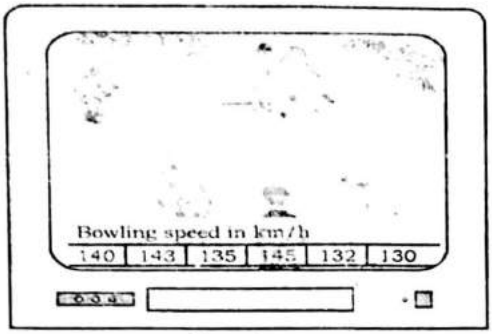
ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 5.4

ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁ A ଓ Bର ଗତିକୁ ସାରଣୀ 5.1ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ସାରଣୀଟିକୁ ନିରୀକ୍ଷଣ କରି ସେମାନଙ୍କର ଗତି ସମଗତି ବା ଅସମଗତି ଭାବିକୁହ ।

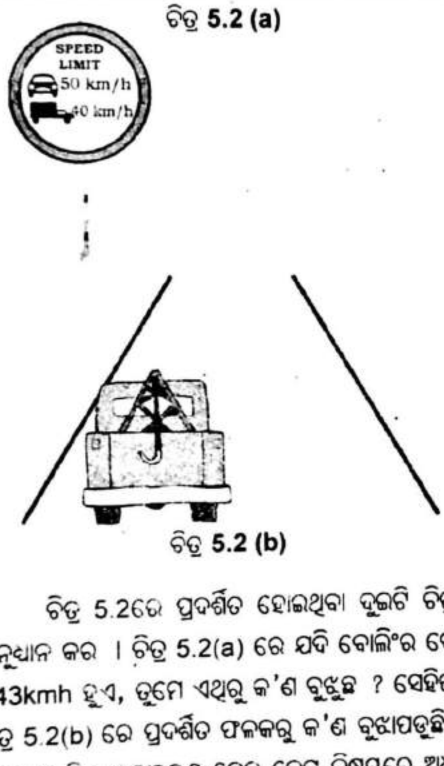
ସାରଣୀ : 5.1

ସମୟ	A ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରୁଥିବା ଦୂରତା ମିଟରରେ	B ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରୁଥିବା ଦୂରତା ମିଟରରେ
9.30 am	10	12
9.45 am	20	19
10.00 am	30	23
10.15 am	40	35
10.30 am	50	37
10.45 am	60	41
11.00 am	70	44

5.2 ବେଗ (Speed)



ଚିତ୍ର **5.2 (a)**



ଚିତ୍ର **5.2 (b)**

ଚିତ୍ର 5.2ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ଦୁଇଟି ଚିତ୍ରକୁ ଅନୁଧ୍ୟାନ କର । ଚିତ୍ର 5.2(a) ରେ ଯଦି ବୋଲିଂର ବେଗ **143kmh ହୁଏ, ତୁମେ ଏଥିରୁ କ'ଣ ବୁଝୁଛ ?** ସେହିଭଳି ଚିତ୍ର 5.2(b) ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ଫଳକରୁ କ'ଣ ବୁଝାପଡୁଛି ? ଆଉ ଗୋଟିଏ ଉଦାହରଣ ନେଇ ବେଗ ବିଷୟରେ ଅଧିକ ଜାଣିବା ।

ଭୁବନେଶ୍ୱରରୁ ପୁରୀ ଜଣେ ସାଇକେଲରେ ଓ ଅନ୍ୟ ଜଣେ ସେହି ରାସ୍ତାରେ ମଟରଗାଡ଼ିରେ ଗଲେ । ବାଟରେ କୌଣସି ସ୍ଥାନରେ ନରହି ସାଇକେଲ ଚାଳକ ପୁରୀରେ 5ଘଣ୍ଟାରେ ପହଞ୍ଚିଗଲେ ଓ ମଟରଗାଡ଼ି ଚାଳକ **2** ଘଣ୍ଟାରେ ପହଞ୍ଚିଲେ । ଭୁବନେଶ୍ୱର ଓ ପୁରୀ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା **60km** । ଏଠାରେ ଉଭୟ ଚାଳକ ସମାନ ଦୂରତା ଯିବାପାଇଁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସମୟ ନେଇଛନ୍ତି । ମଟରଗାଡ଼ି ଶୀଘ୍ର ପୁରୀରେ ପହଞ୍ଚିଛି । ତେଣୁ ମଟରଗାଡ଼ି ସାଇକେଲଠାରୁ ଅଧିକ ବେଗରେ ଗଲାବୋଲି ଆମେ କହୁ । ବେଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାପାଇଁ ଏକକ ସମୟରେ (ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏକ ଘଣ୍ଟାରେ) ଏ ଦୁଇଟି ଯାନ କେତେବାଟ ଯାଇଛି, ତାହା ହିସାବ କରିବା ଦରକାର ।

ସାଇକେଲ ଏକ ଘଣ୍ଟାରେ ଯାଇଛି,

$$= \frac{60\text{ km}}{5} = 12\text{ km}$$

ମଟରଗାଡ଼ି ଏକ ଘଣ୍ଟାରେ ଯାଇଛି,

$$= \frac{60\text{ km}}{2} = 30\text{ km}$$

ଏକକ ସମୟରେ ମଟରଗାଡ଼ି ସାଇକେଲଠାରୁ ଅଧିକ ଦୂରତା ଯାଇଥିବାରୁ ତାହାର ବେଗ ଅଧିକ ଅଟେ । ତେଣୁ ଏହା ଶୀଘ୍ର ପହଞ୍ଚିଲା । **ଏକ ବସ୍ତୁ ଏକକ ସମୟ ଅନ୍ତରାଳରେ ଅତିକ୍ରମ କରିଥିବା ଦୂରତାକୁ ସେହି ବସ୍ତୁର ବେଗ କୁହାଯାଏ ।**

ବସ୍ତୁର ବେଗ ସବୁବେଳେ ସମାନ ନହୋଇପାରେ । ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁ ସମାନ ସମୟ ଅନ୍ତରାଳରେ ସମାନ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରୁଥିଲେ, ତାହା ସମ ବେଗରେ ଗତି କରୁଛି ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ ସମାନ ସମୟ ଅନ୍ତରାଳରେ ବସ୍ତୁ ଯଦି ଅସମାନ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରେ ତେବେ ସେହି ବସ୍ତୁର ବେଗକୁ ଅସମ ବେଗ କୁହାଯାଏ । ଅସମ ବେଗରେ ଯାଉଥିବା ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ହାରାହାରି ବେଗ ଅନେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।

$$\text{ହାରାହାରି ବେଗ} = \frac{\text{ମୋଟ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା}}{\text{ମୋଟ ସମୟ}}$$

$$\therefore \quad v = \frac{s}{t}$$

ଯେଉଁଠି, v = ବସ୍ତୁର ହାରାହାରି ବେଗ

s = ବସ୍ତୁ ଅତିକ୍ରମ କରିଥିବା ମୋଟ୍ ଦୂରତା

ଏବଂ t = ବସ୍ତୁ ନେଇଥିବା ମୋଟ୍ ସମୟ

S.I ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ବେଗର ଏକକ ହେଉଛି m/s ବା ms^{-1} । ବେଗର ଅନ୍ୟ ବ୍ୟବହୃତ ଏକକଗୁଡ଼ିକ ହେଲା $\frac{cm}{s}$ ବା $cm\ s^{-1}$ ଏବଂ $\frac{km}{h}$ ବା kmh^{-1} ।

5.2.1 ପରିବେଗ (Velocity)

ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦିଗରେ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ବେଗକୁ ପରିବେଗ କୁହାଯାଏ । ବସ୍ତୁର ଏହି ପରିବେଗ ସମ ପରିବେଗ କିମ୍ବା ପରିବର୍ତ୍ତୀ (variable) ପରିବେଗ ହୋଇପାରେ । ବସ୍ତୁର ବେଗ କିମ୍ବା ତାହାର ଗତିର ଦିଗ କିମ୍ବା ଉଭୟର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଲେ ପରିବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ । ଯଦି ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ସମୟ ଅନୁସାରେ ସମାନ ହାରରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ବସ୍ତୁର ହାରାହାରି ପରିବେଗ

$$= \frac{\text{ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ} + \text{ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ}}{2}$$

ଗାଣିତିକ ଭାଷାରେ $v_{av} = \frac{u+v}{2}$

ଏଠାରେ v_{av} = ବସ୍ତୁର ହାରାହାରି ପରିବେଗ

u = ବସ୍ତୁର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ

v = ବସ୍ତୁର ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ

ପରିବେଗର ଏକକ, ବେଗର ଏକକ ସହ ସମାନ । SI ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ଏହାର ଏକକ m/s ବା ms^{-1} ଅଟେ ।

ତୁମପାଇଁ କାମ : 5.5

ତୁମକୁ ଘରୁ ଚାଲି ଚାଲି ବିଦ୍ୟାଳୟକୁ ଯିବାକୁ ଯେତିକି ସମୟ ଲାଗେ ତାହାକୁ ଖାତାରେ ଟିପିରଖ । ଯଦି ତୁମର ହାରାହାରି ବେଗ $\frac{4km}{h}$ ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ତୁମ ଘରଠାରୁ ବିଦ୍ୟାଳୟର ଦୂରତା କେତେ ?

ତୁମପାଇଁ କାମ : 5.6

ବର୍ଷାବେଳେ ତୁମେ ବିଜୁଳି ଦେଖିବାର କିଛି ସମୟ ପରେ ଘଡ଼ଘଡ଼ିର ଧ୍ୱନି ଶୁଣ । ଏପରି କାହିଁକି ହୁଏ ? ଆଲୋକ ଓ ଧ୍ୱନିର ବେଗ ଦ୍ୱାରା ଏହାକୁ ବୁଝାଅ ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ବେଗ ଓ ପରିବେଗ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଅ ।
2. କେଉଁ ପରିସ୍ଥିତିରେ ହାରାହାରି ପରିବେଗର ପରିମାଣ ହାରାହାରି ବେଗ ସହ ସମାନ ?
3. ଗୋଟିଏ ଯାନର "ଓଡ଼ୋମିଟର" ଯନ୍ତ୍ର କ'ଣ ମାପେ ?
4. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ସମଗତିରେ ଗତି କରୁଥିବାବେଳେ ତାହାର ଗତିପଥ କିପରି ହୋଇଥାଏ ?

ଉଦାହରଣ : 5.1

ଗୋଟିଏ କାର୍‌ର ଓଡ଼ୋମିଟର ଯନ୍ତ୍ରର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପାଠ୍ୟାଙ୍କ 1800 km ଥିଲା । 4 ଘଣ୍ଟାର ଯାତ୍ରାପରେ ଏହାର ଅନ୍ତିମ ପାଠ୍ୟାଙ୍କ 2200 km ହେଲା । ତାହାହେଲେ କାର୍‌ର ହାରାହାରି ବେଗ କେତେ ?

ଉତ୍ତର : ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା,

$$s = 2200km - 1800km = 400km$$

ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ସମୟ, $t = 4$ h.

କାରର ହାରାହାରି ବେଗ, $v_{av} = \frac{s}{t}$

$$= \frac{400km}{4h}$$

$$= \frac{100km}{h}$$

ବା 100 km h^{-1}

ଉଦାହରଣ : 5.2

ଭାଗ୍ୟଶ୍ରୀ ଏକ 90 m ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ପୋଖରୀରେ ପହଁରେ । ଥରେ ସେ ପୋଖରୀର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଦିଗରେ ସିଧା ଗୋଟିଏ ପ୍ରାନ୍ତରୁ ଅନ୍ୟପ୍ରାନ୍ତକୁ ପହଁରି ପୁଣି ସେହି ସ୍ଥାନକୁ ସିଧା ଫେରିଆସିଲା । ସେ 4 ମିନିଟରେ ସମୁଦାୟ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିଥିଲେ । ଭାଗ୍ୟଶ୍ରୀର ହାରାହାରି ବେଗ ଓ ପରିବେଗ କଳନା କର ।

ଉତ୍ତର : ଭାଗ୍ୟଶ୍ରୀ 4 ମିନିଟରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରିଥିବା ସମୁଦାୟ ଦୂରତା = 90m + 90m = 180 m

ଭାଗ୍ୟଶ୍ରୀ 4 ମିନିଟରେ ବିସ୍ଥାପନ = 0 m

ତାହାହେଲେ ତାହାର ହାରାହାରି ବେଗ

$$= \frac{\text{ସମୁଦାୟ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା}}{\text{ମୋଟ ସମୟ}}$$

$$= \frac{180m}{60 \times 4s} = \frac{180m}{240s}$$

$$= \frac{3}{4}\ m/s \text{ ବା } \frac{3}{4}\ ms^{-1}$$

$$\text{ହାରାହାରି ପରିବେଗ} = \frac{\text{ବିସ୍ଥାପନ}}{\text{ମୋଟ ସମୟ}}$$

$$= \frac{0\ m}{240s}$$

$$= 0\ ms^{-1}$$

∴ ଭାଗ୍ୟଶ୍ରୀର ହାରାହାରି ବେଗ $\frac{3}{4}\ ms^{-1}$ ଏବଂ ତାହାର ହାରାହାରି ପରିବେଗ $0\ ms^{-1}$ ଅଟେ ।

5.3 ତ୍ୱରଣ (Acceleration)

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ସମଗତିରେ ଏକ ସରଳରେଖାରେ ଗତି କରୁଥିଲେ, ସମୟ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଲେ ମଧ୍ୟ ତାହାର ପରିବେଗ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହେ । ଏହିଭଳି ପରିସ୍ଥିତିରେ ଯେ କୌଣସି ସମୟ ଅନ୍ତରାଳରେ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଶୂନ୍ ଅଟେ । ମାତ୍ର ଅସମ ଗତି କ୍ଷେତ୍ରରେ ପରିବେଗ ସମୟ ସହ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ । ଅସମ ଗତି ସମୟରେ ବସ୍ତୁର ବିଭିନ୍ନ ଅବସ୍ଥାନରେ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗର ପରିମାଣ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କୌଣସି ସମୟ ଅନ୍ତରାଳରେ ଶୂନ୍ ହେବ ନାହିଁ । ତାହା ହେଲେ ତୁମେ ପରିବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ କିପରି ପ୍ରକାଶ କରିବ ?

ଏ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ପାଇବାକୁ, ଆମକୁ ଏକ ନୂତନ ଭୌତିକ ରାଶିର ପରିକଳ୍ପନା କରିବାକୁ ହେବ, ଯାହାକୁ ତ୍ୱରଣ (acceleration) କୁହାଯାଏ । ପରିବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାରକୁ ଅର୍ଥାତ୍ **ଏକକ ସମୟ ଅବଧିରେ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ କୁହାଯାଏ ।** ସୁତରାଂ,

$$\text{ତ୍ୱରଣ} = \frac{\text{ପରିବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ}}{\text{ସମୟ ଅବଧି}}$$

ଯଦି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ 't' ସମୟ ମଧ୍ୟରେ u ରୁ v କୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ, ତାହା ହେଲେ, ତାହାର ତ୍ୱରଣ (a) ହେବ,

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

ତ୍ୱରଣ ଗୋଟିଏ ସଦିଶ ରାଶି । ଏହାର ଉଭୟ ପରିମାଣ ଓ ଦିଗ ଥାଏ । ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ ଥିଲେ, ବସ୍ତୁର ଗତିକୁ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ (accelerated) ଗତି କୁହାଯାଏ । ପରିବେଗ ଦିଗରେ ତ୍ୱରଣ ହେଲେ ତାହାକୁ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ (positive) ତ୍ୱରଣ ଏବଂ ପରିବେଗର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ତ୍ୱରଣ ହେଲେ ତାହାକୁ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ତ୍ୱରଣ ବା ମନ୍ଦନ (retardation) କୁହାଯାଏ । S.I ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ତ୍ୱରଣର ଏକକ ହେଉଛି - m/s^2 ବା ms^{-2} । ତ୍ୱରଣର ଅନ୍ୟ ବ୍ୟବହୃତ ଏକକ ଗୁଡ଼ିକ ହେଲା - cm/s^2 ବା $cm\ s^{-2}$ ଏବଂ km/h^2 ବା $km\ h^{-2}$ ।

ଏକ ସରଳରେଖାରେ ଗତି କରୁଥିବା ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ସମାନ ସମୟ ଅନ୍ତରାଳରେ ସମାନ ପରିମାଣରେ ବୃଦ୍ଧି କିମ୍ବା ହ୍ରାସ ପାଉଥିଲେ ବସ୍ତୁଟି ସମ ତ୍ୱରଣରେ ଗତି କରୁଛି ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ମୁକ୍ତ ପତନଶୀଳ ବସ୍ତୁର ଗତି ସମତ୍ୱରାନ୍ୱିତ । ଅନ୍ୟପକ୍ଷରେ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ଅସମ ହାରରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଲେ ତାହାର ତ୍ୱରଣ ଅସମ ଅଟେ । ଯଦି ସଳଖ ରାସ୍ତାରେ ଗତି କରୁଥିବା ଗୋଟିଏ କାରର ବେଗ ଅସମାନ ଭାବରେ ସମାନ ସମୟ ଅନ୍ତରାଳରେ ବୃଦ୍ଧିପାଏ, ତାହାହେଲେ ସେ କାରଟିର ଅସମ-ତ୍ୱରଣ ଅଛି ବୋଲି କୁହାଯାଏ ।

ତୁମପାଇଁ କାମ : 5.7

ତୁମେ ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଗତି ସମ୍ପର୍କରେ ଆସୁଛ । ଏହି ପ୍ରକାରେ ମିଳିପାଇଥିବା ତଥ୍ୟକୁ ଭିତ୍ତିକରି ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରକାର ଗତିର ଗୋଟିଏ ଲେଖାଏଁ ଉଦାହରଣ ଲେଖ ।

ଯେଉଁଠି ;

(a) ତ୍ୱରଣ, ଗତିର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଥାଏ ।

(b) ତ୍ୱରଣ, ଗତି ଦିଗର ଅନୁକରଣ କରେ ।

(c) ଗତିର ସମ ତ୍ୱରଣ ଥାଏ ।

(d) ଗତିର ଅସମ ତ୍ୱରଣ ଥାଏ ।

ଉଦାହରଣ : 5.3

ଦିବାକର ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରୁ ଏକ ସାଇକେଲକୁ 30 ସେକେଣ୍ଡ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପ୍ୟାଡ଼ଲ ମାରି ଚଲାଇ 6m/s ପରିବେଗ ହାସଲ କଲା । ସେତିକିବେଳେ ସେ ସାଇକେଲର ବ୍ରେକ୍ ଦେଲା ଯାହାଫଳରେ ସାଇକେଲଟିର ପରିବେଗ 5 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ 4m/s ହୋଇଗଲା । ବ୍ରେକ ମାରିବା ପୂର୍ବରୁ ଓ ପରେ ସାଇକେଲର ତ୍ୱରଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ଉତ୍ତର :

ପ୍ରଥମ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଦିବାକର ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରୁ ଗତିକରିବା ଆରମ୍ଭ କରିଛି । ତେଣୁ ତାହାର,

ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ, $u = 0$

ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ, $v = 6m/s$

ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ, $t = 30s$

$\therefore$ ତାହାର ତ୍ୱରଣ, $a = \frac{v-u}{t} = \frac{6\,m/s - 0}{30s} = 0.2\ m/s^2$

ଦ୍ୱିତୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବ୍ରେକ୍ ମାରିଲା ପରେ

ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ, $u = 6\ m/s$

ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ, $v = 4\ m/s$

ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ, $t = 5s$

$$\therefore a = \frac{4m/s - 6m/s}{5s}$$

$$= \frac{-2m/s}{5s}$$

$$= -0.4\ m/s^2$$

$\therefore$ ବ୍ରେକ୍ ମାରିବା ପୂର୍ବରୁ ତ୍ୱରଣ $0.2\ m/s^2$ ଯାହା ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଏବଂ, ବ୍ରେକ ମାରିଲା ପରେ ତ୍ୱରଣ $-0.4\ m/s^2$ ଯାହା ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଅଟେ ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ
   (a) କେତେବେଳେ ସମ ତ୍ୱରଣରେ ଯାଉଛି ବୋଲି ତୁମେ କହିବ ଏବଂ
   (b) କେତେବେଳେ ଅସମ ତ୍ୱରଣରେ ଯାଉଛି ବୋଲି ତୁମେ କହିବ ।
2. ସରଳରେଖାରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ ତାହାର ପରିବେଗ 80km/hରୁ 60km/h କୁ 5 ସେକେଣ୍ଡରେ କମାଇଲା । ତାହା ହେଲେ ସେ ବସ୍‌ର ଗତିରେ ତ୍ୱରଣ କେତେ ?
3. ଗୋଟିଏ ଟ୍ରେନ ରେଳଷ୍ଟେସନରୁ ଛାଡ଼ି ସମ ତ୍ୱରଣରେ ଗତିକରି 10 ମିନିଟ୍‌ରେ 40 km/h ପରିବେଗ ଲାଭକଲେ, ଟ୍ରେନର ତ୍ୱରଣ କେତେ ?

5.4 ଗତିର ଲୈଖିକ ବା ଗ୍ରାଫିକାଲ୍ ପରିପ୍ରକାଶ (Graphical Representation of Motion)

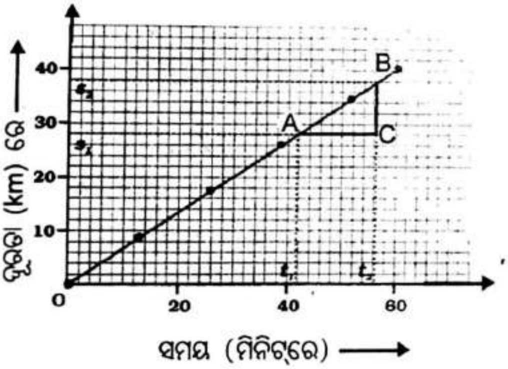
ଆଲେଖ ବା ଗ୍ରାଫ୍ (graph) ସାହାଯ୍ୟରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଗତିର ତଥ୍ୟକୁ ପରିପ୍ରକାଶ କରାଯାଇପାରିବ । ଏହା ଦ୍ୱାରା ସହଜରେ ଏବଂ ସୁବିଧାରେ ଗତିର ତଥ୍ୟକୁ ବୁଝିହେବ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଏକ ଦିବସୀୟ କ୍ରିକେଟର ଟି.ଭି.ରେ ପ୍ରସାରଣ ବେଳେ ବିଭିନ୍ନ ଓଭରର ରନହାରକୁ ବାରଗ୍ରାଫ/ ଗ୍ରାଫ୍ ଦ୍ୱାରା କିପରି ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ, ତାହା ତୁମେ ଦେଖିଥିବ । ନିଜ ପକ୍ଷର ରନହାରକୁ ପ୍ରତିପକ୍ଷର ରନ୍‌ହାର ସହ କିପରି ଗ୍ରାଫ ଦ୍ୱାରା ତୁଳନା କରାଯାଏ ? ଯେ କୌଣସି ପିଲା ବି ଟି.ଭି. ଦେଖି ତାହାକୁ ସହଜରେ ବୁଝିଯାଏ ।

ରେଖା ଗ୍ରାଫ୍ ବିଷୟରେ ତୁମେ ସପ୍ତମ ଶ୍ରେଣୀ ବିଜ୍ଞାନରେ କିଛି ପଢ଼ିଛ । ଏହି ରେଖା ଗ୍ରାଫ୍‌ରୁ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଗତି ସମ୍ପର୍କରେ ଅନେକ ତଥ୍ୟ ଆମେ ସହଜରେ ପାଇପାରିବା । ଗତିର ରେଖା ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ ସାଧାରଣତଃ ସମୟକୁ X- ଅକ୍ଷରେଖାରେ ନିଆଯାଏ ଏବଂ ବସ୍ତୁର ବେଗ ବା ପରିବେଗ ବା ଦୂରତା ବା ବିସ୍ଥାପନ ଇତ୍ୟାଦିକୁ Y- ଅକ୍ଷରେଖାରେ ନିଆଯାଏ । କିନ୍ତୁ ଅନେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହି ଭୌତିକ ରାଶିଗୁଡ଼ିକୁ ଅଲଗା ଅକ୍ଷରେ ମଧ୍ୟ ନିଆଯାଇପାରେ ।

ଗ୍ରାଫ୍ ପାଇଁ ଯେଉଁ ଦୁଇଟି ରାଶିକୁ ନିଆଯିବ ତାହା ମଧ୍ୟରୁ ସ୍ୱାଧୀନ ଚଳ (independent variable) କୁ X-ଅକ୍ଷରେଖାରେ ଓ ନିର୍ଭରଶୀଳ ଚଳ (dependent variable) କୁ Y- ଅକ୍ଷରେଖାରେ ନିଆଯାଇଥାଏ ।

5.4.1 ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍ (Distance-Time Graph)

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ସମୟ ସହ ଅବସ୍ଥାନ ବଦଳିଲେ ଏହାର ଏକ ସମୟ - ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍ ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ସ୍କେଲ ନେଇ ଅଙ୍କନ କରାଯାଇପାରିବ । ଏହି ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ ସମୟ ସ୍ୱାଧୀନ ଚଳ ହୋଇଥିବାରୁ ତାହାକୁ X-ଅକ୍ଷରେଖାରେ ଏବଂ ଦୂରତା ନିର୍ଭରଶୀଳ ଚଳ ହୋଇଥିବାରୁ ତାହାକୁ Y-ଅକ୍ଷରେଖାରେ ନିଆଯାଏ । ବସ୍ତୁଟି ସମ ବେଗରେ ବା ଅସମ ବେଗରେ ଗତି କରୁଥିଲେ ବା ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହିଥିଲେ ତାହାର ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କରାଯାଇପାରିବ ।



ଚିତ୍ର **5.3** ସମବେଗରେ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍

ମନେକର ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ସରଳରେଖାରେ ସମ ବେଗରେ ଗତି କରୁଛି । ଏହି ଗତିରେ ବସ୍ତୁଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ସମାନ ସମୟ ଅନ୍ତରାଳରେ ସମାନ ପରିମାଣରେ ବୃଦ୍ଧିପାଏ । ଏ ପ୍ରକାର ଗତି ପାଇଁ ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍ ଏକ ତୀର୍ଯ୍ୟକ୍ ସରଳରେଖା ହୁଏ, ଯାହା ଚିତ୍ର 5.3 ରେ OB ରେଖାଦ୍ୱାରା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏହା ସୂଚାଇ ଦେଉଛି ଯେ, ଦୂରତା ସମହାରରେ ବୃଦ୍ଧି ହେଉଛି । Y-ଅକ୍ଷରେଖାରେ ଦୂରତା ପରିବର୍ତ୍ତେ ଯଦି ବିସ୍ଥାପନ ଏବଂ X-ଅକ୍ଷରେଖାରେ ସମୟ ନେଇ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କଲେ, ଏହା ଚିତ୍ର 5.3ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଲାଭଳି ଏକ ତୀର୍ଯ୍ୟକ୍ ରେଖା ହେବ । ସେଥିରୁ ପରିବେଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇପାରିବ ।

ଏହି ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍‌ରୁ ବେଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇପାରିବ । ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ A ଓ B ନାମକ ଦୁଇଟି ବିନ୍ଦୁ ନିଅ । A ସ୍ଥାନରେ ସମୟର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ t_1 ଏବଂ B ସ୍ଥାନରେ ସମୟର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ t_2 ହେଉ । ସେହିପରି A ଓ B ବିନ୍ଦୁର ଦୂରତାର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ ଯଥାକ୍ରମେ s_1 ଓ s_2 ହେଉ । A ବିନ୍ଦୁରୁ X-ଅକ୍ଷରେଖା ସହ ସମାନ୍ତର କରି ଏକ ରେଖା ଟାଣ ଏବଂ B ବିନ୍ଦୁରୁ Y-ଅକ୍ଷରେଖା ସହ ସମାନ୍ତର କରି ଅନ୍ୟ ଏକ ରେଖା ଟାଣ । ଏମାନେ ପରସ୍ପରକୁ C ବିନ୍ଦୁରେ ଛେଦ କରନ୍ତୁ ।

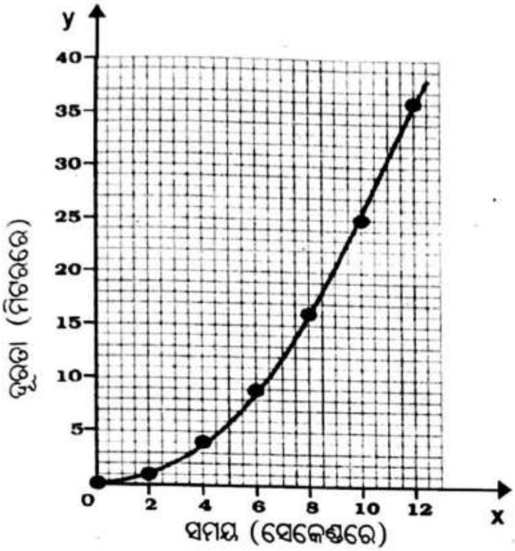
ବର୍ତ୍ତମାନ ABC ତ୍ରିଭୁଜରେ AC ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ $(t_2 - t_1)$କୁ ଏବଂ BC ସେହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତାର ବ୍ୟବଧାନ $(s_2 - s_1)$କୁ ସୂଚାଏ । ତେଣୁ,

$$\text{ବେଗ, } v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1}$$

ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଗତି ପାଇଁ ଆମେ ସମୟ - ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍ ମଧ୍ୟ ଅଙ୍କନ କରିପାରିବା । ସାରଣୀ 5.2ରେ ଗୋଟିଏ ଗତିଶୀଳ କାର୍‌ର ପ୍ରତି ଦୁଇ ସେକେଣ୍ଡ ଅନ୍ତରାଳରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତାକୁ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଏହି ସାରଣୀ କାର୍‌ର ଅସମ ଗତିକୁ ସୂଚିତ କରୁଛି । (କାହିଁକି କହିଲ ?)

ସାରଣୀ **5.2**

ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ (ସେକେଣ୍ଡରେ)	ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା (ମିଟରରେ)
0	0
2	1
4	4
6	9
8	16
10	25
12	36



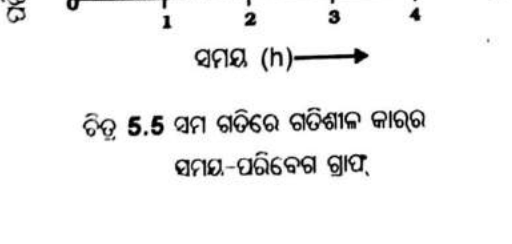
ଚିତ୍ର **5.4** ଅସମ ବେଗରେ ଗତିଶୀଳ କାର୍‌ର ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍

ସାରଣୀ 5.2ରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ତଥ୍ୟକୁ ନେଇ ଏକ ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କଲେ ତାହା ଚିତ୍ର 5.4 ପରି ହେବ (ତୁମେ ଏହା ଅଙ୍କନ କର) । ସମ ବେଗରେ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍ ଚିତ୍ର 5.3 ଠାରୁ ଅସମ ବେଗରେ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍ ଭିନ୍ନ ହୁଏ ।

5.4.2 ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍

(Velocity-Time Graph)

ଆମେ ପୂର୍ବରୁ ଆଲୋଚନା କରିଥିବା ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍ ପରି, ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ ସମୟକୁ X-ଅକ୍ଷରେଖାରେ ଏବଂ ପରିବେଗକୁ Y-ଅକ୍ଷରେଖାରେ ନିଆଯାଏ ।



ଚିତ୍ର **5.5** ସମ ଗତିରେ ଗତିଶୀଳ କାର୍‌ର ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍

ଯଦି ବସ୍ତୁଟି ସମ ପରିବେଗରେ ଗତି କରୁଥାଏ ତାହାହେଲେ ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍ ସମୟ ଅକ୍ଷରେଖା ସହିତ ସମାନ୍ତର ଏକ ସରଳରେଖା ହୁଏ । ଏହାର ଉଚ୍ଚତା ସମୟ ଅକ୍ଷରେଖା ସହ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ ନାହିଁ । ଏହା ରେଖା AB ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହୋଇଛି । ଚିତ୍ର 5.5 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫରେ କାର୍‌ଟି ସ୍ଥିର ପରିବେଗ 40km/hରେ ଗତି କରୁଛି ।

ଆମେ ଜାଣିଛୁ, ଯଦି ବସ୍ତୁଟି ସମ ପରିବେଗରେ ଗତି କରୁଥାଏ, ତାହାହେଲେ ପରିବେଗ ଓ ସମୟର ଗୁଣଫଳ ବିସ୍ଥାପନକୁ ସୂଚାଏ । **ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍ ଓ ସମୟ ଅକ୍ଷରେଖା ମଧ୍ୟରେ ସମୟର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତ ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ଆବଦ୍ଧ କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ସେହି ସମୟ ଅନ୍ତରାଳରେ ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନର ପରିମାଣକୁ ସୂଚାଇଥାଏ ।**

ସମୟ t_1 ଓ t_2 ମଧ୍ୟରେ କାର୍‌ଟି ଅତିକ୍ରମ କରୁଥିବା ଦୂରତା (ଚିତ୍ର 5.5) ଜାଣିବା ପାଇଁ A ଓ B ବିନ୍ଦୁରୁ ଦୁଇଟି ଲମ୍ବ AC ଓ BD ଅଙ୍କନ କର, ଯାହା X-ଅକ୍ଷରେଖାକୁ ଯଥାକ୍ରମେ C ଓ D ବିନ୍ଦୁରେ ଛେଦ କରିବ । AC କିମ୍ବା BDର ଉଚ୍ଚତା 40km/h ପରିବେଗକୁ ସୂଚାଉଥିବା ବେଳେ AB କିମ୍ବା CDର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ($t_2 - t_1$) ସମୟ ଅନ୍ତରାଳକୁ ସୂଚିତ କରୁଛି । କାର୍‌ଟି ($t_2 - t_1$) ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରିଥିବା ଦୂରତା/ପରିବେଗକୁ s ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କଲେ,

s = ABDC ର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ = AC × CD

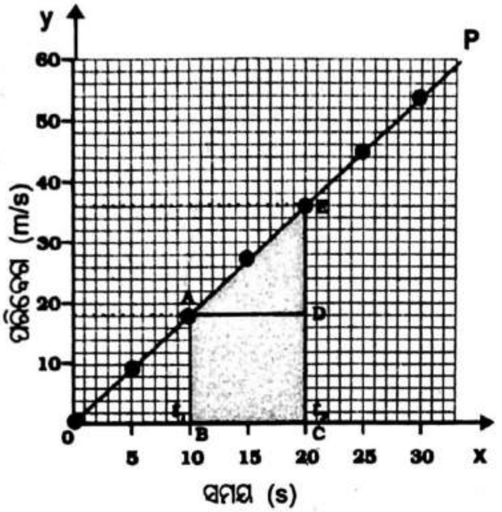
$$= 40\frac{km}{h} \times (t_2 - t_1)\,h$$

$$= 40 \times (t_2 - t_1)\ km$$

ମନେକର ଗୋଟିଏ କାର ସଳଖ ପଥରେ ସମ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ବେଗରେ ଗତି କରୁଛି । ପ୍ରତି 5 ସେକେଣ୍ଡରେ ତାହାର ପରିବେଗକୁ m/s ଏବଂ km/h ଏକକରେ ସାରଣୀ 5.3ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

ସାରଣୀ **5.3**

ସମୟ (s)	ପରିବେଗ (m/s)	ପରିବେଗ (km/h)
0	0	0
5	9	2.5
10	18	5.0
15	27	7.5
20	36	10.0
25	45	12.5
30	54	15.0



ଚିତ୍ର **5.6** ସମ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ବେଗରେ ଗତି କରୁଥିବା କାର୍‌ର ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍

ଏହି କାର୍‌ର ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍‌କୁ ଚିତ୍ର 5.6ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । 5.3 ସାରଣୀରେ ସମାନ ସମୟ ଅନ୍ତରାଳରେ ପରିବେଗ ସମାନ ପରିମାଣରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଛି । ତେଣୁ ଏହି ସାରଣୀ ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ସମତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଗତି ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍ ଗୋଟିଏ ଦୀର୍ଘ୍ୟିକ ସରଳରେଖା ହେବ ଯାହା ଚିତ୍ର 5.6ରେ ଅଙ୍କିତ ହୋଇଛି ।

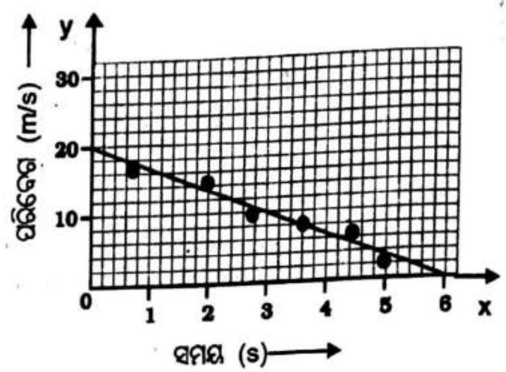
ଏହି ଗ୍ରାଫ୍‌ରୁ କାର୍‌ଟି କେତେ ଦୂର ଯାଇଛି, ତାହା ମଧ୍ୟ ଜାଣିହେବ । ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍ ଓ ସମୟ ଅକ୍ଷ ମଧ୍ୟରେ ଦୁଇଟି ସମୟ ମୁହୂର୍ତ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ଆବଦ୍ଧ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ, କାର୍‌ଟି ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରିଥିବା ମୋଟ୍ ଦୂରତାକୁ ସୂଚାଏ । ତେଣୁ କାର୍‌ଟି ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରୁଥିବା ଦୂରତା 's', ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍ (ଚିତ୍ର 5.6) ABCDE କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ସଙ୍ଗେ ସମାନ ହେବ ।

∴ s = ABCDE କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

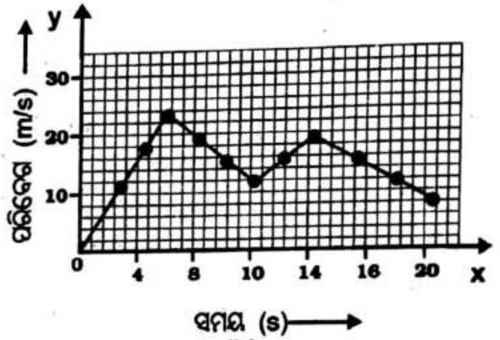
= ABCD ଆୟତକ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

+ ADE ତ୍ରିଭୁଜର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

$$= (AB \times BC) + \frac{1}{2}(AD \times ED)$$



(a)



(b)

ଚିତ୍ର **5.7** ଅସମ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍

ଅସମ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଗତି କ୍ଷେତ୍ରରେ ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍ ଯେ କୌଣସି ଆକୃତିର ହୋଇପାରେ । ଚିତ୍ର 5.7 (a) ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ସମୟ ଅନୁସାରେ ହ୍ରାସ ପାଇଛି । ଚିତ୍ର 5.7 (b) କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍ତୁ ଅସମ ପରିବର୍ତ୍ତୀ ପରିବେଗରେ ଗତି କରୁଛି । ଉଭୟ ଗ୍ରାଫ୍‌କୁ ଅନୁଧ୍ୟାନ କର ଏବଂ ଏହାକୁ ତୁମ ଭାଷାରେ ବର୍ଣ୍ଣନା କର ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 5.8

ସମବେଗରେ ଗତି କରୁଥିବା ଗୋଟିଏ ଟ୍ରେନର ତିନୋଟି ଷ୍ଟେସନ ଯଥା : A, B ଓ Cରେ ପହଞ୍ଚିବାର ଏବଂ ଛାଡ଼ିବାର ସମୟ ଏବଂ A ଷ୍ଟେସନ ଠାରୁ B ଓ Cର ଦୂରତାକୁ ସାରଣୀ 5.4ରେ ଦିଆଯାଇଛି । ଏହି ତଥ୍ୟକୁ ନେଇ ଏକ ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କର ଏବଂ ତାହାକୁ ନିଜ ଭାଷାରେ ବୁଝାଅ ।

ସାରଣୀ 5.4

ଷ୍ଟେସନର ନାମ	A ଷ୍ଟେସନ ଠାରୁ ଦୂରତା (km)	ଷ୍ଟେସନରେ ପହଞ୍ଚିବାର ସମୟ (ଘଣ୍ଟାରେ)	ଷ୍ଟେସନରୁ ଛାଡ଼ିବାର ସମୟ (ଘଣ୍ଟାରେ)
A	0	08:00	08:15
B	120	11:15	11:30
C	180	13:00	13:15

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 5.9

ସୂର୍ଯ୍ୟ ଓ ତାହାର ଭଉଣୀ ବନଲତା ତାଙ୍କ ଘରଠାରୁ 3.6 km ଦୂରରେ ଥିବା ବିଦ୍ୟାଳୟକୁ ସାଇକେଲରେ ଯାଆନ୍ତି । ସେମାନେ ଘରୁ ଏକା ସମୟରେ ବାହାରି ସମାନ ବାଟ ଦେଇ ବିଦ୍ୟାଳୟକୁ ଯାଉଥିଲେ, ମଧ୍ୟ ଅଲଗା ଅଲଗା ସମୟରେ ବିଦ୍ୟାଳୟରେ ପହଞ୍ଚୁଥାନ୍ତି । ସାରଣୀ 5.5 ରେ ସେମାନଙ୍କର ବିଭିନ୍ନ ସମୟରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତାକୁ ଦିଆଯାଇଛି । ଏହାକୁ ଦୁଇଟି ଅଲଗା ଅଲଗା ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କର ଓ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କର ।

ସାରଣୀ 5.5

ସମୟ	ସୂର୍ଯ୍ୟ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରୁଥିବା ଦୂରତା (km)	ବନଲତା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରୁଥିବା ଦୂରତା (km)
8:00 am	0	0
8:05 am	1.00	0.8
8:10 am	1.9	1.6
8:15 am	2.8	2.3
8:20 am	3.6	3.0
8:25 am	———	3.6

ପ୍ରଶ୍ନ :

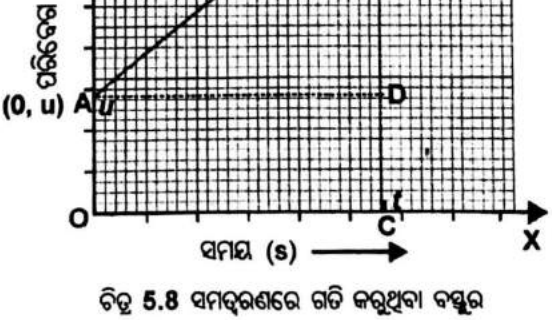
1. ସମ ଓ ଅସମ ବେଗରେ ଗତି କରୁଥିବା ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍‌ର ଲକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକ ଲେଖ ।
2. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍ ସମୟ ଅକ୍ଷ ସହ ସମାନ୍ତର ହୋଇଥିଲେ, ତାହାର ଗତି କ'ଣ ହୋଇପାରେ ବୋଲି ତୁମେ ଭାବୁଛ ?
3. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ସମୟ-ବେଗ ଗ୍ରାଫ୍ ଏକ ସରଳରେଖା ଏବଂ ଏହା ସମୟ ଅକ୍ଷ ସହ ସମାନ୍ତର । ବସ୍ତୁର ଗତି ବିଷୟରେ ତୁମେ କ'ଣ କହିପାରିବ ?

5.5 ଲୈଖିକ ପଦ୍ଧତିରେ ଗତି ସମୀକରଣ ଗୁଡ଼ିକର ବ୍ୟୁତ୍ପତ୍ତି

(Derivation of Equations of Motion by Graphical Methods)

ମନେକର ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଏକ ସରଳରେଖାରେ ସମ ତ୍ୱରଣରେ ଗତି କରୁଛି । ସେହି ରେଖାରେ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରୁ ବାହାରି (t) ସମୟ ପରେ ଆଉ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରେ ପହଞ୍ଚିଲା । ଯଦି,

u = ବସ୍ତୁର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ ($t = 0$ ସମୟରେ)
v = ବସ୍ତୁର ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ ($t = t$ ସମୟରେ)
t = ଗତି କରୁଥିବା ସମୟ ଅବଧି
a = ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ
s = t ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ବସ୍ତୁଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା



ଚିତ୍ର 5.8 ସମତ୍ୱରଣରେ ଗତି କରୁଥିବା ବସ୍ତୁର ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍

ଏହି ରାଶିମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସମ୍ପର୍କକୁ ତିନୋଟି ସମୀକରଣ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରକାଶ କରିହେବ । ଏମାନଙ୍କୁ ଗତି ସମୀକରଣ (equation of motion) କୁହାଯାଏ । ଏହି ଗତି ସମୀକରଣ ଗୁଡ଼ିକ ହେଲା-

$v = u + at$

$s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$2as = v^2 - u^2$

ଏହି ସମୀକରଣଗୁଡ଼ିକୁ ମଧ୍ୟ ଲୈଖିକ ପଦ୍ଧତିରେ ବ୍ୟୁତ୍ପତ୍ତି କରାଯାଇପାରିବ । ଆସ ସେ ବିଷୟରେ ଏଠାରେ ସମୟ-ପରିବେଗ ସମ୍ପର୍କିତ ସମୀକରଣ ନିଗମନ କରିବା ।

5.5.1 ପ୍ରଥମ ଗତି ସମୀକରଣ :
(ସମୟ-ପରିବେଗ ସମ୍ପର୍କିତ ସମୀକରଣ) (Equation for Velocity-Time Relation)

ମନେକର ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଏକ ସରଳରେଖାରେ ସମତ୍ୱରଣ a ରେ ଗତି କରୁଛି । ଆରମ୍ଭରେ ଅର୍ଥାତ୍

t = 0 ସମୟବେଳେ ତାହାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ = u

t ସମୟ ପରେ ତାହାର ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ = v

t ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = s

X-ଅକ୍ଷରେଖାରେ ସମୟକୁ ଏବଂ Y-ଅକ୍ଷରେଖାରେ ପରିବେଗକୁ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

ସମୟର ପରିବର୍ତ୍ତନ ସହ ପରିବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ଗ୍ରାଫ୍ (ଚିତ୍ର 5.8) ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।

A ବିନ୍ଦୁ t = 0 ସମୟରେ ବସ୍ତୁର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାନ ଏବଂ ଏହାର ନିର୍ଦ୍ଦେଶାଙ୍କ ଦ୍ୱୟ **(o, u)**, B ବିନ୍ଦୁ t = t ସମୟରେ ବସ୍ତୁର ଅନ୍ତିମ ଅବସ୍ଥାନ ଏବଂ ଏହାର ନିର୍ଦ୍ଦେଶାଙ୍କଦ୍ୱୟ **(t, v)** । ବସ୍ତୁଟି ସମ ପରିବେଗରେ ଗତି କରୁଥିବାରୁ ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍ AB ସରଳରେଖା ଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଗତି ସମୀକରଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ, B ବିନ୍ଦୁରୁ X-ଅକ୍ଷରେଖା ପ୍ରତି BC ଲମ୍ବ ଟାଣ ଯାହା A ବିନ୍ଦୁରୁ X-ଅକ୍ଷରେଖା ପ୍ରତି ଅଙ୍କିତ AD ସମାନ୍ତର ରେଖା, BCକୁ D ବିନ୍ଦୁରେ ଛେଦ କରିବ ।

ଚିତ୍ର ଅନୁସାରେ,

$OA = DC = u$

$BC = v$

$AD = t$

$BD = BC - DC = v - u$

ତ୍ୱରଣର ସଂଜ୍ଞାନୁସାରେ,

$$a = \frac{\text{ପରିବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ}}{\text{ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ}}$$

ବା $a = \frac{BD}{AD} = \frac{v-u}{t}$

$\Rightarrow at = v - u$

$\therefore \boxed{v = u + at}$

ଏହା ପ୍ରଥମ ଗତି ସମୀକରଣ ଅଟେ । ଏହା ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ, ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ, ତ୍ୱରଣ ଓ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ରହିଥିବା ସମ୍ପର୍କକୁ ପ୍ରକାଶ କରୁଛି ।

5.5.2 ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ସମୀକରଣ :
(ସମୟ-ଅବସ୍ଥାନ ସମ୍ପର୍କ ସମୀକରଣ) (Equation for Position-Time Relation)

ଗୋଟିଏ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନ ଓ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସମ୍ପର୍କର ସମୀକରଣକୁ ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ସମୀକରଣ କୁହାଯାଏ । ଏହି ସମୀକରଣ ବିପ୍ତନ୍ନ କରିବା ପାଇଁ ଆମେ ଆଉଥରେ ଚିତ୍ର 5.8କୁ ବିଚାରକୁ ନେବା । ଏହି ଚିତ୍ରରେ ଲେଖ AB ଏକ ସମତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ବସ୍ତୁର ସରଳରୈଖିକ ଗତି ପାଇଁ ଅଙ୍କିତ ହୋଇଛି । ମନେକର ବସ୍ତୁଟି ମୂଳବିନ୍ଦୁରୁ ଯାତ୍ରା ଆରମ୍ଭ କରି ଏକ ସରଳରେଖାରେ ତ୍ୱରଣ **a** ରେ ଗତି କରି **t** ସମୟ ମଧ୍ୟରେ **s** ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିଛି । ଏହି ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତାର ଏକ ସମୀକରଣ ଚିତ୍ର 5.8ର ଗ୍ରାଫ୍‌ରୁ ବିପ୍ତନ୍ନ କରିହେବ । ଲେଖ AB ଓ X-ଅକ୍ଷରେଖା ମଧ୍ୟରେ **t** ସମୟ ଅବଧି ମଧ୍ୟରେ ଆବଦ୍ଧ ଆୟତାକାର କ୍ଷେତ୍ର **OABC** ର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ **t** ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ବସ୍ତୁଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା **s**ର ପରିମାଣ ସହ ସମାନ ।

$\therefore$ s = OABC କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

= OADC ଆୟତକ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

+ ABD ତ୍ରିଭୁଜର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

$= (OA \times OC) + \frac{1}{2}(AD \times BD)$

$= u \times t + \frac{1}{2} t \times at \quad [\because BD = v - u = at]$

$= \boxed{ut + \frac{1}{2}at^2}$

ଏହା ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ସମୀକରଣ ଅଟେ । ଏହା ସରଳରେଖାର ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା, ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ, ତ୍ୱରଣ ଓ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ରହିଥିବା ସମ୍ପର୍କକୁ ପ୍ରକାଶ କରୁଛି ।

5.5.3 ତୃତୀୟ ଗତି ସମୀକରଣ (ପରିବେଗ-ଅବସ୍ଥାନ ସମ୍ପର୍କିତ ସମୀକରଣ) (Equation for Position-Velocity Relation)

ଚିତ୍ର 5.8ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଥିବା ବସ୍ତୁର ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ ବସ୍ତୁଟି t ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରୁଥିବା ଦୂରତା s କୁ ନିମ୍ନମତେ ଅନ୍ୟ ଏକ ସମୀକରଣ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇପାରିବ ।

$\therefore$ s = OABC ଟ୍ରାପିଜିୟମର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

$= \frac{(AO + BC)}{2} \times OC$

OA = u, BC = v, OC = t

ଏହି ମୂଲ୍ୟକୁ ସମୀକରଣରେ ବସାଇଲେ

$$s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$$

$\because v = u + at$

ତେଣୁ, $at = v - u$

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

t ର ଏହି ମୂଲ୍ୟ ସଂସ୍ଥାପନ କଲେ,

$$s = \frac{(u+v)(v-u)}{2a}$$

$$= \frac{v^2 - u^2}{2a}$$

$$\Rightarrow 2as = v^2 - u^2$$

ବା $\boxed{v^2 = u^2 + 2as}$

ଏହା ତୃତୀୟ ଗତି ସମୀକରଣ ଅଟେ । ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ, ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ, ତ୍ୱରଣ ଓ ସରଳରେଖାରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା (ବିସ୍ଥାପନ) ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କକୁ ଏହା ପ୍ରକାଶ କରୁଛି ।

ଉଦାହରଣ : 5.4

ଗୋଟିଏ ରେଳଗାଡ଼ି ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାରୁ ଏକ ସରଳ-ପଥରେ ଯାତ୍ରା ଆରମ୍ଭ କଲା । ଗାଡ଼ିଟି 5 ମିନିଟ୍ ମଧ୍ୟରେ 72 km/h ପରିବେଗ ଲାଭ କଲା । ଯଦି ରେଳଗାଡ଼ିଟି ସମ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ବେଗରେ ଗତି କରୁଥାଏ, ତାହାହେଲେ ତାହାର

(i) ତ୍ୱରଣ କେତେ ?

ଏବଂ (ii) ଏହି ପରିବେଗ ଲାଭ କରିବାକୁ ଗାଡ଼ିଟି କେତେ ଦୂର ଯାଇଥିବ ?

ଉତ୍ତର :

ଏଠାରେ ଦତ୍ତ ଅଛି,

u = 0

v = 72km/h = 20m/s

t = 5 ମିନିଟ୍ = 5 × 60s

= 300s

(i) $a = \frac{v-u}{t}$

$$= \frac{20m/s - 0m/s}{300s} = \frac{1}{15} m/s^2$$

(ii) ଦୂରତା, $s = \frac{v^2 - u^2}{2a}$

$$= \frac{v^2 - o^2}{2a}$$

$$= \frac{\left(20\frac{m}{s}\right)^2}{2 \times \frac{1}{15} m/s^2}$$

= 3000m ବା *3 km*

ଦୂରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟର ଦ୍ୱିତୀୟ ପ୍ରଣାଳୀ -

$s = ut + \frac{1}{2}at^2$ ସୂତ୍ର ମଧ୍ୟ ଅନ୍ୟ ପଦ୍ଧତିରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହେବ । ଏହାକୁ ନିଜେକରି ଦେଖ ।

ଉଦାହରଣ : 5.5

ଗୋଟିଏ କାର୍ ସମ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଗତିରେ ଯାଉଛି । 5 ସେକେଣ୍ଡରେ ତାହାର ବେଗ 18km/h ରୁ 36km/h କୁ ବୃଦ୍ଧି ହେଲା । ତାହାହେଲେ,

(i) କାରର ତ୍ୱରଣ କେତେ ?

(ii) ଏହି ସମୟ ଭିତରେ କାରଟି କେତେ ଦୂର ଯାଇଥିବ ?

ଉତ୍ତର :

ଏଠାରେ ଦତ୍ତ ଅଛି, $u = 18km/h = 5m/s$

$v = 36km/h = 10m/s$

$t = 5s$

(i) ତ୍ୱରଣ, $a = \frac{v-u}{t}$

$= \frac{10m/s - 5m/s}{5s}$

$= \frac{5m/s}{5s}$

$= 1m/s^2$

(ii) ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା,

$s = ut + ½at^2$

$= 5\frac{m}{s} \times 5s + ½ \times 1\frac{m}{s^2} \times (5s)^2$

$= 25m + 12.5m$

$= 37.5m$

ଉଦାହରଣ : 5.6

ଗତିଶୀଳ ଏକ କାରରେ ବ୍ରେକ୍ ଦେବାରୁ ଗାଡ଼ିଟି ଗତିର ବିପରୀତ ଦିଗରେ $6m/s^2$ ତ୍ୱରଣ ଲାଭକଲା । କାରଟି ସ୍ଥିର ହେବାପାଇଁ ଯଦି 2s ସମୟ ଲାଗିଥାଏ, ତାହାହେଲେ ବ୍ରେକ୍ ମାରିଲା ପରେ କାରଟି କେତେ ଦୂର ଯାଇଥିବ ?

ଉତ୍ତର :

ଦତ୍ତ ଅଛି , $a = -6m/s^2$

$t = 2s$

$v = 0 m/s$

$\therefore v = u + at$

$\Rightarrow 0 = u + (-6m/s^2) \times 2s$

$= u - 12m/s$

$\therefore u = 12m/s$

ସେହି ସମୟରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା,

$s = ut + ½ at^2$

$= 12\frac{m}{s} \times 2s + \frac{1}{2}\left(-6\frac{m}{s^2}\right) \times (2s)^2$

$= 24m - 12m$

$= 12m$

ଏଥିରୁ ତୁମେ ଜାଣିପାରୁଥିବ କାହିଁକି ଗାଡ଼ିଚାଳକଙ୍କୁ ଅନ୍ୟ ଗାଡ଼ି ଠାରୁ କିଛି ଦୂରତା ଛାଡ଼ି ଗାଡ଼ି ଚଳାଇବାକୁ ସତର୍କ କରାଯାଏ ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

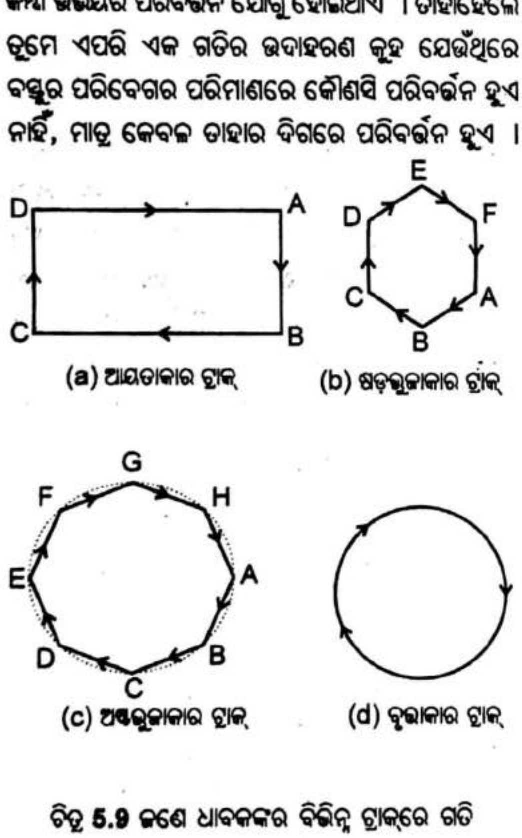
1. ଗୋଟିଏ ବସ୍ ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରୁ ଗତି ଆରମ୍ଭ କରି 2 ମିନିଟ୍‌ରେ 0.1 m/s^2 ତ୍ୱରଣ ଲାଭ କଲା । ତାହାହେଲେ,
   (i) ଏହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ବସ୍‌ଟି କେତେ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିଥିଲା ?
   (ii) ଗାଡ଼ିଟି କେତେ ବେଗରେ ଯାଉଥିଲା ?
2. ଗୋଟିଏ ଟ୍ରେନ୍ 90 km/h ବେଗରେ ଗତି କରୁଥିଲା । ହଠାତ୍ ଟ୍ରେନ୍‌ର ବ୍ରେକ୍ ଦେଇ ଟ୍ରେନ୍‌ଟିର ତ୍ୱରଣ -0.5 m/s^2 କରାଗଲା । ଟ୍ରେନ୍‌ଟି ସ୍ଥିର ହେବା ପୂର୍ବରୁ କେତେ ଦୂର ଯାଇପାରିବ ?
3. ଗୋଟିଏ କାର୍ ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରୁ ସମ ତ୍ୱରଣରେ ଗତି କଲା । ଏହାର ତ୍ୱରଣ 4 m/s^2 ହେଲେ, 3 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ କାର୍‌ର ପରିବେଗ କେତେ ହେବ ?

4. ଗୋଟିଏ ଗମ୍ବୁଜ ଉପରୁ ହାତରେ ଧରିଥିବା ପଥରଟିକୁ ଛାଡ଼ିଦେଲାପରେ 4 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ତାହା ଭୂଇଁରେ ପଡ଼ିଲା । ଗମ୍ବୁଜର ଉଚ୍ଚତା କେତେ ? (g = 10 m/s^2)

5. ସଳଖ ରାଜପଥରେ ସମତ୍ୱରଣରେ ଗତି କରୁଥିବା ଗୋଟିଏ ଗାଡ଼ିର ବେଗ 5 ସେକେଣ୍ଡରେ 10 ମି/ସେ ରୁ 26 ମି/ସେ ବେଗକୁ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ହେଲେ, ସେହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଗାଡ଼ିଟି କେତେ ବାଟ ଗତି କରିଥିବ ?

5.6 ସମବୃତ୍ତୀୟ ଗତି (Uniform Circular Motion)

କୌଣସି ବସ୍ତୁର ପରିବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଲେ ଆମେ ବସ୍ତୁଟି ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଗତି କରୁଛି ବୋଲି କହୁ । ପରିବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ପରିବେଗର ପରିମାଣ କିମ୍ବା ଦିଗ କିମ୍ବା ଉଭୟର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଯୋଗୁଁ ହୋଇଥାଏ । ତାହାହେଲେ ତୁମେ ଏପରି ଏକ ଗତିର ଉଦାହରଣ କୁହ ଯେଉଁଥିରେ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗର ପରିମାଣରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ନାହିଁ, ମାତ୍ର କେବଳ ତାହାର ଦିଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ।



(a) ଆୟତାକାର ଟ୍ରାକ୍ (b) ଷଡ଼ଭୁଜାକାର ଟ୍ରାକ୍

(c) ଅଷ୍ଟଭୁଜାକାର ଟ୍ରାକ୍ (d) ବୃତ୍ତାକାର ଟ୍ରାକ୍

ଚିତ୍ର 5.9 ଜଣେ ଧାବକଙ୍କର ବିଭିନ୍ନ ଟ୍ରାକ୍‌ରେ ଗତି

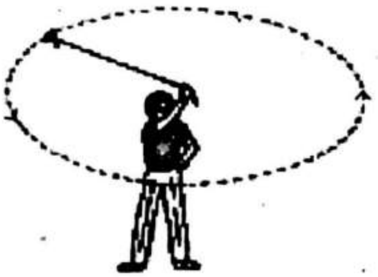
ମନେକର ଜଣେ ଧାବକ ଚିତ୍ର 5.9 (a)ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଲାଭଳି ଏକ ଆୟତାକାର ଟ୍ରାକ୍ ABCD ରେ ଦୌଡ଼ୁଛନ୍ତି । ସେ ସମବେଗରେ ସଳଖ ଅଂଶ AB, BC, CD ଓ DA ଟ୍ରାକ୍ ଦେଇ ଦୌଡ଼ୁଛନ୍ତି । ନିଜକୁ ଟ୍ରାକ୍‌ରେ ରଖିବା ପାଇଁ ସେ ଆୟତାକାର ଟ୍ରାକ୍‌ର କର୍ଣ୍ଣର ନିକଟରେ ନିଜର ଗତିର ଦିଗକୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରନ୍ତି । ତାହାହେଲେ ସେ ଟ୍ରାକ୍‌ରେ ଗୋଟିଏ ଥର ପୂର୍ଣ୍ଣ ଦୌଡ଼ିବାକୁ କେତେ ଥର ନିଜର ଦିଗ, ପରିବେଗ କିମ୍ବା ବେଗର ଦିଗ କିମ୍ବା ଗତିର ଦିଗ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିଛନ୍ତି ?

ସେହିଭଳି ଷଡ଼ଭୁଜ, ଅଷ୍ଟଭୁଜ ଓ ବୃତ୍ତାକାର ଟ୍ରାକ୍‌ରେ ଗତି କଲାବେଳେ ସେ କେତେ ଥର ଲେଖାଏଁ ଦିଗ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିବେ ? ଏଥିରୁ ଜଣାଯାଉଛି, ଧାବକ ଜଣକ ବିଭିନ୍ନ ଟ୍ରାକରେ ଦୌଡ଼ିଲାବେଳେ, ତାଙ୍କର ଗତିର ଦିଗ ବଦଳାଇବା, କ୍ଷେତ୍ରର ବାହୁ ସଂଖ୍ୟା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରୁଛି । ଏହିପରି ଯଦି ଆମେ ଟ୍ରାକ୍‌ଗୁଡ଼ିକରେ ବାହୁ ସଂଖ୍ୟାକୁ ବଢ଼ାଇ ବଢ଼ାଇ ଯିବା ଏବଂ ଯେତେବେଳେ ବାହୁ ସଂଖ୍ୟା ଅସଂଖ୍ୟ (infinity) ହେବ, ସେତେବେଳେ କ୍ଷେତ୍ରର ଆକୃତି କିପରି ହେବ, କହିଲ ଦେଖି ? ନିଶ୍ଚିତ ସେ ଟ୍ରାକ୍‌ର ଆକୃତି ପ୍ରାୟତଃ ବୃତ୍ତାକାର ହେବ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବାହୁର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ହ୍ରାସ ପାଇ ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରେ ପରିଣତ ହେବ । ଯଦି ଧାବକ ଜଣକ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବେଗରେ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଗତି କରନ୍ତି, ତାହାହେଲେ ତାଙ୍କର ଗତିର ଦିଗ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିନ୍ଦୁରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ, ଯାହା ଯୋଗୁଁ ପରିବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ । ଗତିର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଯୋଗୁଁ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ତେଣୁ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଗତି କରିବା ଏକ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଗତିର ଉଦାହରଣ ଅଟେ ।

ମନେକର ଗୋଟିଏ ବୃତ୍ତର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ = r, ତାହାହେଲେ ବୃତ୍ତର ପରିଧି = $2\pi r$ ହେବ । ଯଦି ଜଣେ ଧାବକ ଗୋଟିଏ ଥର ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଗତି କରିବାକୁ t ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ନିଏ, ତାହାହେଲେ ତାହାର ବେଗ

$\upsilon = \frac{2\pi r}{t}$ ହେବ । ଯେତେବେଳେ କୌଣସି ବସ୍ତୁ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ସମବେଗରେ ଗତିକରେ ସେତେବେଳେ ସେହି ଗତିକୁ ସମବୃତ୍ତୀୟ ଗତି (uniform circular motion) କୁହାଯାଏ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ 5.10



ଚିତ୍ର **5.10** ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିବେଗରେ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଘୂରୁଥିବା ଏକ ଛୋଟ ପଥର ଖଣ୍ଡ

ଖଣ୍ଡିଏ ସୁତୁଲି ସଂଗ୍ରହ କର । ଏହାର ଗୋଟିଏ ମୁଣ୍ଡରେ ଖଣ୍ଡେ ଛୋଟ ପଥରକୁ ଦୃଢ଼ ଭାବରେ ବାନ୍ଧି ଦିଅ । ସୁତୁଲିର ଅନ୍ୟ ପାଖକୁ ହାତରେ ଧରି ଚିତ୍ର 5.10 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଲାଭଳି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବେଗରେ ଘୂରାଇଲେ ପଥରଟିର ଗତିପଥ ଏକ ବୃତ୍ତାକାର ପଥ ହେବ । ବର୍ତ୍ତମାନ ହାତରେ ଧରିଥିବା ସୁତୁଲିର ମୁଣ୍ଡକୁ ଛାଡ଼ିଦିଅ, ତାହାହେଲେ ପଥରଟି କେଉଁ ଦିଗରେ ଗତି କଲା ? ଏହି ପରୀକ୍ଷାଟି 4/5 ଥର କରି ପଥରଟି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦିଗରେ ଗତି କରୁଛି କି ନାହିଁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ଏଥିରୁ ଜଣାଯାଉଛି ଯେ, ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଗତି କରୁଥିବା ପଥର ଖଣ୍ଡଟି ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିନ୍ଦୁରେ ତାହାର ଦିଗ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରୁଛି । ଆଉ ମଧ୍ୟ ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ ଯେ, ଯେତେବେଳେ ଖେଳ ପ୍ରତିଯୋଗୀତାରେ ଜଣେ ହାମର (hammer) ବା ଡିସ୍‌କସ୍ (discus) ଫିଙ୍ଗେ ସେତେବେଳେ ସେ ହାମର ବା ଡିସ୍‌କସ୍‌କୁ ନିଜର ହାତ ପାପୁଲିରେ ଧରି କିଛି ଘେରା ବୁଲିଯାଇ ତାହାକୁ ଫିଙ୍ଗିଥାଏ । ଫିଙ୍ଗିଲାବେଳେ ତାହାର ହାତ ପାପୁଲିର ଗତିର ଦିଗ ଯେଉଁଆଡ଼କୁ ଥାଏ, ହାମର ବା ଡିସ୍‌କସ୍ ସେହି ଦିଗରେ ଏକ ସରଳରେଖାରେ ଗତିକରି ଆଗକୁ ଚାଲିଯାଏ ।

ଚନ୍ଦ୍ରର ପୃଥିବୀ ଚାରିପାଖରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ, କୃତ୍ରିମ ଉପଗ୍ରହର ପୃଥିବୀ ଚାରିପାଖରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଇତ୍ୟାଦି ଏହିଭଳି ବୃତ୍ତୀୟ ଗତିର ଉଦାହରଣ ଅଟେ ।

ଆମେ କ'ଣ ଶିଖିଲେ ?

- ସମୟ ଅନୁସାରେ ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥାନର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବସ୍ତୁର ଗତି କୁହାଯାଏ ।
- ଏକକ ସମୟରେ ବସ୍ତୁ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରୁଥିବା ଦୂରତାକୁ ବସ୍ତୁର ବେଗ କୁହାଯାଏ ।
- ଏକକ ସମୟରେ ବସ୍ତୁ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରୁଥିବା ବିସ୍ଥାପନକୁ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ କୁହାଯାଏ ।
- ଏକକ ସମୟରେ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ କୁହାଯାଏ ।
- ଗତି ସମୀକରଣଗୁଡ଼ିକ ହେଲା-

$$v = u + at$$

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$v^2 = u^2 + 2as$$

ଯେଉଁଠି -

u = ବସ୍ତୁର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବେଗ

v = ବସ୍ତୁର ଅନ୍ତିମ ବେଗ

t = ଗତିର ସମୟ

s = ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା

ଏବଂ a = ତ୍ୱରଣ

- ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଗତି କରୁଥିଲେ ତା'ର ଗତିର ଦିଗ ବୃତ୍ତାକାର ପଥର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିନ୍ଦୁରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ । ଯାହା ଯୋଗୁଁ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗରେ ମଧ୍ୟ ଅନବରତ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆସେ ।
- ବସ୍ତୁର ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଗତି ଏକ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଗତି ।
- ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ସମବେଗରେ ଗତି କରିବାକୁ ସମବୃତ୍ତୀୟ ଗତି କୁହାଯାଏ ।

ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

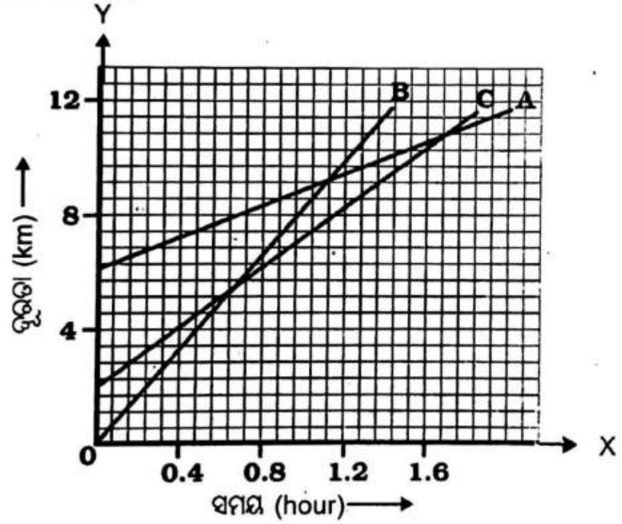
1. 100m ପରିଧି ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଜଣେ ଖେଳାଳୀ 20 ସେକେଣ୍ଡ ସମୟରେ ଥରେ ଘୂରିପାରେ । ତାହାହେଲେ ସେ ଏକ ମିନିଟ୍ 10 ସେକେଣ୍ଡରେ କେତେ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିବ ଓ ତାହାର ବିସ୍ଥାପନ କେତେ ହେବ ?

2. ସୁମନ୍ତ ବିଦ୍ୟାଳୟକୁ ଗଲାବେଳେ 20 km/h ବେଗରେ ଗାଡ଼ିରେ ଯାଏ । ବିଦ୍ୟାଳୟରୁ ଫେରିଲାବେଳେ ତାହାର ଗାଡ଼ିର ବେଗ 30 km/h ହେଲେ, ତାହାର ହାରାହାରି ବେଗ କେତେ ହେବ ?

3. ଏକ ମୋଟର ବୋଟ୍ ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରୁ ଗୋଟିଏ ହ୍ରଦରେ ଏକ ସରଳରେଖାରେ ଗତି କଲା । 8 ସେକେଣ୍ଡ ସମୟରେ ତାହାର ତ୍ୱରଣ 3 m/s^2 ହେଲା । ଏହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ବୋଟ୍‌ଟି କେତେ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିଥିଲା ?

4. ରାମବାବୁ ସକାଳୁ ଘରୁ ବାହାରି ପୂର୍ବ ଦିଗକୁ 2 km ଗଲେ ଏବଂ ସେଠାରୁ ସେଇବାଟ ଦେଇ ଘରକୁ ଫେରି ଆସିଲେ । ଏହି ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିବାକୁ ସେ ମୋଟ୍ 40 ମିନିଟ୍ ସମୟ ନେଇଥିଲେ, ତାଙ୍କର ହାରାହାରି ବେଗ ଓ ପରିବେଗ କଳନା କର ।

5. ଚିତ୍ର 5.11 ରେ ତିନୋଟି ଗାଡ଼ି A, B ଓ Cର ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏହି ଗ୍ରାଫ୍‌କୁ ଅନୁଧ୍ୟାନ କରି ନିମ୍ନ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକର ଉତ୍ତର ଲେଖ ।



ଚିତ୍ର 5.11

(a) ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁ ଗାଡ଼ିଟିର ଗତି ସର୍ବାଧିକ ?

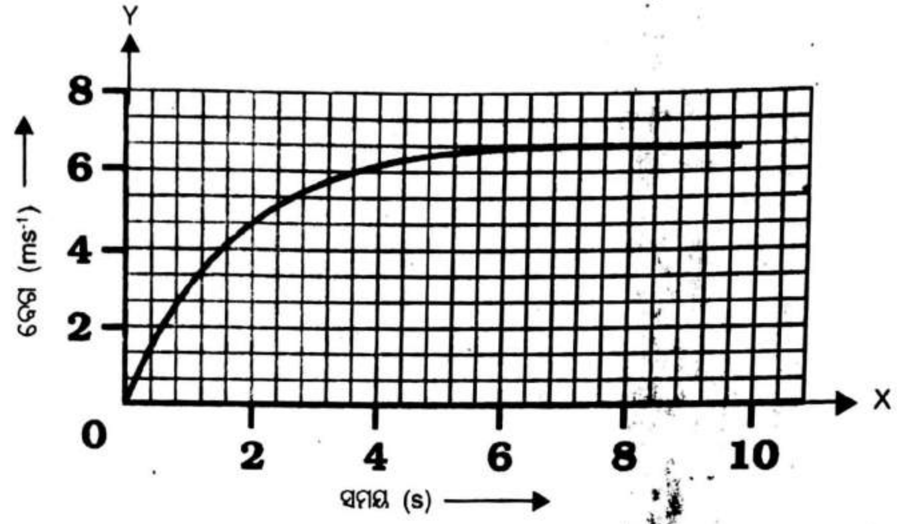
(b) ରାସ୍ତାର କୌଣସି ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରେ ସେମାନେ ଏକାଠି ହେବେ କି ?

(c) B ଗାଡ଼ିଟି A ଗାଡ଼ିକୁ ଅତିକ୍ରମ କରିବା ପରେ C ଗାଡ଼ିଟି କେତେ ଦୂର ଯାଇଥିବ ?

(d) C ଗାଡ଼ିକୁ ଅତିକ୍ରମ କରିବା ପରେ B ଗାଡ଼ିଟି କେତେ ଦୂର ଯାଇଥିବ ?

6. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଭୂମିଠାରୁ 20m ଉପରୁ ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରୁ ମୁକ୍ତ ଭାବରେ ପଡ଼ିଲା । ଭୂପୃଷ୍ଠରେ ପଡ଼ିବାକୁ ଏହାକୁ କେତେ ସମୟ ଲାଗିବ ? ଠିକ୍ ଭୂମିକୁ ଛୁଇଁବା ବେଳେ ଏହାର ପରିବେଗ କେତେ ହେବ ? ($g = 10\ m/s^2$)

7. ଚିତ୍ର 5.12 ରେ ଗୋଟିଏ କାରର ସମୟ-ବେଗ ଗ୍ରାଫ୍ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏହାକୁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ କର ଏବଂ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକର ଉତ୍ତର ଲେଖ ।



ଚିତ୍ର 5.12

(a) ପ୍ରଥମ ଚାରି ସେକେଣ୍ଡରେ କାରଟି କେତେ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିବ ? ଏହି ସମୟରେ କାରଟି ଅତିକ୍ରମ କରିଥିବା ଦୂରତା ପ୍ରଦର୍ଶନ କରୁଥିବା ଗ୍ରାଫ୍‌ର ଅଂଶକୁ ରଙ୍ଗ ଦିଅ ।

(b) ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ କେଉଁ ଅଂଶଟିର କାରଟି ସମ ଗତିରେ ଗତି କରୁଛି ?

8. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ଭୂଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଭୂମିଠାରୁ ଉପରକୁ ନିକ୍ଷେପ କରାଗଲା । ଏହା 4 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ସ୍ଥାନକୁ (ଯେଉଁ ସ୍ଥାନରୁ ଯାଇଥିଲା ସେହି ସ୍ଥାନକୁ) ଫେରି ଆସିଲା । ତାହାହେଲେ ଏହାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବେଗ କେତେ ଥିଲା ? ଏହା କେତେ ଉପରକୁ ଉଠିଥିଲା ? ($g = 10\ m/s^2$)

9. ଗୋଟିଏ କୃତ୍ରିମ ଉପଗ୍ରହ 42250 km ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ବୃତ୍ତାକାର କକ୍ଷରେ ପୃଥିବୀ ପରିକ୍ରମଣ କରୁଅଛି । ଯଦି ଏହା ପୃଥିବୀ ଚାରିପାଖରେ 24 ଘଣ୍ଟାରେ ଥରେ ଘୂରିଆସେ, ତାହାହେଲେ ଏହାର ବେଗ କେତେ କଳନା କର ।

10. ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରୁ ଗୋଟିଏ କାର୍ ଗତି ଆରମ୍ଭ କରି ଏକ ସିଧା ରାସ୍ତାରେ $4\ m/s^2$ ସମ ତ୍ୱରଣରେ ଗତି କଲା । 10 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ଏହାର ପରିବେଗ କେତେ ହେବ ? ଏହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ କାରଟି କେତେ ଦୂର ଯାଇଥିବ ?