ଖଣ୍ଡ-୩

ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁ

୯. ଗତି ଓ ଏହାର ବର୍ଣ୍ଣନା

୧୦. ବଳ ଓ ଗତି

୧୧. ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ

୯

ଗତି ଓ ଏହାର ବର୍ଣ୍ଣନା

ଆମେ ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁର ଗତି ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଜାଣିଛେ । ଯଥା- ବସ, କାର, ସାଇକେଲ ରାସ୍ତାରେ ଗତି କରିବା, ଟ୍ରେନ ରେଳପଥରେ ଯିବା ଓ ଉଡ଼ାଜାହାଜ ଆକାଶରେ ଉଡ଼ିବା, ପଙ୍ଖାର ଗତି ଓ ପିଲାଟିଏ ଦୋଳିରେ ବୁଲିବା ଗତିର ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାର ଭେଦ । କିଏ ଏମାନଙ୍କୁ ଗତି କରାଏ ? ସବୁ ପ୍ରକାର ଗତି କ'ଣ ସମାନ ।

ଆମେ ଦେଖିଲେ କେତେକ ସିଧା ଗତିକରନ୍ତି । କେତେକ ବକ୍ର ପଥରେ ଅନ୍ୟ କେତେକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପଥରେ ଗତି କରିଥାନ୍ତି । କିପରି ଓ କାହିଁକି ଏହି ଗତି ଭିନ୍ନ । ଏସବୁର ଉତ୍ତର ଏହି ବିଷୟରେ ନିଶ୍ଚୟ ମିଳିଯିବ । ଗତିଭିନ୍ନ ଦୂରତା, ବିସ୍ଥାପନ, ବେଗ, ପରିବେଗ ଏବଂ ତ୍ୱରଣ ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଆଲୋଚନା ହେବ । ଆମେ ଯାଣିବା ଏମାନେ କିପରି ସମୟ ସହ ଅଙ୍ଗାଙ୍ଗୀ ଭାବେ ଜଡ଼ିତ୍ । କିପରି ଏକ ବସ୍ତୁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବେଗରେ ଘୂରିଥିବା ସତ୍ୱେ ତ୍ୱରଣ ପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ । ତାହା ଆଲୋଚନା ହେବ ।

ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟ ଶେଷ ହେଲା ବେଳକୁ ଆମେ ନିମ୍ନ ସାରାଂଶ ବୁଝିପାରିବା ।

- ଗତି କାହାକୁ କହନ୍ତି ଏବଂ ସ୍ଥିର ଓ ଗତି ଶୀଳର ବସ୍ତୁର ପ୍ରକାରଭେଦ ବୁଝିବା ।
- ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଗତି ଯଥା – ସରଳରୈଖିକ, ବୃତ୍ତୀୟ, ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଏବଂ ଦୋଳନ ଗତି । ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଧାରଣା ପାଇବେ ।
- ଦୂରତା, ବିସ୍ଥାପନ, ବେଗ, ହାରାହାରି ବେଗ, ପରିବେଗ ଏବଂ ତ୍ୱରଣର ସଂଜ୍ଞା କହିପାରିବେ ।
- ସମଗତି ଓ ସମପୂରଣ ଗତି ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ବୁଝିପାରିବେ ।
- ବିସ୍ଥାପନ, ଗତି, ହାରାହାରୀ ଗତି, ପରିବେଗ ଓ ତ୍ୱରଣ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ ସ୍ଥାପନ କରିପାରିବେ ।
- ଏହି ସମୀକରଣକୁ ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ବ୍ୟବହାର ସହ ଯୋଡ଼ିପାରିବେ ।
- ବୃତ୍ତୀୟଗତି ସମ୍ବନ୍ଧରେ ବୁଝାଇ ପାରିବେ ।

୯.୧ ଗତି ଏବଂ ସ୍ଥିର

ଯଦି ଏକ ବସର ଗତି ଆମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବା ତେବେ ଦୂରତା ଓ ସମୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଶୀଳ ବୋଲି ଅନୁଭବ କରିବା । ତୁମେ ଗୋଟିଏ ବସରେ ଯାଉଛ ଅନ୍ୟ ଏକ ବସ ତୁମ ସହ ସମାନ ଓ ସମାନ୍ତର ବେଗରେ ଯାଉଛି ତୁମେ ଅନୁଭବ କରିବ ଅନ୍ୟ ବସ ତୁମ ଗାଡ଼ିର ସମୟ ସହ ଅବସ୍ଥାନ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରୁନାହିଁ । ଆମକୁ ଲାଗିବ ଅନ୍ୟ ବସଟି ସ୍ଥିର ଅଛି । ସେ ଯାହାବି ହେଉ ଉଭୟ ବସ ଗତିଶୀଳ । ଏହିପରି ଭାବରେ ଏକ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁ ସ୍ଥିର ଭଳି ଅନୁଭବ ହୁଏ ଜଣେ ଦର୍ଶକଙ୍କୁ ମାତ୍ର ଅନ୍ୟ ଜଣେ ଦର୍ଶକଙ୍କ ପାଇଁ ଏହା ଗତିଶୀଳ । ଏହି ପ୍ରକାର ଗତିକୁ ଆପେକ୍ଷିକ ଗତି କହନ୍ତି ।

ଆସ ଆମେ ଆପେକ୍ଷିକ ଗତିର ପ୍ରକାର ଭେଦ ବୁଝିବା । ତୁମେ ମନେକର ଟ୍ରାଫିକ ସିଗନାଲ ପାଖରେ ଏକ ଗାଡ଼ିରେ ବସିଛ । ଯଦି ଟ୍ରାଫିକ୍ ସିଗନାଲ ପାଇଲାମାତ୍ରେ ତୁମ ପଛ ଗାଡ଼ି ତୁମକୁ ଅତିକ୍ରମ କରୁଛି, ତୁମକୁ ଲାଗିବ ତୁମେ ପଛକୁ ପଛ ଯାଉଛ, ଧରାଯାଉ ଚିଣ୍ଟୁ ଓ ଗୋଲୁ ବଜାରକୁ ଯାଉଛନ୍ତି । ଗୋଲୁ ଦୌଡୁଛି ମାତ୍ର ଚିଣ୍ଟୁ ଚାଲୁଛି । ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା ବଢ଼ିବଢ଼ି, ଚାଲିବ, ଯଦି ଓ ସେମାନେ ଏକା ଦିଗରେ ଯାଉଛନ୍ତି । ଗୋଲୁ ଅନୁଭବ କରିବ ଚିଣ୍ଟୁ ତା'ଠାରୁ ଦୁରେଇ ଯାଉଛି । ଚିଣ୍ଟୁ ଅନୁଭବ କରିବ ଗୋଲୁ ତା'ଠାରୁ ବହୁ ଆଗରେ ଅଛି । ଏହା ଆପେକ୍ଷିକ ଗତିର ଏକ ଉଦାହରଣ ।

ଚିତ୍ର ୯.୧ ଚିଣ୍ଟୁ ଗୋଲୁ ଆପେକ୍ଷିକ ଗତିର ଏକ ଉଦାହରଣ

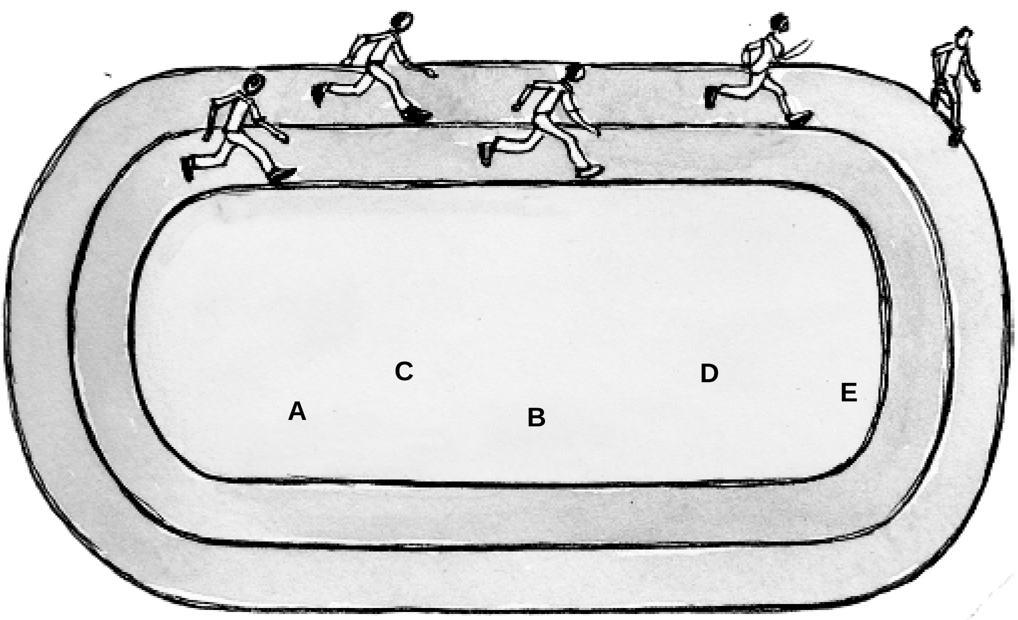
ଭାବିବ ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟରେ ଦେଖାଇବ

ଦିନେ, ସଂଧ୍ୟାବେଳେ ନିମିଶ ନଦୀ କୂଳରେ ଠିଆ ହୋଇ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲା ଯେ ଡ଼ଙ୍ଗା ଗୁଡ଼ିକ କୂଳ ଆଡ଼କୁ ଆସୁଛନ୍ତି, ଗୋରୁଗାଇମାନେ ନଦୀକୂଳ ଛାଡ଼ି ଗାଁ ଆଡ଼କୁ ଯାଉଛନ୍ତି, ପକ୍ଷୀ ଉଡୁଛନ୍ତି ଓ ବସାକୁ ଫେରୁଛନ୍ତି । ଏହିପରି ଅନ୍ୟ କେତେକ ଚିନ୍ତାଧାରା ତୁମ ମୁଣ୍ଡକୁ ଆଣି ତାହାର ତାଲିକା ପ୍ରସ୍ତୁତ କର । ନିମିଷର ଚାରିପଟେ କେଉଁ ପ୍ରକାରର ଘଟଣା ପ୍ରବାହ ଘଟିଛି ।

ଆମେ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ପହଞ୍ଚିଲେ ଯେ ଗତି ବସ୍ତୁସହ ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ, ଧରାଯାଉ ତୁମେ ତୁମର ବଂଧୁଙ୍କ ଆଡ଼କୁ ଯାଉଛ ଯିଏ ପଡ଼ିଆରେ ଠିଆ ହେଇଛି । କେଉଁଭଳି ଭାବରେ ତୁମେ ଗତିଶୀଳ ? ତୁମେ ଯେତେବେଳେ

ତୁମକୁ ପରିକ୍ଷା କରୁଛ ତୁମର ଗତି କେଉଁ ପ୍ରକାରର ? ତୁମ ବଂଧୁ କ'ଣ ତୁମ ସହ ଗତିଶୀଳ ? ବସ୍ତୁଟି ଦର୍ଶକଙ୍କ ସହ ସ୍ଥାନ ପରିବର୍ତ୍ତନ କଲେ ଆମେ ଜାଣି ପାରିବା ସେମାନେ ଗତିଶୀଳ ନଚେତ ସ୍ଥିର ।

ଅନ୍ୟ ଏକ ମଜାଦାର ଉଦାହରଣ ନେଇପାରିବା – 5 ଜଣ ଖେଳାଳୀ 200 ମିଟର ଦୌଡ଼ରେ ଭାଗ ନେଇଛନ୍ତି । ସେମାନେ ସେମାନଙ୍କର ଟ୍ରାକରେ ଦୌଡୁଛନ୍ତି (fig-9.2) । ଖେଳାଳୀ A,B,C,D ଓ E ଯଥାକ୍ରମେ 2,3,4,3,2 ମିଟର ସେକେଣ୍ଡକୁ ଦୌଡ଼ନ୍ତି । କହିପାରିବ କିଏ ଓ କେଉଁ ଖେଳାଳୀ କାହା ସହିତ ସ୍ଥିର ଓ କାହା ସହିତ ଗତିଶୀଳ ?



ଚିତ୍ର-୯.୨

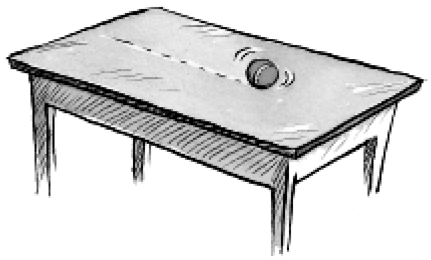
ଟେବୁଲ ଦେଖି ତୁମର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପ୍ରକାଶ କର ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ନିମିଷକୁ ଉତ୍ତର ଦେବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରନ୍ତୁ ।

ଦର୍ଶକ ଖେଳାଳୀ	ଗତିଶୀଳ ଖେଳାଳୀ	ସ୍ଥିର ଖେଳାଳୀ	ମନ୍ତବ୍ୟ
A B C D	B, C, D	E	E ସ୍ଥିର A ସଙ୍ଗେ ତୁଳନା ବେଳେ କାରଣ A ଓ E ର ଗତି 1 ସେକେଣ୍ଡରେ 0 । ମାତ୍ର ଅନ୍ୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ନୁହେଁ ।

୯.୧.୧ଗତିର ପ୍ରକାର ଭେଦ

ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଆମେ ଦେଖୁଛେ ଅନେକ ବସ୍ତୁ ଗତି କରୁଛନ୍ତି । କେତେକ ବସ୍ତୁ ସିଧା ରାସ୍ତାରେ ଗତି କଲାବେଳେ ଅନ୍ୟ କେତେକ ଗତି କରୁନାହାନ୍ତି । ଯଥା- ସରଳରେଖାରେ ଗତି କରୁଥିବା ବସ୍ତୁ ହେଲା, ଗୋଟିଏ ବଲ, ଛାତରୁ ପଡୁଥିବା ପଥର, 100M ଟ୍ରାକରେ ଦୌଡୁଥିବା ବ୍ୟକ୍ତି । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଉଦାହରଣରେ ତୁମେ ଦେଖୁଥିବ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁ ସରଳ ରେଖା ସହିତ ସମୟର ତାଳ ଦେଇ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଉଛନ୍ତି । ଏହି ପ୍ରକାର ଗତିକୁ ସରଳ ରୈଖିକ ଗତି କହନ୍ତି ।



a) ବଲଟି ସମତଳରେ ଗଡୁଛି (ଚିତ୍ର)

b) (ଚିତ୍ର) ପଥରଟି ହାତରୁ ଖସୁଛି ।

c) ଦୌଡ଼ାଳି ୧୦୦ମି/ସେ ବେଗରେ ଟ୍ରାକରେ ଦୌଡୁଛି (ଚିତ୍ର)

ଚିତ୍ର 9.3 ସରଳ ରୈଖିୟ ଗତିର ଉଦାହରଣ

ଅନ୍ୟ କେତେକ ଉଦାହରଣ ଚିନ୍ତା କରିପାରୁଛକି ? ଆପଣମାନେ ଦେଖିଥିବେ ଘଣ୍ଟାରେ ସମୟ କଣ୍ଟାର ଗତି, ଚକ୍ର ଦୋଳିର ଗତି, ବିଦ୍ୟୁତ ପଙ୍ଖାର ଡ଼େଣାର ଗତି । ଏହି ପ୍ରକାର ଗତି ବୃତ୍ତୀୟ ଗତିର ଦାହରଣ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 9.1

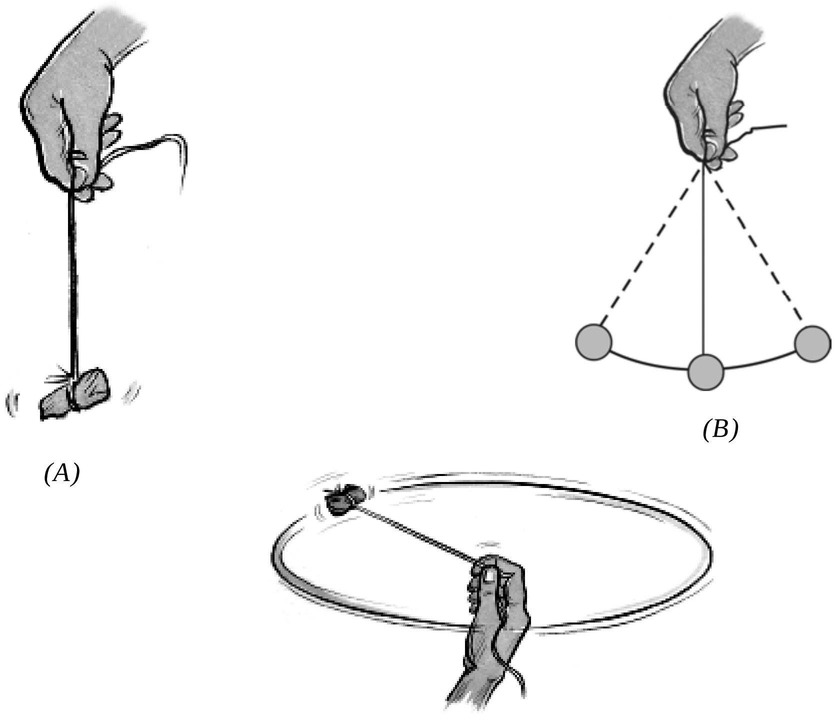
A) ଗୋଟିଏ ମୋଟା ସୁତାରେ ପଥରଟିଏ ବାନ୍ଧି ତୁମ ଉଚ୍ଚତାରୁ ଅଧିକ ଉଚ୍ଚରେ ଝୁଲାଇ ରଖ ।

B) ପଥରଟିକୁ ସାମ୍ନାକୁ ଅଣାଯାଉ । ତାପରେ ଏହାକୁ ଗୋଟିଏ ପଟକୁ ଆଣି ଛାଡ଼ିଦିଆଯାଉ ।

C) ପଥରଟିକୁ ନିଜ ହାତରେ ଦୃଢ଼ଭାବରେ ଧରି ତୁମ ମୁଣ୍ଡ ଚାରିପାଖରେ ଘୁରାଅ, ପଥରଟି ଗତିଶୀଳ ହେବା ଯୋଗୁଁ କେଉଁ ପ୍ରକାରର ଗତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଛି ତାହା ନିମ୍ନ ଟେବୁଲ୍‌ରେ ଯଥାର୍ଥ କାରଣ ସହ ବର୍ଣ୍ଣନା କର ।

ସାରଣୀ ୯.୨

ଅବସ୍ଥା	ଗତିର ପ୍ରକାର ଭେଦ	ବର୍ଣ୍ଣନା
A		
B		
C		



(A) (B) (C)

A)ଜଣେ ବ୍ୟକ୍ତି ପଥରଟି ଓହଳାଇ ଧରିଛନ୍ତି । B)ଜଣେ ବ୍ୟକ୍ତି ଦଉଡ଼ିଟି ଧରି ବୃତ୍ତୀୟ ଗତିରେ ଘୁରାଉଛନ୍ତି ।
C)ଜଣେ ବ୍ୟକ୍ତି ଦଉଡ଼ିଟିକୁ ବୃତ୍ତୀୟ ଗତିରେ ଘୁରାଇ ଛାଡ଼ି ଦେଇଛନ୍ତି ।

ଚିତ୍ର – 9.4 (A) (B) (C)

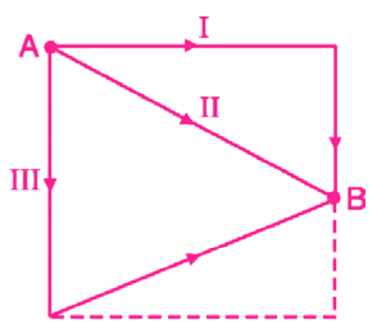
ଆପଣମାନେ କେବେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଛନ୍ତି ଗଛ ଡ଼ାଳର ଗତି ସମ୍ବନ୍ଧରେ ? ଗଛ ଡ଼ାଳ ଦୋହଲିବା ବେଳେ ଡ଼ାଳଟି ମଧ୍ୟବସ୍ଥାରୁ ଆଗକୁ ଓ ପଛକୁ ଗତି କରିଥାଏ । ଏହି ପ୍ରକାର ଗତିକୁ ଦୋଳାୟମାନ ଗତି କହନ୍ତି । ଏହି ପ୍ରକାର ଗତିରେ ବସ୍ତୁଟି ମଧ୍ୟାବସ୍ଥାରୁ ସ୍ଥିରାବସ୍ଥା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଦୋହଲୁଥାଏ । କାନ୍ଥ କଣ୍ଟାରେ ପେଣ୍ଡୁଲମଟି ଏହି ଦୋଳାୟମାନ ଗତିର ଉଦାହରଣ । ସିଲେଇ ମେସିନର କଣ୍ଟାର ଗତି ଦୋଳାୟମାନ ଗତିର ଉଦାହରଣ । ତେବେ ତୁମେମାନେ ନିମିଷ ଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଉଦାହରଣକୁ ବିଭାଗୀକରଣ କରି ପାରିବ ।

୯.୨ ଦୂରତା ଓ ବିସ୍ଥାପନ

ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁପାଇଁ ୨ଟି ପଏଣ୍ଟ ମୁଖ୍ୟତଃ ଆଲୋଚନା କରାଯାଇ ପାରେ । ପ୍ରଥମ ପଏଣ୍ଟଟି କେଉଁଠାରୁ ବସ୍ତୁର ଗତି ଆରମ୍ଭ ହୁଏ । ୨ୟ ପଏଣ୍ଟଟି ହେଲା ବସ୍ତୁଟି କିଛି ସମୟ ପରେ କେଉଁଠାରେ ପହଞ୍ଚିଲା । ଆରମ୍ଭ ଏବଂ ଲକ୍ଷ୍ୟସ୍ଥଳରେ ପହଞ୍ଚିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କିଛି ସମୟ ନେଲା ଏବଂ ରାସ୍ତାଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହେଲା । ଯାତ୍ରା ଆରମ୍ଭ ଓ ଶେଷ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପଥକୁ ବିଭିନ୍ନ ରାସ୍ତାଦ୍ୱାରା ସଂଯୋଗ କରାଯାଇପାରିବ । ବାସ୍ତବିକ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ଯେତିକି ପଥ ଅତିକ୍ରମ କରାଗଲା ତାହାହିଁ ଦୂରତା । ଦୂରତାର ଏକକ ମିଟର ବା କି.ମି.ରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇପାରେ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାର୍ଯ୍ୟ

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ A ଠାରୁ B ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ରାସ୍ତାକୁ ୩ଟି ଅଲଗା ରାସ୍ତାରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରିଛି । ପ୍ରତ୍ୟେକ ରାସ୍ତାର ଦୂରତା କଳନା କର ।



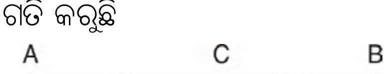
ସ୍କେଲ 1 ସେ.ମି = 10 M

ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରକାର ଗତିରେ ତୁମେମାନେ ଦେଖିବ ବସ୍ତୁଟି ତାର ଅବସ୍ଥାନ ପରିବର୍ତ୍ତନ କଲା ବେଳେ ବସ୍ତୁଟି ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଅନ୍ୟସ୍ଥାନକୁ ଘୁଞ୍ଚିଯାଏ, ଅବସ୍ଥାର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବିସ୍ଥାପନ କୁହାଯାଏ । ସାଧାରଣତଃ ଭାବରେ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାନ ଅନ୍ତିମ ଅବସ୍ଥାନ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତାକୁ ବିସ୍ଥାପନ କୁହାଯାଏ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ ୯.୩

ଦୂରତା ଓ ବିସ୍ଥାପନକୁ ହିସାବ କରି ଲେଖ

a) ବସ୍ତୁଟିଏ Aରୁ B ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗତି କରୁଛି

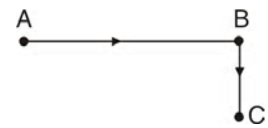


b) ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ A ଠାରୁ B ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗତି କରି C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଫେରିଲା ।

c)

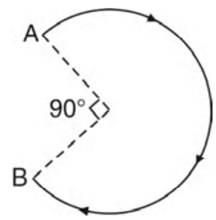
ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ A ଠାରୁ B ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗତି କରି A କୁ ଫେରି ଆସିଲା ।

d)



ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ A ଠାରୁ B ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାପରେ C ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗଲା

d) ଗୋଟିଏ ବୃତ୍ତୀୟ ପଥରେ A ଠାରୁ B ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଅତିକ୍ରମ କଲା ।



ସାରଣୀ 9.3

ଅବସ୍ଥା	ଦୂରତା ।	ବିସ୍ଥାପନ
(i)		
(ii)		
(iii)		
(iv)		
(v)		

ତୁମେ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ପହଞ୍ଚିବ ଯେ-

a) ବିସ୍ଥାପନ ଦୂରତା ସଙ୍ଗେ ସମାନ ବା ତା ଠାରୁ କମ ।

b) ବିସ୍ଥାପନ ଦୂରତା ସଙ୍ଗେ ସମାନ ଯଦି ବସ୍ତୁ ଏକ ସରଳ ରେଖାରେ ଗତି କରେ ।

c) ଯଦି ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ପଥ ବକ୍ର ତେବେ ବିସ୍ଥାପନ ଦୂରତାଠାରୁ କମ ।

d) ବିସ୍ଥାପନ ଶୂନ ହୋଇପାରେ ମାତ୍ର ଦୂରତା ଶୂନ୍ୟ ହୋଇପାରିବନି ।

e) ବିସ୍ଥାପନ କହିଲେ ଅନ୍ତିମ ଅବସ୍ଥା ଓ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାରେ ବିୟୋଗ ବା ଅନ୍ତର'ଳ ।

f) ଦୂରତା କହିଲେ ବସ୍ତୁଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ପଥକୁ ବୁଝାଏ ।

g) ଦୂରତା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ପଥ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ବିସ୍ଥାପନ ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥାନ ଉପରେ ନିର୍ଭର ଶୀଳ ।

ସୂଚନା ଦେଇ ପାରିବ କି ଦୂରତା କେଉଁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବିସ୍ଥାପନର ଦୁଇଗୁଣ ହେଉଛି ?

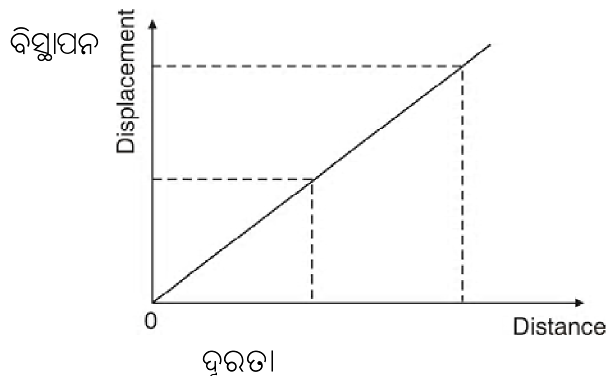
୯.୨.୧ ଦୂରତା ବିସ୍ଥାପନକୁ ଗ୍ରାଫଦ୍ୱାରା ସୂଚନା ଦିଆଯାଇପାରିବ ।

(i) କେଉଁ ଗୁଡ଼ିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଶୀଳ ତାହା ବାଛନ୍ତୁ ।

(ii) ଠିକଣା ସ୍କେଲ ଦେଇ ଏହାକୁ ଚିହ୍ନଟ କରିବ ।

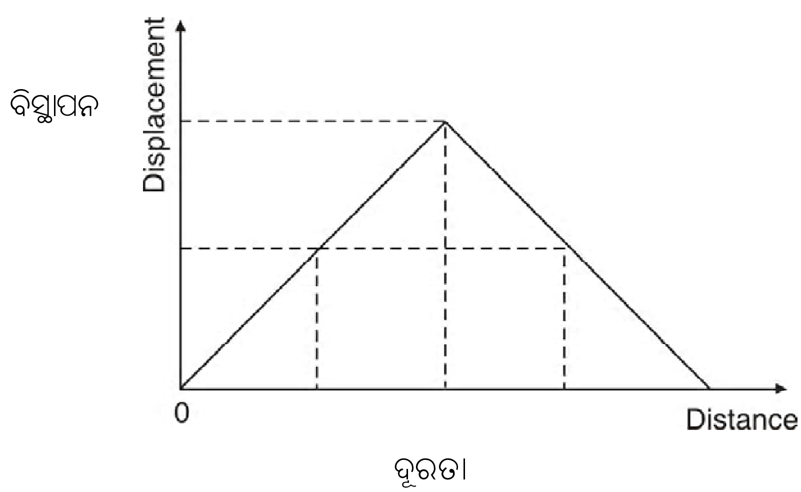
(iii) x ଅକ୍ଷର ଅନ୍ୟ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରୁଥିବା ପରିମାଣକୁ ଓ ଛ ଅକ୍ଷର ନିର୍ଭରଶୀଳ ପରିମାଣକୁ ଦର୍ଶାଇବା ।

x ଅକ୍ଷରେ ଦୂରତା ଓ y ଅକ୍ଷରେ ବିସ୍ଥାପନ ଦର୍ଶାଇବା । ସଳଖ ରାସ୍ତାରେ ଯଦି ବସ୍ତୁଟି ତା'ର ଦିଗ ନବଦାଳାଇଛି ତେବେ ଦୂରତା ଓ ବିସ୍ଥାପନ ସମାନ । ଏହାକୁ ଗ୍ରାଫ ଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଇଲେ ଏକ ତୀର୍ଯ୍ୟକ ସରଳରେଖା ପାଇବା ।



ଚିତ୍ର-୯.୭

ଅନ୍ୟ ଏକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍ତୁଟି ଗୋଟିଏ ଅବସ୍ଥାରୁ ଅତିକ୍ରମ କରି ପୁଣି ସେହି ଅବସ୍ଥାକୁ ଫେରି ଆସିଛି ।



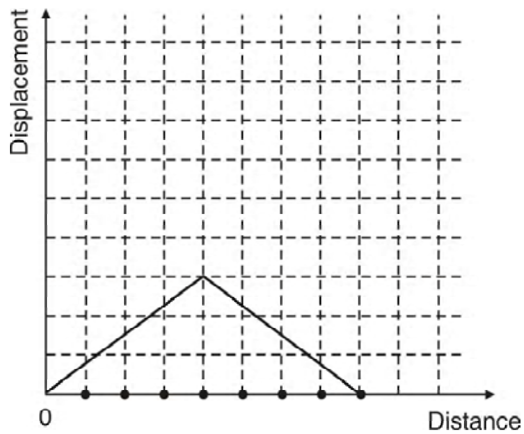
ଚିତ୍ର-୯.୮

ତୁମେ ସୂଚିତ କରିପାରିବଯେ-

- ଯଦି ଗ୍ରାଫର ବସ୍ତୁଟି 45^0 x ଅକ୍ଷ ଓ yଅକ୍ଷ ସହ ଅଙ୍କନ କରୁଛି ତେବେ ବସ୍ତୁଟିର ଗତି ସରଳ ରୈଖିକ ।
- ଦୂରତା ଓ ବିସ୍ଥାପନ ଅଲଗା ହୋଇପାରିବ ।
- ଯଦି ଗ୍ରାଫରେ ଅଙ୍କିତ ସରଳରେଖା x ଅକ୍ଷ ଓ y ଅକ୍ଷ ସହ 45^0 ଅଙ୍କନ ନ କରେ ତେବେ ବସ୍ତୁର ଗତି ସରଳ ରେଖୀୟ ନୁହନ୍ତି ।

ଯେତେବେଳେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ବୃତ୍ତୀୟ ଅତିକ୍ରମ କରେ ତେବେ ସର୍ବାଧିକ ବିସ୍ଥାପନ ବୃତ୍ତର ବ୍ୟାସ ସଙ୍ଗେ ସମାନ ହେବ ।

ବିସ୍ଥାପନ



ଦୂରତା

ଚିତ୍ର ୯.୯

ପୁସ୍ତକ ଅନ୍ତର୍ଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ ୯.୧

ତଳ ଲିଖିତ ପ୍ରଶ୍ନରୁ କେଉଁଗୁଡ଼ିକ ଠିକ୍ ଦର୍ଶାଅ ।

1. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଏକ ସରଳ ରେଖାରେ ଗତି କରୁଛି ମାତ୍ର ଦିଗ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରୁନାହିଁ ।

   a) ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା > ବିସ୍ଥାପନ ।

   b) ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା < ବିସ୍ଥାପନ ।

   c) ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = ବିସ୍ଥାପନ ।

   d) ଦୂରତା ଶୂନ୍ୟ ନୁହେଁ ମାତ୍ର ବିସ୍ଥାପନ ଶୂନ୍ୟ ।

2. ବୃତ୍ତୀୟ ଗତିର ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ।

a) ସବୁବେଳେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା > ବିସ୍ଥାପନ ।

b) ସର୍ବଦା > ବିସ୍ଥାପନ ।

c) ସବୁବେଳେ = ବିସ୍ଥାପନ

d) ଶୂନ୍ୟ ଯେତେବେଳେ ବିସ୍ଥାପନ ଶୂନ ।

3. ଦୁଇଜଣ ଶିକ୍ଷାର୍ଥୀ A ସ୍ଥାନରୁ ବାହାରି B ସ୍ଥାନରେ ପହଞ୍ଚିଲେ ପ୍ରଥମ ଶିକ୍ଷାର୍ଥୀର ପଥ ACB ମାତ୍ର 2ୟ ଶିକ୍ଷାର୍ଥୀର ପଥ AB ତେବେ କେଉଁଟି ଠିକ ?

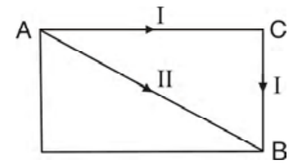


Fig. 9.10

(i) ସେମାନଙ୍କର ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ସମାନ ଚିତ୍ର

(ii) ସେମାନଙ୍କର ବିସ୍ଥାପନ ସମାନ

(iii) Iର ବିସ୍ଥାପନ > IIର ବିସ୍ଥାପନ

(iv) 1ର ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା <ର ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ।

4. ସାଇକେଲ ଚକର ଗତିକ୍ଷେତ୍ରରେ, ପ୍ରଥମ ଅଧା ଘୂର୍ଣ୍ଣନରେ ।

(i) ଦୂରତା = ବିସ୍ଥାପନ

(ii) ଦୂରତା < ବିସ୍ଥାପନ

(iii) ବିସ୍ଥାପନ = 2R

(iv) ବିସ୍ଥାପନ = π (R = ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ)

୫. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ସଳଖ ଭାବରେ 20 ମିଟର ଉପରକୁ ଫିଙ୍ଗାଗଲା ମାତ୍ର 10 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ହାତକୁ ଆସିଲା । ତେବେ ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନ କେତେ ?

a) 20 ମିଟର b) 40 ମିଟର c)ଶୂନ୍ୟ d) 60 ମିଟର

୬. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଏକ 14 ମିଟର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଥିବା ବୃତ୍ତକାର ପଥରେ ସମତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଭାବେ କରୁଛି ତେବେ ଏହାର ଦୂରତା ବିସ୍ଥାପନ ଗ୍ରାଫ ଅଙ୍କନ କର ।

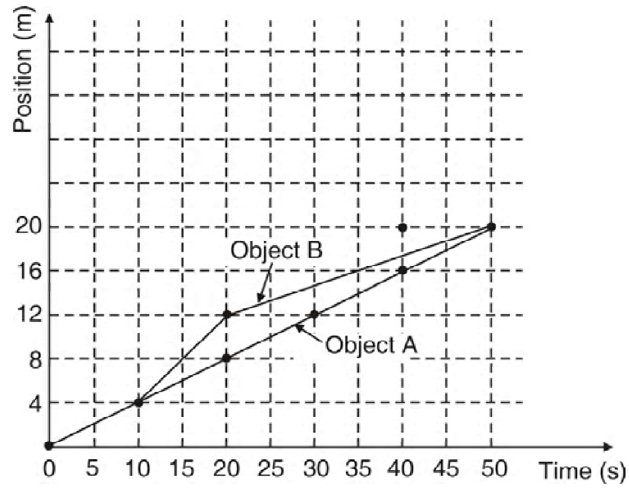
୯.୩ ସମଗତି ଓ ଅସମଗତି

ଆସନ୍ତୁ ତର୍ଜମା କରିବା A ଓ B ନାମକ ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁର ଗତି ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ବିଭିନ୍ନ ତଥ୍ୟ

Table 9.4

ସମୟ ସେକେଣ୍ଡରେ (t)	0	10	20	30	40	50
Aର ଅବସ୍ଥାନ (x_1 ମିଟରରେ)	0	4	8	8	16	20
Bର ଅବସ୍ଥାନ (x_2 ମିଟରରେ)	0	4	12	12	12	20

A ଓ B ର ଗତିରେ କିଛି ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦେଖୁଛକି ? କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ A ଓ B ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାରୁ ବାହାରି ସମାନ ସମୟରେ ସମାନ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିଛନ୍ତି । ଯେଉଁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସମାନ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ସମାନ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରନ୍ତି ତାକୁ ସମଗତି କହନ୍ତି । ପୁନଶ୍ଚ ସମାନ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ଅସମାନ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କଲେ ତାକୁ ଅସମ ଦୂରତା କୁହାଯାଏ । ତେଣୁ A ର ଗତି ସମଗତି ଓ Bର ଗତି ଅସମଗତି । ଏମାନଙ୍କ ଗତିକୁ ନେଇ ଅବସ୍ଥାନ ସମୟ ଗ୍ରାଫ ଅଙ୍କନ କରିପାରିବା । ବସ୍ତୁରେ A ର ଗତି ସମଗତି ତେଣୁ ଏହା ଏକ ତୀର୍ଯ୍ୟକ ରେଖା । B ର ଗ୍ରାଫ ସରଳ ରେଖା ନୁହେଁ । ଅବସ୍ଥାନ



ଚିତ୍ର ୯.୧୧ ସମଗତି ଓ ଅସମଗତିର ଗ୍ରାଫ

୯.୩.୧ ବେଗ (Speed)

କୌଣସି ଏକ ସ୍ଥାନ ପରିଦର୍ଶନ ପାଇଁ ଗଲାବେଳେ ମଝିରେ ମଝିରେ ଅଟକାଇ ଖାଇବା ପିଇବା ବନ୍ଦୋବସ୍ତ କରିଥାଅ ? ସେ ସମୟରେ ତୁମେ କ'ଣ କରିଥାଅ ? ତୁମେ ଭାବିପାର କେତେ ବାଟ ତୁମେ ଆସିଲଣି କେତେ ବେଗରେ ପହଞ୍ଚିଲ । ତେଣୁ ବେଗ କହିଲେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ଓ ସମୟର ହାରକୁ ବୁଝାଏ ।

ତେଣୁ ବେଗ $= \frac{\text{ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା}}{\text{ସମୟ}}$

ଏହାକୁ **S.I**ଏକକ ମିଟର/ସେକେଣ୍ଡ ବା ms^{-1} ଅନ୍ୟ କେତେକ ସାଧାରଣ ଏକକ କି.ମି/ଘଣ୍ଟା

କେତେକ ସାଧାରଣ ଏକକ କିମି./ଘଣ୍ଟା

ଯଥା $= 1\,kmh^{-1} = \frac{1000m}{60\times 60} = \frac{5}{18}ms^{-1}$

ତୁମପାଇଁ କାମ ୯.୪

୪ଟି ବସ୍ତୁ ଯଥା A, B, C, Dର ବେଗ 2 ସେକେଣ୍ଡ ବ୍ୟବଧାନରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଲା କେଉଁ ଗୁଡ଼ିକ ସମ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଓ କେଉଁ ଗୁଡ଼ିକ ସମ ଗତିରେ ଗତି କରନ୍ତି ଦର୍ଶାଅ ।

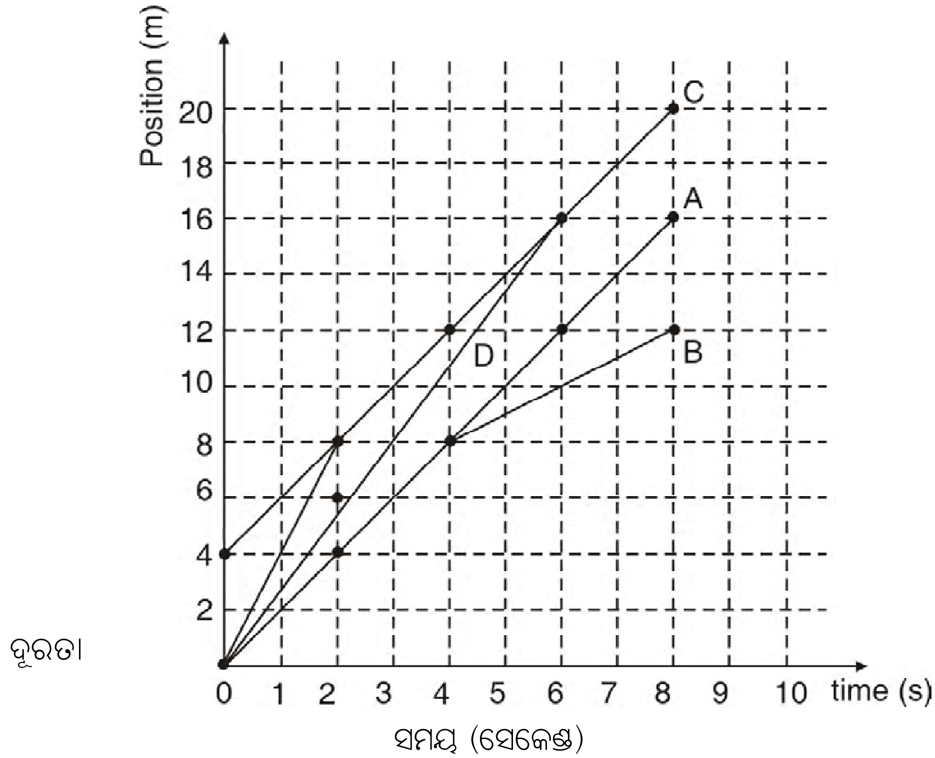
ସାରଣୀ ୯.୫

Time (s) →	Bodies ↓	0	2	4	6	8
positions (m) →	A	0	4	8	12	16
	B	0	8	8	10	12
	C	4	8	12	16	20
	D	0	6	12	16	20

ଗତିର ପ୍ରକୃତି ଜାଣିବା ପାଇଁ ଆମେ ନିମ୍ନ ଭାବରେ ସାରଣୀକୁ ସଦ୍‌କରଣ କରିପାରିବା।

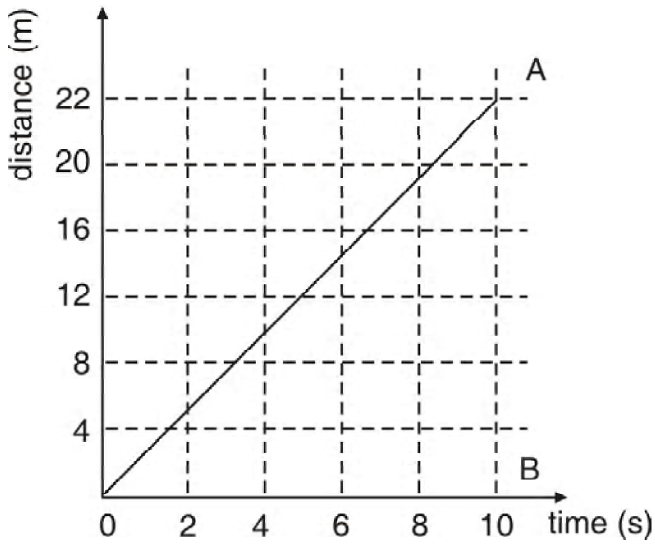
Time taken by body (s) → Distance covered by body (m) ↓	2 – 0 = 2	4 – 2 = 2	6 – 4 = 2	8 – 6 = 2
A	4 – 0 = 4	8 – 4 = 4	12 – 8 = 4	16 – 12 = 4
B	8 – 0 = 8	8 – 8 = 0	10 – 8 = 2	12 – 10 = 2
C	8 – 4 = 4	12 – 8 = 4	16 – 12 = 4	20 – 16 = 4
D	8 – 4 = 4	12 – 6 = 6	16 – 12 = 4	20 – 16 = 4

ଉପର ସାରଣୀ ଅନୁଶୀଳନ କଲେ ଜଣାଯାଏ A ଓ C ସମାନ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ସମାନ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିଛନ୍ତି, B ଓ D ସମାନ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ଅଲଗା ଅଲଗା ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିଛନ୍ତି । ସମଗତି ଓ ଅସମଗତିକୁ ଗ୍ରାଫ ଦ୍ୱାରା ଦର୍ଶାଯାଇପାରିବ ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫକୁ ନିମ୍ନରେ ଦର୍ଶାଗଲା ।



ଚିତ୍ର – 9.12

ଗ୍ରାଫରୁ ବସ୍ତୁ ଅସମ ଗତିରେ ଗତି କରୁଥିଲେ ଏହି ବସ୍ତୁ ଗ୍ରାଫ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରାଗଲା ।
ଦୂରତା (ମି.ରେ)



ଚିତ୍ର ୯.୧୩

ଚିତ୍ରରୁ ଏହା ସ୍ପଷ୍ଟ ଯେ ବସ୍ତୁଟି 10 ସେକେଣ୍ଡରେ 22 ମିଟର ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରିଛି ।

ତେଣୁ ବେଗ $= \frac{22(m)}{10(s)} = 2.2ms^{-1}$

ବେଗ କୁ ଚିତ୍ର ଦ୍ୱାରା ମଧ ଦର୍ଶାଯାଇ ପାରେ ଗ୍ରାଫରୁ ବେଗ $= \frac{AB}{OB}$

ଏହି ଅନୁପାତକୁ ଗ୍ରାଫରେ ସ୍ଲୋପ ମଧ କୁହାଯାଏ ।

ବେଗହିଁ ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫର ସ୍ଲୋପକୁ ବୁଝାଏ ।

ଉଦାହରଣ ୯.୧ : ଏକ ଆୟତାକାର କ୍ଷେତ୍ରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 40 ମିଟର ଓ ପ୍ରସ୍ଥ 20 ମିଟର । ଏହାର ଚାରିପଟେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ 2 ଥର ଘୁରି ଆସିବାକୁ 30 ମିନିଟ ସମୟ ନିଏ । ବସ୍ତୁର ବେଗ କେତେ ?

ସମାଧାନ - $\frac{\text{ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା}}{\text{ସମୟର ବ୍ୟବଧାନ}}$

$$= \frac{2\times2(20+40)m}{30\times60s}$$

$$= \frac{240}{1800} = \frac{24}{180} = \frac{4}{30}ms^{-1}$$

୯.୩.୨ ପରିବେଗ :

ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସ୍ଥାନରୁ ବାହାରି ଅନ୍ୟ ଏକ ସ୍ଥାନରେ ପହଞ୍ଚିବାକୁ ପଡ଼ିବ । ମାତ୍ର ୩-୪ଟି ଭିନ୍ନ ରାସ୍ତାରେ ସେ ଯାଗାକୁ ଯାଇ ହେବ । ତେବେ ତୁମେ କେଉଁ ରାସ୍ତାକୁ ଅଧିକ ପସନ୍ଦ କରିବ ? ତୁମେ ନିଶ୍ଚୟ ପସନ୍ଦ କରିବ ସିଧା ରାସ୍ତାକୁ । ଏହାକୁ ହିଁ ବିସ୍ଥାପନ କହନ୍ତି । ବସ୍ତୁଟି ସିଧା ରାସ୍ତାରେ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଅନ୍ୟ ସ୍ଥାନରେ ପହଁଚିବା ପାଇଁ ବସ୍ତୁଟି ଗତିଶୀଳ ହେବା ଦରକାର । ବାସ୍ତବିକ ପରିବେଗ କହିଲେ ବିସ୍ଥାପନ ଓ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତାର ହାରକୁ ବୁଝାଏ ।

$$\text{ପରିବେଗ} = \frac{\text{ବିସ୍ଥାପନ}}{\text{ସମୟର ବ୍ୟବଧାନ}}$$

ଟିପ୍ପଣୀ

ଏହା $S.I.$ ଏକକ ମିଟର/ସେକେଣ୍ଡ ବା ms^{-1} କିମ୍ବା କିମି./ଘ kms^{-1}ଷ୍ଟା

ବିସ୍ଥାପନ କହିଲେ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଅବସ୍ଥାନରୁ ଅନ୍ତିମ ଅବସ୍ଥାନ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା କ୍ଷୁଦ୍ରତମ ଦୂରତାକୁ ବୁଝାଏ । ବିସ୍ଥାପନ ସର୍ବଦା ଦିଗକୁ ସୂଚାଏ, ଅର୍ଥାତ ପରିବେଗ ମଧ୍ୟ ଦିଗକୁ ବୁଝାଏ । ମାତ୍ର ବେଗ ଦିଗ ଦର୍ଶାଏ ନାହିଁ । ତେଣୁ ବେଗ ଅଜଣା ରାଶି ଏବଂ ପରିବେଗ ସଦିଗ ରାଶି ।

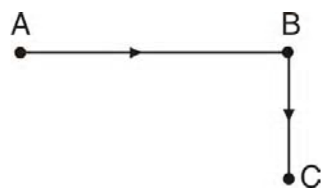
$$\text{ବେଗ} = \frac{\text{ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ}}{\text{ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ସମୟ}}$$

ତୁମ ପାଇଁ କାମ ୯.୫

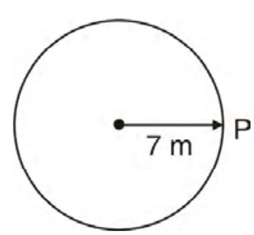
ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଗତିକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବେଗ ଓ ପରିବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଓ ଭିନ୍ନତା ଆମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବା

ବସ୍ତୁଟି ୧୦ ସେକେଣ୍ଡରେ A ଠାରୁ B ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଯାଉଛି । ସ୍କେଲ $1cm = 10m$

ବସ୍ତୁଟି A ରୁ B ତାପରେ C ଠାରେ ୧୦ ସେକେଣ୍ଡରେ ପହଞ୍ଚୁଛି । ସ୍କେଲ $1cm = 10m$



ବସ୍ତୁଟି A ଠାରୁ B ତାପରେ C ଠାରେ ୨୦ସେକେଣ୍ଡରେ ପହଞ୍ଚୁଛି । ସ୍କେଲ୍ $1cm = 10m$

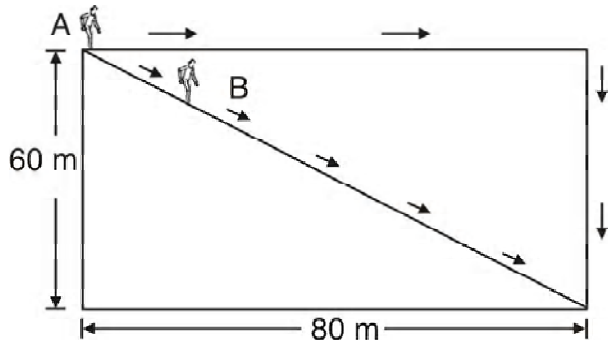


ବସ୍ତୁଟି ୭ ମିଟର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକବୃତ୍ତର ଚାରିପଟେ ୧୦ ସେକେଣ୍ଡରେ ଘୁରୁଛି ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ବେଗ ଓ ପରିବେଗ ଚିହ୍ନଟ କରିହେବ । ବେଗକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟକରି ତୁମେ ତୁମର ଯାତ୍ରା ନିଶ୍ଚିତ କରିବ ଏବଂ କିପରି ସମୟ ଓ ଜାଳେଣୀ ବଞ୍ଚେଇବ ତହା ସ୍ଥିର କରିବ ।

ଉଦାହରଣ ୯.୨

ଏକ ଆୟତାକାର କ୍ଷେତ୍ରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ୮୦ ମି ଓ ପ୍ରସ୍ଥ ୬୦ ମି । ଦୁଇଜଣ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଯାତ୍ରା ଆରମ୍ଭ କରି ଭିନ୍ନ ରାସ୍ତାରେ କର୍ଣ୍ଣର ବିପରୀତ ବିନ୍ଦୁରେ ପହଞ୍ଚିଲେ । ଦୁହେଁ ଏକା ସମୟନେଇ ୩୦ମି.ରେ ପହଞ୍ଚିଲେ । ଦୁଇଜଣଙ୍କର ବେଗ ଓ ପରିବେଗ ସ୍ଥିର କର ।



ଚିତ୍ର ୯.୧୫

ସମାଧାନ: ଉଭୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବିସ୍ଥାପନ ସମାନ ।

ଯଥା : $\sqrt{60^2+80^2} = \sqrt{3600+6400} = \sqrt{1000} = 100m$

$$\therefore \text{A ଓ Bର ପରିବେଗ} = v = \frac{\text{ବିସ୍ଥାପନ}}{\text{ସମୟର ବ୍ୟବଧାନ}} = \frac{100m}{30\times 60s} = \frac{1}{18}ms^{-1}$$

$$\text{A ର ବେଗ} = \frac{\text{ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା}}{\text{ସମୟର ବ୍ୟବଧାନ}} = \frac{(80+60)m}{30\times 60s} == \frac{140}{3800}ms^{-1} = \frac{14}{18}ms^{-1}$$

$$\text{B ର ବେଗ} = \frac{\text{ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା}}{\text{ସମୟର ବ୍ୟବଧାନ}} = \frac{100m}{30\times 60s} = \frac{1}{18}ms^{-1}$$

ଟିପ୍ପଣୀ: ଉଭୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବିସ୍ଥାପନ ସମାନ ମାତ୍ର ବେଗ ଫରକ ।

୯.୩ ହାରାହାରି ଓ ହାହାରି ପରିବେଗ

ଗନ୍ତବ୍ୟ ପଥରେ ରହି ରହି ଚାଲିଲେ କେତେ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କଲ କେତେ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ତାହା ଯାଣିବା କଷ୍ଟ ହୁଏ । ବସ୍ତୁଟି ଏକ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ସମାନ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କଲା ନାହିଁ ।

ଅଧିକାଂଶ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍ତୁ ଅସମ ବେଗରେ ଗତି କରିଥାଏ । ଅସମ ବେଗରେ ଗତି କରୁଥିବା ବସ୍ତୁର ହାରାହାରି ବେଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ସହଜ ।

ହରାହାରି ବେଗ = ମୋଟ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା / ସମୟର ବ୍ୟବଧାନ

ସେହିପରି ହାରାହାରି ପରିବେଗ କହିଲେ ବିସ୍ଥାପିତ ଦୂରତା ଓ ସମୟର ବ୍ୟବଧାନ ବୁଝାଏ ।

ହାରାହାରି ବେଗ = ବିସ୍ଥାପନ / ମୋଟ ସମୟ ।

କେତେକ ଉଦାହରଣ ଦ୍ୱାରା ହାରାହାରି ବେଗ ଓ ହାରାହାରି ପରିବେଗ ଦର୍ଶାଇବା ।

ଉଦାହରଣ ୯.୩

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ୩୦ ସେକେଣ୍ଡରେ ୫୦ମିଟର ରାସ୍ତା ଅତିକ୍ରମ କଲା । ଏବଂ ପରବର୍ତ୍ତୀ ୧୦୦ ମିଟର ୪୫ ସେକେଣ୍ଡରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କଲା, ତେବେ ମୋଟ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା କେତେ ?

ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା =୫୦+୧୦୦=୧୫୦ ମିଟର

ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ସମୟ = ୩୦+୪୫=୭୫ ସେକେଣ୍ଡ

ହାରାହାରୀ ବେଗ =୧୫୦ ମି /୭୫ ସେ =୨ ମି/ସେ =୨ ms^{-1}

ଉଦାହରଣ ୯.୪

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ୧୦ ମି/ସେ ବେଗରେ ୧୦ ସେକେଣ୍ଡ ଏବଂ ପରେ ୮ ମି/ସେ ବେଗରେ ୨୦ସେକେଣ୍ଡ ଅତିକ୍ରମ କଲା । ତେବେ ହାରାହାରି ବେଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ସମାଧାନ ! ମୋଟ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା =୧୦× ୧୦+୮ × ୨୦=୧୦୦+୧୬୦=୨୬୦ ମିଟର

ହାରାହାରି ବେଗ = ସମୁଦାୟ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା / ସମୟର ବ୍ୟବଧାନ =୨୬୦ମି. /୩୦ସେ =୨୬/୩=୮.୬୬ମି/ସେ=୮.୬୬ ମି/ସେ ms^{-1}

ଉଦାହରଣ ୯.୫ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ୫୦ ମିଟର ବାଟ ୫ ମି/ସେ ବେଗରେ ଏବଂ ତାହାର ୬୦ ମିଟର ୬ମି/ସେ ବେଗରେ ଅତିକ୍ରମ କଲା । ବସ୍ତୁଟିର ହାରାହାରି ବେଗ କେତେ ?

ସମାଧାନ : ସମୁଦାୟ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା =୫୦+୬୦=୧୧୦ମି

ସମୁଦାୟ ସମୟ = (୫୦ ମି ଓ ୬୦ ମିଟର ଯିବାପାଇଁ ମୋଟ ସମୟ = ୨୦ ସେ.

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

= ୧୧୦ମି/ ୨୦ସେ =୫.୫ ମି/ସେ

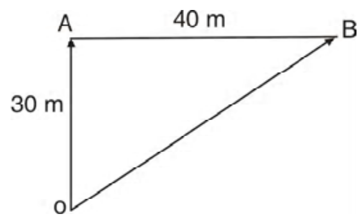
ଉଦାହରଣ ୯.୬ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ୩୦ ମିଟର ଉତ୍ତରକୁ ଏବଂ ୪୦ ମିଟର ପୂର୍ବକୁ ଯାଏ, OB ଦିଗରେ ସମୁଦାୟ ବିସ୍ଥାପନ କେତେ ?

$$=\sqrt{30^2+40^2} \quad =\sqrt{900+1600}$$

$$=\sqrt{2500}=50 \text{ m} \quad 50 \text{ ମି.}$$

∴ ହାରାହାରି ପରିବେଗ = $\dfrac{\text{ମୋଟ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା}}{\text{ମୋଟ ସମୟ}}$

=୫୦ ମି /(୧୦+୧୦)ସେ =୫୦/ ୨୦ମି/ସେ =୨.୫ମି/ସେ



ଚିତ୍ର ୯.୧୬

ଉଦାହରଣ ୯.୭ : ଯଦି ଏକ ବସ୍ତୁ ୧୪ମି. ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ବୃତ୍ତାକର ପଥ ଉପରେ ଥରେ ଗତି କରିବା ପାଇଁ ୨୦ସେ ସମୟ ନିଏ, ତେବେ ଥରେ ଗତି କରିବାପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ବିସ୍ଥାପନ ଶୂନ ଏବଂ ହାରାହାରି ପରିବେଗ ଶୂନ ।

ଏହି ଉଦାହରଣରୁ ଆମେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନିତ ହେବଯେ :

କ) ତାତ୍‌କ୍ଷଣିକ ବେଗ ହେଉଛି ତତ୍‌କ୍ଷଣିକ ପରିବେଗର ପରିମାଣ କିନ୍ତୁ ହାରାହାରି ବେଗ, ହାରାହାରି ବେଗର ପରିମାଣ ।

ଖ) ହାରାହାରି ପରିବେଗର ପରିମାଣ ହାରାହାରି ବେଗଠାରୁ ସାନ ବା ସମାନ ଅଟେ ।

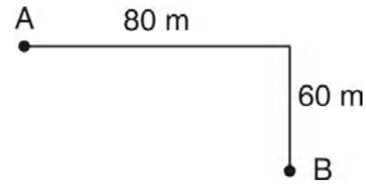
ଗ) ହାରାହାରି ପରିବେଗ ଶୂନ ହୋଇପାରେ କିନ୍ତୁ ହାରାହାରି ବେଗ ଶୂନ ନୁହେଁ

ପୁସ୍ତକ ଅନ୍ତର୍ଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ ୯.୨

୧. 'କ' ସ୍ତମ୍ଭରେ କେତେକ ବେଗର ସୂଚନା ଅଛି । 'ଖ' ସ୍ତମ୍ଭର ସମପରିମାଣ ସୂଲ୍ୟ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ମାତ୍ର ଏହା କ୍ରମାନ୍ୱୟରେ ନାହିଁ ତେଣୁ ସଠିକ୍ ଉତ୍ତରର ମିଳନ କର ।

Column I	Column II
(a) 1 kmh^{-1}	(i) 20 ms^{-1}
(b) 18 kmh^{-1}	(ii) 10 ms^{-1}
(c) 72 kmh^{-1}	(iii) 5/18 ms^{-1}
(d) 36 kmh^{-1}	(iv) 5 ms^{-1}

୨. ଗୋଟିଏ ସାଇକେଲ ଚଢ଼ାଳୀ ନିମ୍ନ ରାସ୍ତାରେ A ଠାରୁ B ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ୨୦ ମିନିଟ୍‌ରେ ଅତିକ୍ରମ କଲା । ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ବିସ୍ଥାପନ ଓ ବେଗ ନିରୂପଣ କର ।



୩. କେଉଁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବେଗ ସଙ୍ଗେ ହାରାହାରି ବେଗ ସମାନ

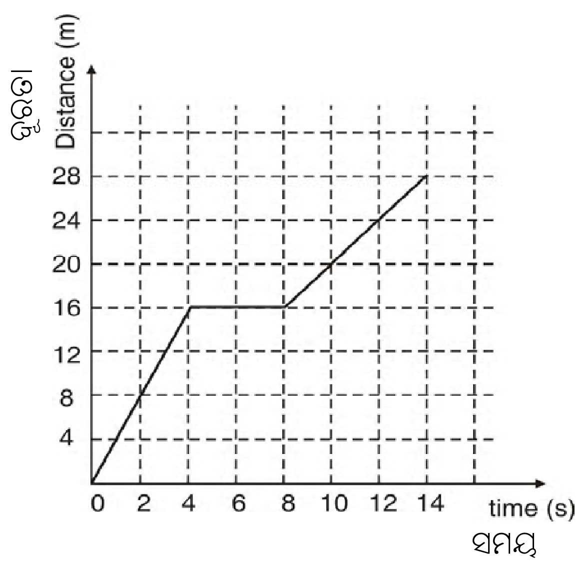
(କ) ମୁକ୍ତ ଭାବରେ ପଡୁଥିବା ବଲ

(ଖ) ସେକେଣ୍ଡ କଣ୍ଟା ଓ ମିନିଟ୍ କଣ୍ଟାର ଗତି

(ଗ) ରେଳ ଗାଡ଼ି ଦିଲ୍ଲୀରୁ ମୁମ୍ବାଇ ଯାତ୍ରା କରୁଚି

(ଘ) ଜଳ ନଦୀରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି ।

୪. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ ଦିଆଯାଇଛି । ହାରାହାରି ବେଗ ଓ ସର୍ବାଧିକ ବେଗ ସ୍ଥିର କର ।



ଚିତ୍ର-୯.୧୮

୫. ବିଭିନ୍ନ ସମୟରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିଥିବା ଏକ ବସ୍ତୁର ସାରଣୀ ଦିଆଗଲା । ଏହାର ହାରାହାରି ବେଗ, ବେଗ ସମଗତି ବା ଅସମଗତି ତାହା ଦର୍ଶାଅ ?

ସାରଣୀ ୯.୭

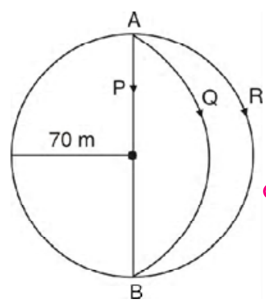
ସମୟ ସେକେଣ୍ଡ	0	10	20	30	40	50
ଦୂରତା ମିଟରରେ	0	2	4	6	8	10

୬. ଜଣେ ଖେଳାଳୀ କୁ ୧୨୦୦ମିଟର ରାସ୍ତା ଅତିକ୍ରମ କରିବାକୁ ପଡ଼ିବ । ପ୍ରଥମ ଅଧା ରାସ୍ତା ୬୦ମିନଟ୍‌ରେ ଅତିକ୍ରମ କଲା ଅନ୍ୟ ଅଧା ରାସ୍ତା ୪୦ମିନଟରେ ଅତିକ୍ରମ କଲା । ତେବେ ଖେଳାଳୀଙ୍କର ହାରାହାରି ବେଗ କେତେ ?

୭. ଗୋଟିଏ ଟ୍ରେନକୁ ୧୨୦୦km ଯିବାକୁ ପଡ଼ିବ ୧୬ଘଣ୍ଟାରେ । ପ୍ରଥମ ୮୦୦k.m କୁ ୧୦ଘଣ୍ଟାରେ ଅତିକ୍ରମ କଲା । ଅବଶିଷ୍ଟ ରାସ୍ତାକୁ କେତେ ବେଗରେ ଯିବ । ପୁନଶ୍ଚ ଟ୍ରେନର ହାରାହାରି ବେଗ କେତେ ?

୮. ଗୋଟିଏ A ଠାରୁ B ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ୪୦କି.ମି / ଘଣ୍ଟା ବେଗରେ ଦୌଡ଼ ଏବଂ୬୦କିମି/ଘଣ୍ଟା ବେଗରେ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତନ କରେ । ପକ୍ଷୀର ହାରାହାରି ବେଗ କେତେ ?

୯. P,Q,R 3 ଜଣ ଖେଳାଳୀ ଅଟନ୍ତି । ନିମ୍ନ ରାସ୍ତାରେ ସେମାନେ ସମାନ ସମୟରେ ଅତିକ୍ରମ କରିବେ । କେଉଁ ଖେଳାଳୀର ବେଗ ଅଧିକ ଏବଂ କେଉଁ ଖେଳାଳୀ ଅଧିକ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରୁଛି ।



ଚିତ୍ର ୯.୧୯

୯.୪ ଗତିର ଗ୍ରା ିକ ପରିପ୍ରକାଶ

ଗ୍ରାଫ ଦର୍ଶାଏଯେ ଗୋଟିକ ମୂଲ୍ୟ ଅନ୍ୟର ମୂଲ୍ୟକୁ ନେଇ ବଦଳିଯାଏ ।

୯.୪.୧ ସମୟ-ଦୂରତା – ଗ୍ରାଫ

ଗ୍ରାଫରେ ଯେ କୌଣସି ଗତିକୁ ଦର୍ଶାଇଲେ ସହଜରେ ବୁଝିହୁଏ x ଅକ୍ଷ ଓ y ଅକ୍ଷରେ ନିମ୍ନ ସାରଣୀର ମୂଲ୍ୟକୁ ସ୍ଥାପନ କରି ବିଶ୍ଲେଷଣ କରନ୍ତୁ ।

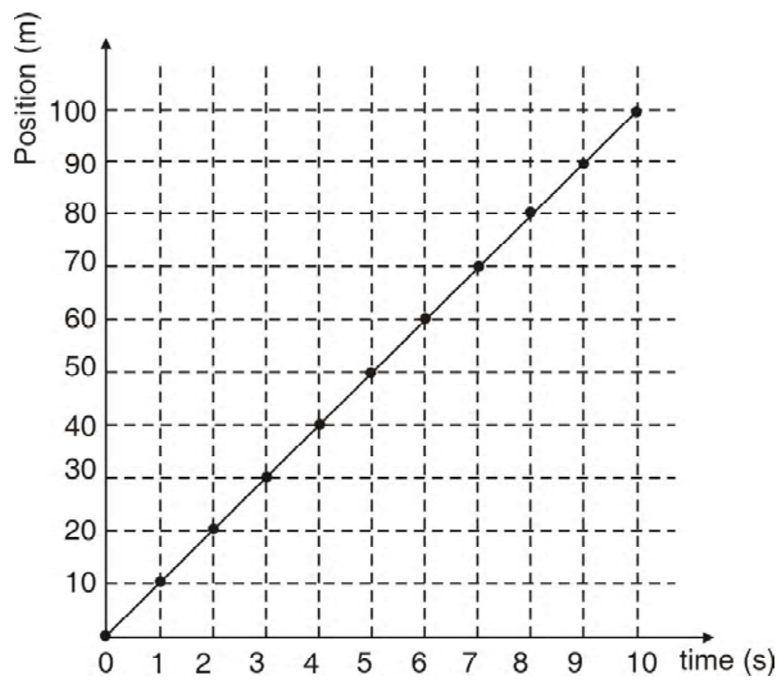
ସାରଣୀ ୯.୮

ସମୟ ସେକେଣ୍ଡରେ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ଦୂରତା ବିନିଟରେ	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

X ଅକ୍ଷରେ ସମୟ ଓ y ଅକ୍ଷରେ ଦୂରତା ନେଇ ଗ୍ରାଫ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରି ପାରିବା । x ଅକ୍ଷରେ 1 ଭାଗକୁ 1 ସେକେଣ୍ଡ ଧରିଲେ y ଅକ୍ଷରେ 1 ଭାଗକୁ 10 ମିଟର ଧରିଲେ ଆମେ କେଉଁ ଗ୍ରାଫ ପାଇବା ତାହା ସମୟ ଦୂରତା ଗ୍ରାଫକୁ ବୁଝାଇବ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଚିତ୍ର ୯.୨୦ରେ ଭୂସମାନ୍ତର ଅକ୍ଷ ଉପରେ ଏକ ଭାଗ ଏକ ସେକେଣ୍ଡ ଦର୍ଶାଏ ଏବଂ ଭୂଲମ୍ବ ଅକ୍ଷରେ ୧୦ମି ଦର୍ଶାଏ । ଆମେ ଯଦି ସମୟ ତଥ୍ୟକୁ ବିଭିନ୍ନ ବିନ୍ଦୁଗୁଡ଼ିକୁ ଯୋଗ କରିବା ତେବେ ଏକ ସରଳରେଖା ପାଇବା (ଚିତ୍ର ୯.୨୦) । ସାରଣୀ ୯.୮ରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ତଥ୍ୟ ଅନୁସାରେ ଏହି ସରଳରେଖା ଗତିର ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍ ଉପସ୍ଥାପନ କରେ ।



ଚିତ୍ର ୯.୨୦ ଗତିର ଅବସ୍ଥାନ ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍

ଜତ୍ୟକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆମେ ପାଇବା ବିସ୍ଥାପନ ସମାନ । ଅର୍ଥାତ ୧ମ ସେକେଣ୍ଡ ୨ୟ ସେକେଣ୍ଡ . . . . ୧୦ମ ସେକେଣ୍ଡ ବିସ୍ଥାପନ ୧୦ ମିଟର ।

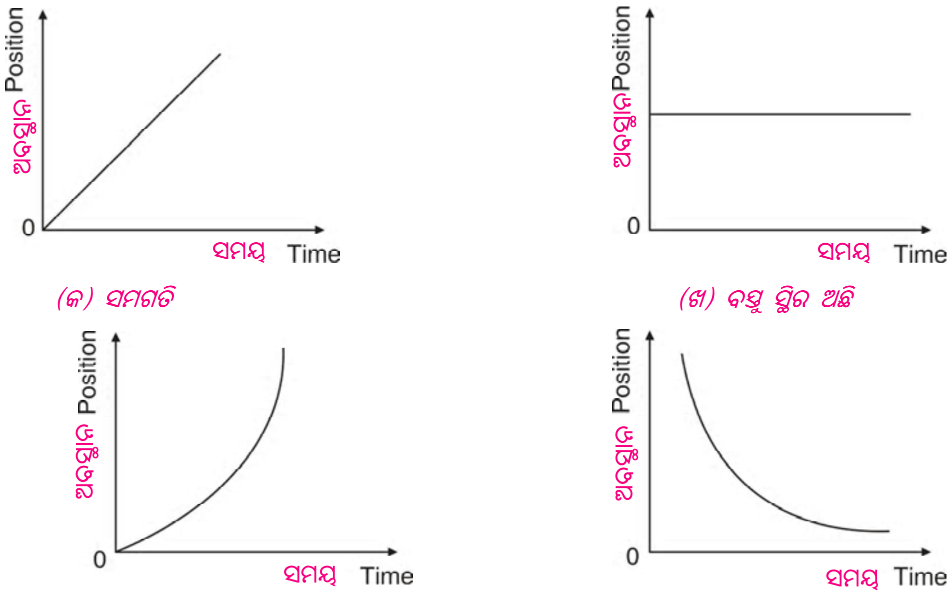
୧୦ ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ମୋଟ ବିସ୍ଥାପନ =୧୦୦ମିଟର ।

ପରିବେଗ =୧୦୦ମି/ ୧୦ସେ =୧୦ ମି/ସେ (ms^{-1})

୧ମ ସେକେଣ୍ଡରେ ପରିବେଗ = ୧୦ ମି/ସେ (ms^{-1})

ପରିବେଗ ସବୁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସମାନ ଯଥା ୧୦ ms^{-1} ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ସବୁବେଳେ ସମାନ ତେଣୁ ଏହାକୁ **ସମଗତି** କହନ୍ତି । ସମଗତି ପାଇଁ ସମୟ ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ ଏକ ସରଳରେଖା । ଅବସ୍ଥାନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍‌ପରି ତୁମେ ମଧ ବିସ୍ଥାପନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କରିପାରିବ । ବିସ୍ଥାପନକୁ ଭୂଲମ୍ବ ଅକ୍ଷଉପରେ ଓ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନକୁ ଭୂସମାନ୍ତର ଅକ୍ଷ ଉପରେ ନେଇ ପାରିବ । ଯେହେତୁ ପ୍ରତିସେକେଣ୍ଡରେ ବିସ୍ଥାପନ ୧୦ମି. (ଉପର ସାରଣୀରେ), ସେହି ଏକାଗ୍ରାଫ୍ (ଚିତ୍ର ୯.୨୦) ମଧ ବିସ୍ଥାପନ-ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍ ପ୍ରତିପାଦନ କରେ ଯଦି ଭୂଲମ୍ବ ଅକ୍ଷ ବିସ୍ଥାପନକୁ ଦର୍ଶାଏ ।

ଅଧିକ ଜାଣିବା ପାଇଁ ନିମ୍ନ ଗ୍ରାଫ୍‌କୁ ଅନୁଧାନ କରିପାରିବ ।



(ଗ) ଅସମଗତି, ଅବସ୍ଥାନର ପରବର୍ତ୍ତନ ହାରକ ବଢ଼ିଛି (ଘ) ଅସମଗତି, ଅବସ୍ଥାନର ପରବର୍ତ୍ତନ ହାରକ କମିଛି

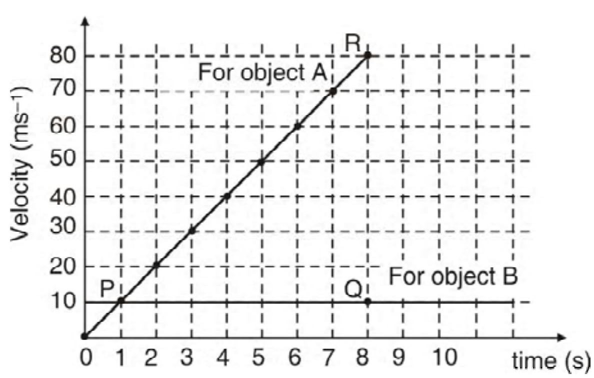
ଚିତ୍ର. ୯.୨୧ ଗ୍ରାଫ (କ), (ଖ), (ଗ), (ଘ)

୯.୪.୨ ପରିବେଗ – ସମୟ – ଗ୍ରାଫ

ଗ୍ରାଫ କାଗଜ x ଅକ୍ଷରେ ସମୟ ଓ y ଅକ୍ଷରେ ପରିବେଗ ଦେଇ ଗ୍ରାଫ ଟାଣିବା । ଯି x ଅକ୍ଷରେ ୧ ଏକକ =1s y ଅକ୍ଷରେ 1 ଏକକ = 104 ms^{-1} ହୁଏ ତେବେ ।

ସାରଣୀ ୯.୯

ସମୟ	0	1	2	3	4	5	6	7	8
ପରିବେଗ A (ms^{-1})	0	10	20	30	40	50	60	70	80
ପରିବେଗ B (ms^{-1})	0	10	10	10	10	10	10	10	10



ଚିତ୍ର ୯.୨୨ ଉପର ତଥ୍ୟ ଭିତ୍ତି କର A ଓ B ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁର ଗ୍ରାଫ ଅଙ୍କନ କରାଯାଇଛି ।

A ବସ୍ତୁର ଗତି OR ଦ୍ୱାରା ସୁଚିତ ହେଉଛି ।

B ବସ୍ତୁର ଗତି PQ ଦ୍ୱାରା ସୁଚିତ ହେଉଛି ।

B ବସ୍ତୁର ଗତି X ଅକ୍ଷ ସହ ସମାନ୍ତର । ତେଣୁ ଏହା ସୁଚିତ କରେ ଯେ ଏହାର ପରିବେଗ ସବୁଠାରେ ସମାନ ।

B ଗ୍ରାଫରେ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ = ($8s$ x 10 ms^{-1}) = 80 ମି.

ଏହାକୁ B ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନ 8 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ବୋଲି ଧରାଯାଏ

ପରିବେଗ ସମୟ ଗ୍ରାଫର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ = ସମୟର ଅନୁସାରେ ବିସ୍ଥାପନ ବୁଝାଏ ।

ବସ୍ତୁ 'A' ର ଗ୍ରାଫରୁ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କଲେ

= 1/2 8 ସେ x (80-0) ମି/ରେ

= ½ 8 x 80 ମି = 320 ମିଟର

ଏହାହିଁ ବସ୍ତୁ A ର 8 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ବିସ୍ଥାପନକୁ ବୁଝାଏ ।

ଯଦି X ବିସ୍ଥାପନକୁ ବୁଝାଏ, t ସମୟ ଓ v ସମଗତିକୁ ବୁଝାଏ

ତେବେ x = vt (ସମଗତି ପାଇଁ)

ତୁମେ ଯାଣିଥିବା ବସ୍ତୁର ଗତି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ, କାହିଁକି ହୁଏ ? ବଲର ଗତି ସମତଳରେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ବଲଟି ପରିଶେଷରେ ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାକୁ ଆସେ । ଏଥିରୁ ଜଣା ଗଲା ଯେ ପରିବେଗ ସମୟର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଅନୁସାରେ ଗତିର ଭିନ୍ନତା ଆସେ । ତେଣୁ ପରିବେଗ ଗତି ସ୍ଥିର ନୁହେଁ ଏପ୍ରକାର ଗତିକୁ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଗତି ପହନ୍ତି ।

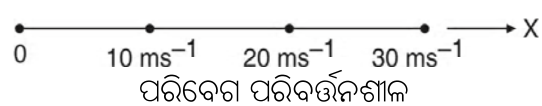
୯.୫ ତ୍ୱରଣ

ଅସମଗତି ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଆମେ ଆଲୋଚନା ଶେଷ କରିଛେ । ଆମେ ଜାଣିଲେ ଅସମଗତିକ୍ଷେତ୍ରରେ ସମାନ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ଅସମାନ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିବା । ତେଣୁ ପରିବେଗର ପରିବିର୍ତ୍ତନ ହାରକୁ ତ୍ୱରଣ କହନ୍ତି ।

ତ୍ୱରଣ = ପରିବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ / ସମୟର ବ୍ୟବଧାନ

ଏକକ – ମିଟର / (ସେକେଣ୍ଡରେ) ବର୍ଗ ବା ms^{-1}

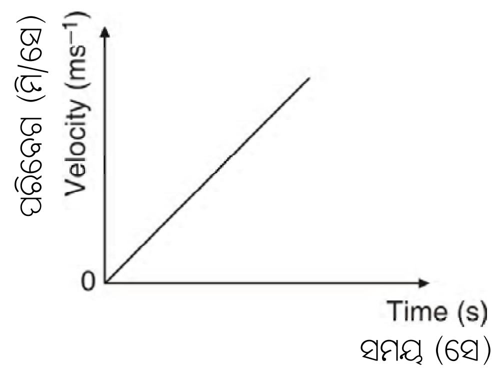
ତ୍ୱରଣର କ୍ଷବଗ ପରିବେଗର ଦିଗକୁ ବୁଝାଏ । ଧରାଯାଉ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ 10 ms^{2} ବେଗକୁ ୨ ସେକେଣ୍ଡରେ ପହଞ୍ଚିଲା ।



ଚିତ୍ର ୯.୨୩ ପରିବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ

$$\text{ତ୍ୱରଣ} = \frac{\text{୩୦ମି/ରେ} - \text{୧୦ମି/ସେ}}{\text{୨.୦ସେ}} = \text{୧୦ ମି/(ସେ)}^{2}$$

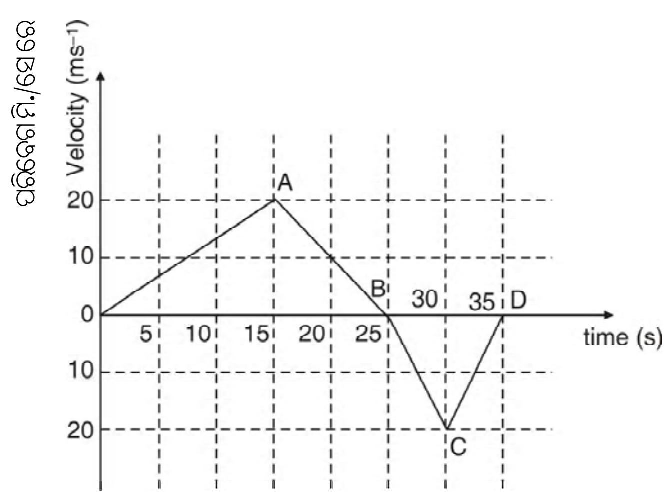
ଏହାର ଅର୍ଥ ବସ୍ତୁଟି ୧ ସେକେଣ୍ଡରେ ୧୦ ମି/ସେ ବେଗ ବଢ଼ାଇ ଅଛି । ଯଦି ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ ସ୍ଥିର ରହେ ତେବେ ଏହାକୁ ସମତ୍ୱରଣ କହନ୍ତି । ଚିତ୍ର ୯.୨୪ସମୟ-ପରିବେଗ ର ଗ୍ରାଫ ସୂଚିତ କରୁଛି । ଯଦି ଅନ୍ତିମ ବେଗ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବେଗଠାରୁ ଅଧିକ ତେବେ ତ୍ୱରଣ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ପୁନଶ୍ଚ ଯଦି ଅନ୍ତିମ ବେଗ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବେଗଠାରୁ କମ ତେବେ ତ୍ୱରଣ ଋଣାତ୍ମକ ।



ଚିତ୍ର ୯.୨୪ସମୟ-ପରିବେଶ ଗ୍ରାଫ ସୂଚିତ କରୁଛି ଯେ ଏହା ସମତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ବେଗରେ ଗତିକରୁଛି

ଯେତେବେଳେ ପରିବେଗ ସ୍ଥିର ସେତେବେଳେ ତ୍ୱରଣ ଶୂନ । ସମତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଗତି ପାଇଁ ତ୍ୱରଣ ଶୂନ କିନ୍ତୁ ଅସମ ତ୍ୱରାନିତ ଗତି ପାଇଁ ତ୍ୱରଣ ଶୂନ୍ୟ ନୁହେଁ ।

ଉଦାହରଣ ୯.୮ : ନିମ୍ନ ଚିତ୍ର ୯.୨୫ ସମୟ ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫରୁ ଦୂରତା ଓ ବିସ୍ଥାପନ ସ୍ଥିର କର ।



ଚିତ୍ର ୯.୨୫

ସମାଧାନ: ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = Δ AOB କ୍ଷେତ୍ରଫଳ + Δ BCD ର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

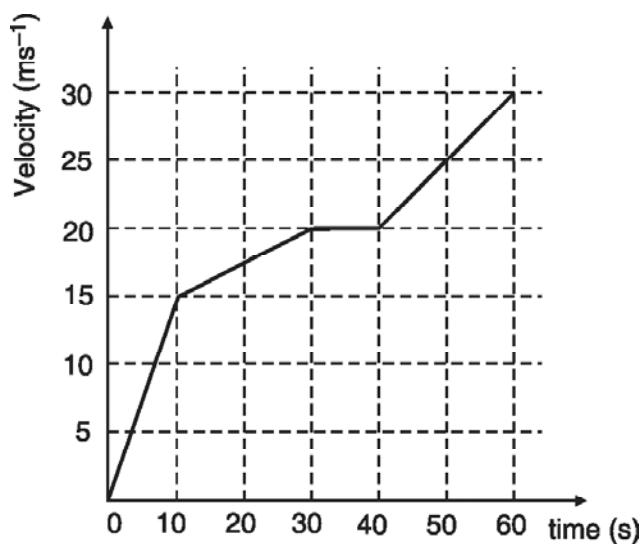
$$= \frac{୧}{୨}(୨୫)\times(୨୦)+\frac{୧}{୨}(୧୦)\times ୨୦$$

$$= ୨୫୦ + ୧୦୦ = ୩୫୦ \text{ ମିଟର}$$

ବିସ୍ଥାପନ = Δ AOBର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ – Δ BCDର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

$$= \frac{୧}{୨}(୨୫)\times(୨୦)-\frac{୧}{୨}(୧୦)\times ୨୦ = ୨୫୦ - ୧୦୦ = ୩୫୦ \text{ ମିଟର}$$

ଉଦାହରଣ ୯.୯ : ନିମ୍ନ ସମୟ ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫରୁ ସମୟ ତ୍ୱରଣ ଗ୍ରାଫ ପ୍ରସ୍ତୁତି କର ।



ଚିତ୍ର ୯.୨୬

ଉପରୋକ୍ତ ଗ୍ରାଫ ଅନୁସାରେ ୧୦ ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା $= \frac{୧୫ - ୦}{୧୦ - ୦} = ୧.୫$ ମି/ସେ^{୨}

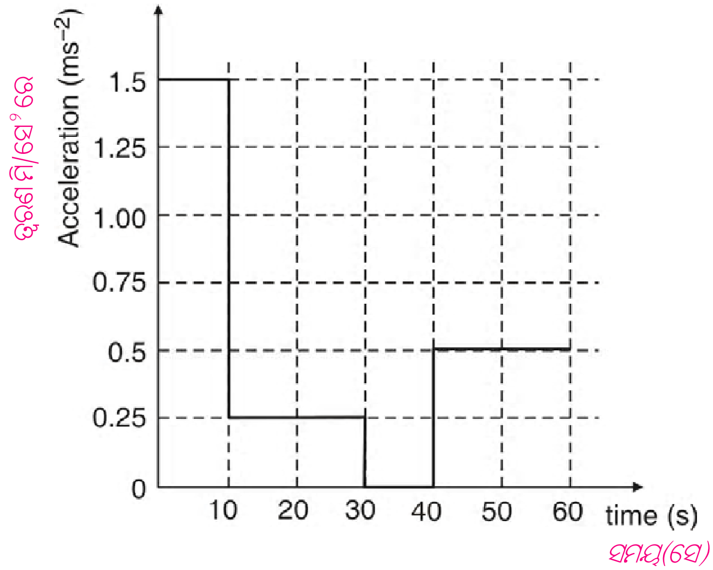
୧୦-୨୦ ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ତ୍ୱରଣ $= \frac{୨୦ - ୧୫}{୩୦ - ୧୦} = \frac{୫}{୨୦} = ୦.୨୫$ ମି/ସେ^{୨}

୨୦-୩୦ ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେତ୍ୱରଣ = ୦–୨୫ ମି/ସେ^{୨}

୩୦-୪୦ ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ତ୍ୱରଣ $= \frac{୨୦ - ୨୦}{୪୦ - ୩୦} = ୦$

୪୦-୫୦ ଓ ୫୦-୬୦ ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ତ୍ୱରଣ $= \frac{୩୦-୨୦}{୬୦-୪୦} = \frac{୧୦}{୨୦} =$ ୦.୫ମି / ସେ^{2}

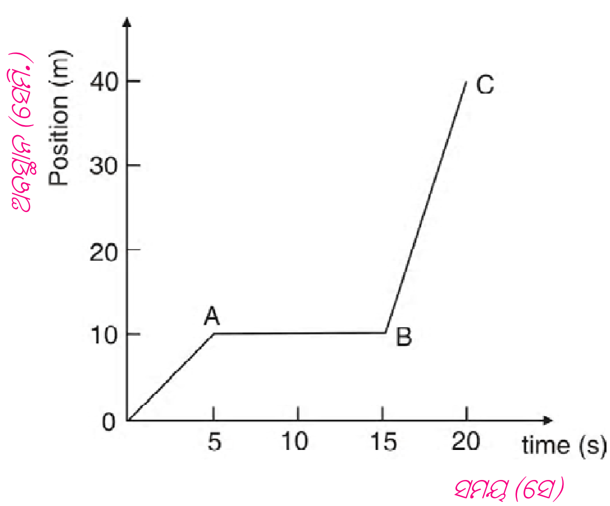
ଉପରୋକ୍ତ ସମୟ-ଦୂରତା ର ତ୍ୱରଣ ସମୟ ଗ୍ରାଫ୍ ତଳ ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଉଛି ।



ଚିତ୍ର ୯.୨୭

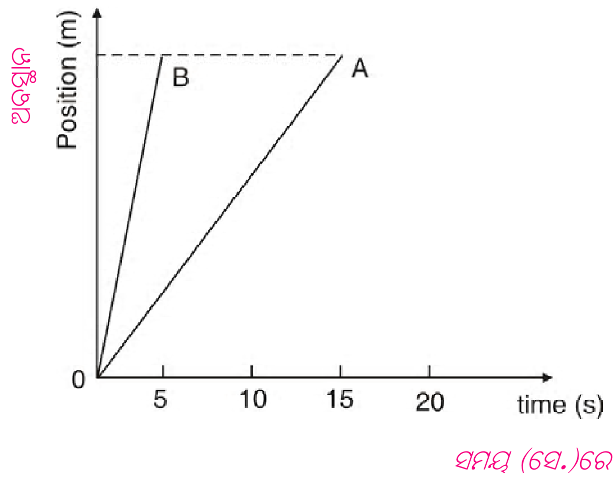
ପୁସ୍ତକ ଅନ୍ତର୍ଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ ୯.୩

୧. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଗତି କିପରି ନିମ୍ନରୁ ଦର୍ଶାଅ ।



ଚିତ୍ର ୯.୨୮ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ

୨. ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ତୁଳନା କର ।



ଚିତ୍ର ୯.୨୯

୩. A ଓ B ବସ୍ତୁର ଗତି ସାରଣୀ ଦେଖି ଦର୍ଶାଅ

ସମୟ ସେକେଣ୍ଡରେ	0	10	20	30	40	50
ଅବସ୍ଥାନ (A) ମିନିଟରେ	0	5	5	5	5	5
ଅବସ୍ଥାନ (B) ମିନିଟରେ	0	2	4	6	8	10

୪. ଗୋଟିଏ କାର ସ୍ଥିରବସ୍ଥାରୁ ବାହାରି 5 ସେକେଣ୍ଡରେ 2 ମି/ସେ ବେଗରେ ପହଞ୍ଚିଲା । ପରବର୍ତ୍ତୀ 10 ସେକେଣ୍ଡରେ ଧୀରେ ଧୀରେ ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାକୁ ଆସିଲା । ସମୟ-ପରିବେଶ ଗ୍ରାଫ ଅଙ୍କନ କରି ତ୍ୱରଣ, ମଳନ ଓ ଦୂରତା ସ୍ଥିର କର ।

୫. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ୧୦ ମି/ସେ ବେଗରେ ଗତି କରୁଛି । ହଠାତ୍ ପରିବେଗ ଓ ମି/ସେ ବଦଳାଇଲା ମାତ୍ର ୫ମ ସେକେଣ୍ଡରେ ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାକୁ ଆସିଲା । ସମୟ-ଅବସ୍ଥାନ ଗ୍ରାଫ ଅଙ୍କନ କରି ଦର୍ଶାଅ ।

୯.୬ ଗତି ସମୀକରଣ

ଧରାଯାଉ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ସମତ୍ୱରଣରେ ଗତି କରୁଛି । ମନେକର *U* ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବେଗ *V* ଅନ୍ତିମ ବେଗ, ସମୟ t, s ବିସ୍ଥାପନ । ତେବେ

ତ୍ୱରଣ = ପରିବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ / ସମୟ $\frac{\text{Chnage in velocity}}{\text{Time interval}}$

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

କିମ୍ବା $$v = u + at$$

ଏହା ଗତିର ପ୍ରଥମ ସମୀକରଣ

ବିସ୍ଥାପନ = ହାରାହାରି ପରିବେଗ x ସମୟର ବ୍ୟବଧାନ

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

କିମ୍ବା $s = ut+\frac{1}{2}at^2$ 9.2

ଏହାକୁ ଗତିର ୨ୟ ସମୀକରଣ କହନ୍ତି । ଯଦି ବସ୍ତୁଟି ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରେ ଗତି ଆରମ୍ଭ କରିଥାଏ ତେବେ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବେଗ $u = 0$

$$s = 0\times t+\frac{1}{2}at^2$$

or $$s = \frac{1}{2}at^2$$

ଏହିପରି ଭାବରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନ (ଯଦି ସମତ୍ୱରଣରେ ଥାଏ) ସମୟ ସହ ସମାନୁପାତୀ ପୁନଶ୍ଚ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନ (ସମ ପରିବେଶ ଶୂନ୍ୟ ତ୍ୱରଣରେ) ସମୟ ସହ ସମାନୁପାତୀ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଯଦି ଆମେ $a=\frac{v-u}{t}$ ଏବଂ $s=\left(\frac{v+u}{2}\right).t$ ନେବା

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

କିମ୍ବା $2a.s = v^2 - u^2$

କିମ୍ବା $v^2 = u^2 + 2as$ 9.3

ଏହି ସମୀକରଣକୁ ଗତିରେ ଦ୍ୱିତୀୟ ସମୀକରଣ କହନ୍ତି । ଯଦି ତ୍ୱରଣ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ହୋଇଥାଏ ତେବେ '**a**' ବଦଳରେ '**g**' ବସିବ ।

୯.୪ ପୁସ୍ତକ ଅନ୍ତର୍ଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

୧. ଗୋଟିଏ ବଲକୁ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବେଗ ୧୯.୬ମି. ସେକେଣ୍ଡ$^{-1}$ରେ ଲମ୍ବରକୁ ବିଶାଗଲା, ୬ ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ତଳେ ପଡ଼ିଲା ।

(କ) କେତେ ଉଚ୍ଚକୁ ବଲକୁ ଯାଇଥିଲା ।

(ଖ) ମୋଟ କେତେ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କଲା ? (g = 9.8 ms^{-2})

୨. ୯.୮ ମିଟର ଉଚ୍ଚରେ ଠିଆ ହୋଇଥିବା ଗୋଟିଏ ଶ୍ରମିକ ପାଖକୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ଶ୍ରମିକ ଇଟା ଖଣ୍ଡେ ୧୯୨.୦୮ମି/ସେ ବେଗରେ ଫିଙ୍ଗିଲା । ଇଟାର ପରିବେଗ ଓ ତ୍ୱରଣ ସ୍ଥିର କର ?

୩. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ତାର ବେଗ ୧୦ମି/ସେ ରୁ ଆରମ୍ଭ କଲା ଏବଂ ୧୦ସେକେଣ୍ଡ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ହେଲା । ୧୦ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ସେ କେତେ ବାଟ ଅତିକ୍ରମ କରିବ ?

୪. ଗୋଟିଏ କାର ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରୁ ବାହାରି ୧୦ସେକେଣ୍ଡରେ ୫୦ ମିଟର ବାଟ ଅତିକ୍ରମ କଲା ଏବଂ ପରବର୍ତ୍ତୀ ୧୦୦ମିଟର ପାଇଁ ୧୦ ସେକେଣ୍ଡ ନେଲା । କାରଟିର ହାରାହାରି ବେଗ ସ୍ଥିର କର ।

୯.୭ ସମବୃତୀୟ ଗତି :

ଆପଣମାନେ ସାଇକେଲଟିଏ ରାସ୍ତାରେ ଗତି କାଲାବେଳେ ଦେଖିଥିବେ ସାଇକେଲର ସବୁ ଅଂଶ କ'ଣ ଏକାପରି ଗତି କରିଥାଏ ? ଯଦିନୁହେଁ କିପରି ସେମାନେ ଗତି କରନ୍ତି ? ପେଡ଼ାଲର ଗତି ଅନ୍ୟ ଠାରୁ ଭିନ୍ନକି ? ପିଲାର ମୁଣ୍ଡକୁ ଏପରି ଅନେକ ପ୍ରଶ୍ନ ଆସେ । ସଳଖ ରାସ୍ତାରେ ଗତି କଲେ ତାର ଗତିକୁ ସରଳ ରୈଖିୟ ଗତି କୁହାଯାଏ ।

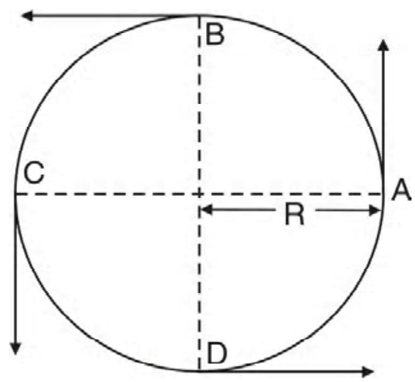
ଚିତ୍ର ୯.୩୦ ସଳଖ ରାସ୍ତାରେ ସାଇକେଲ ଗତି କରିବା ଦୃଶ୍ୟ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବା ସାଇକେଲର ଚକ ଗତିକୁ । ଚକଟିର ଯେ କୌଣସି ବିନ୍ଦୁ ଅକ୍ଷ ଚାରିପଟେ ସମାନ ଦୂରତାରେ ଘୁରି ଥାନ୍ତି । ଗତିର ଏ ପ୍ରକାରର ବର୍ଣ୍ଣନାକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଆମେ ଯାଣିବା ଏହା ଏକ ବୃତ୍ତୀୟ ଗତି । ଆପଣ ମାନେ ଚିନ୍ତା କରିଛନ୍ତି କି ଅକ୍ଷ ଚାରିପଟେ ଘୁରୁଥିବା ଫ୍ଲାଇ ହୁଇଲ (fly wheel) କଥା । ପେଡ଼ାଲ ନ ମାରିଲା ବେଳେ ଫ୍ଲାଇ ହୁଇଲ ସରଳ ରୈଖିୟ ଗତି କରିଥାଏ । ମାତ୍ର ପେଡ଼ାଲ ମାରିଲେ ଏହାର ଗତି ବୃତ୍ତୀୟ ହୁଏ । ପୁନଶ୍ଚ ଯେହେତୁ ସାଇକେଲଟି ଗତି କରୁଚି । ଫ୍ଲାଇହୁଇଲର ଗତିକୁ ସରଳରୈଖିକ ଓ ବୃତ୍ତିୟର ସମାହାର ଧରାଯାଏ ।

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଏକ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଘୁରୁଛି । ବୃତ୍ତର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ R । ଆମେ ଚାରୋଟି ବିନ୍ଦୁ A, B, C, D ରେ ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥାନ କଥା ଆଲୋଚନା କରିବା । ଯଦି ବସ୍ତୁଟି ପ୍ରତ୍ୟେକ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ସମାନ ସମୟରେ ବ୍ୟବଧାନରେ ସମାନ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିଥାଏ । ତେଣୁ ଏ ପ୍ରକାର ଗତି୍କୁ ସମଗତି କହନ୍ତ । ଅର୍ଥାତ ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍ତୁର ବେଗ (ଦୂରତା/ସମୟ) ସମାନ ଥାଏ ।

ଏହାର ଅର୍ଥ ସମବୃତ୍ତୀୟ ଗତିରେ ବେଗ ସମାନ ଥାଏ ।

ଗତି ଦିଗରେ ପରିବେଗ ରହିଥାଏ । ଗତିର ଦିଗ A,B,C,D ବିନ୍ଦୁରେ ବଦଳିଥାଏ । ଯେହେତୁ ଗତିର ଦିଗ ବଦଳେ ତେଣୁ ପରିବେଗର ଦିଗ ମଧ୍ୟ ବଦଳେ । 'ଳରେ ଆମେ ଜାଣିଲୁ ସମବୃତ୍ତୀୟ ଗତିରେ ପରିବେଗ ସହ ଦିଗ ବଦଳିଥାଏ । ଏଠାରେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ତ୍ୱରଣ ଗତିର ଦିଗ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଯୋଗୁଁ ସମ୍ଭବ । ବଡ଼ ମଜା କଥା ବୃତ୍ତୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍ତୁଟି ସମାନ ବେଗରେ ଯାଉଛି ମାତ୍ର ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି କରୁଛି ।



ଚିତ୍ର ୯.୩୧ – ବୃତ୍ତୀୟ ଗତି

ଚିନ୍ତାକର ଏବଂ ଲେଖ										
K	I	L	O	M	E	T	R	E	T	O
S	P	E	E	D	T	O	N	C	N	E
O	N	D	I	S	T	A	A	N	O	E
P	D	I	S	P	L	A	C	D	I	A
A	N	S	V	E	L	O	C	I	T	Y
T	A	P	P	E	E	R	C	S	A	N
K	A	L	U	D	I	N	E	T	R	A
T	E	A	M	Y	O	Y	L	A	E	D
M	A	C	H	I	N	E	E	N	L	L
E	P	E	P	T	A	D	R	C	E	K
T	O	M	F	T	R	E	A	E	C	D
R	N	E	N	G	I	N	T	G	C	Q
E	E	N	K	L	O	M	E	T	A	R

ଉପର ସାରଣୀରୁ ଗତି ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ଶବ୍ଦ ସଂଯୋଜନା କରି (ସମାନ୍ତର ବା ଲମ୍ବ ଭାବରେ) ବର୍ଣ୍ଣନା କର । (ଅନ୍ତତଃ ତିନୋଟି) ।

ଟିପ୍ପଣୀ

ପୁସ୍ତକ ଅନ୍ତର୍ଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ ୯.୫

୧. ବୃତ୍ତୀୟ ଗତିର ଯେଉଁ ବିନ୍ଦୁ ଚାରିପଟେ ବସ୍ତୁଟି ଘୁରେ ତାହା

(କ) ସବୁବେଳେ ସ୍ଥିର ।

(ଖ) ସବୁବେଳେ ଗତିଶୀଳ ।

(ଗ) ବେଳେ ବେଳେ ଗତି କରନ୍ତି ।

(ଘ) କମ୍ପନ ଗତି ଅବସ୍ଥାରେ ରହେ ।

୨. ସମ ବୃତ୍ତୀୟ ଗତି କ୍ଷେତ୍ରରେ

(କ) ବେଗ ସବୁବେଳେ ସ୍ଥିର ରହେ ।

(ଖ) ପରିବେଶ ସବୁବେଳେ ସ୍ଥିର ରହେ ।

(ଗ) ବେଗ ଓ ପରିବେଗ ଉଭୟେ ସବୁବେଳେ ସ୍ଥିର ।

(ଘ) ବେଗ ଓ ପରିବେଗ ସ୍ଥିର ନୁହେଁ ।

୩. ସିଲିଂ ପଙ୍ଖାରେ ବ୍ଲେଡ଼ର ଏକ ବିନ୍ଦୁ ।

(କ)ସବୁବେଳେ ସମବୃତ୍ତୀୟ ଗତିରେ ରହେ ।

(ଖ) ସବୁବେଳେ ସମତ୍ୱରଣରେ ରହେ ।

(ଗ) ସମବୃତ୍ତୀୟ ବା ଅସମ ବୃତ୍ତୀୟ ହୋଇପାରେ ।

(ଘ) ପରିବର୍ତ୍ତନ ସମତ୍ୱରଣ ଗତି ।

ତୁମେ କଣ ଶିଖିଲ

- ବସ୍ତୁରେ ସ୍ଥିର ଅର୍ଥ ବସ୍ତୁଟିର ସମୟ ସହ ଅବସ୍ଥାନର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଉନାହିଁ ।
- ବସ୍ତୁଟିର ଅବସ୍ଥାନ ସହ ସମୟର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଛି ତେବେ ବସ୍ତୁଟି ଗତିଶୀଳ ।
- ବସ୍ତୁଟି ଯଦି ସିଧା ଭାବରେ ଗତି କରୁଛି ଏହାକୁ ସରଳ ରୈଖିକ ଗତି କହିବା । ଉଦାହରଣ – ଏକ କାର ସିଧା ରାସ୍ତାରେ ଗତି କରୁଛି ।
- ବସ୍ତୁଟି ଯଦି ବୃତ୍ତୀୟ ପଥରେ ଗତି କରୁଛି ତା'ର ଗତିକୁ ବୃତ୍ତୀୟ ଗତି କହିବା । ଯଥା – ଘଣ୍ଟାର ସେକେଣ୍ଡ କଣ୍ଟାର ଗତି ।
- ବସ୍ତୁଟି ଯେତିକି ବାଟ ଯାଇଛି ତାହାହିଁ ତା'ର ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ।
- ବସ୍ତୁର ଅନ୍ତିମ ଓ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଦୂରତାର ବିୟୋଗକୁ ବିସ୍ଥାପନ କହନ୍ତି ।

- ବେଗ କହିଲେ ଦୂରତା ସମୟର ଅନୁପାତକୁ ବୁଝାଏ । ପରିବେଗ କହିଲେ ବିସ୍ଥାପନ ଓ ସମୟର ଅନୁପାତକୁ ବୁଝାଏ ।
- ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫର ସ୍ଲୋପ ହିଁ ସୁଚାଏ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ।
- ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ ଯଦି x- ଅକ୍ଷ ସହ ସମାନ୍ତର ହୁଏ ଏହାର କ୍ଷେତଫଳ ସୂଚାଏ କେତେ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କଲା ।
- ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ x ଅକ୍ଷ ସହ ତୀର୍ଯ୍ୟକ ହୁଏ ତେବେ ସ୍ଲୋପରୁ ହିଁ ତ୍ୱରଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହୁଏ ।
- ସମତ୍ୱରଣ ଗତିରୁ ଆମେ କେତେକ ସୂତ୍ର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିଛେ ।

$v = u + at$

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

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

ଯଦି $u =$ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବେଗ, $v =$ ଅନ୍ତିମ ବେଗ, $s =$ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା, $t =$ ସମୟ

ଅନ୍ତିମ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

୧. ଏକ ବସ୍ତୁ ସ୍ଥିରବସ୍ଥାରୁ ଗତି ଆରମ୍ଭ କରି ସ୍ଥିର ତ୍ୱରଣ (a)ରେ ଅତିକ୍ରମ କରି t ସେକେଣ୍ଡ ପାଇଁ ଗତି କଲା । ଏହାର ହାରାହାରି ବେଗ

(କ) $\frac{a \cdot t}{2}$; (ଖ) $2a \cdot t$; (ଗ) $\frac{1}{2} a \cdot t^2$; (ଘ) $\frac{1}{2} a^2 \cdot t$

୨. ଗୋଟିଏ କାର ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରୁ ବାହାରି 4 ମି/ସେ^{2} ତ୍ୱରଣ ଅତିକ୍ରମ କଲା । ପ୍ରତି 4 ସେ କଲାପରେ ସେ କେତେ ପଥ ପ୍ରତକ୍ରମ କଲା

(କ) ୪, ୮, ୧୬, ୩୨ (ଖ) ୨, ୮, ୧୮, ୩୨

(ଗ) ୨, ୬, ୧୦, ୧୪ (ଘ) ୪, ୧୬, ୩୨, ୬୪

୩. ପରିବେଗର ଦିଗ ତ୍ୱରଣର ଦିଗର ନିଷ୍ପତ୍ତି କରେକି ?

୪. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ଓ ତ୍ୱରଣର ସମ୍ପର୍କ ସ୍ଥିର କର ।

୫. ନିମ୍ନ କଣିକା ମାନଙ୍କର ଅଛି କି ନାହିଁ ସ୍ଥିର କର ।

(କ) ଗୋଟିଏ କଣିକା ସମ ବେଗରେ ସରଳ ରୈଖିୟ ଗତିକରୁଛି

(ଖ) ଗୋଟିଏ କଣିକା ଗୋଟିଏ ବକ୍ରପଥରେ ସମବେଗରେ ଗତି କରୁଛି ।

୬. ନିମ୍ନ ସାରଣୀ ଦେଖି ବେଗ ଓ ତ୍ୱରଣ ସ୍ଥିର କର ଯଦି ସେମାନେ x ଅକ୍ଷ ସହ ସରଳ ରୈଖିୟ ଗତି କରୁଛନ୍ତି ପୁନଶ୍ଚ ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରୁ ଏହାର ଉଦାହରଣ ଦିଅ ।

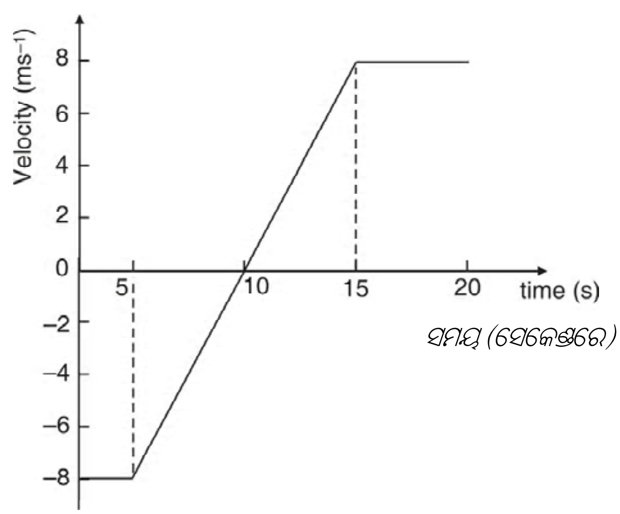
ସାରଣୀ ୯.୧୧

ପରିବେଗ	ତ୍ୱରଣ	ଉଦାହରଣ
A)ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ	ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ	ହ୍ୟାମ୍ପ ବା ଖସଡ଼ା ଉପରେ ବଲଟିଏ ଗଡୁଛି
B)ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ	ବିଯୁକତାତ୍ମକ	
C)ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ	ଶୂନ୍ୟ	
D)ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ	ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ	
E)ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ	ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ	
F)ବିଯୁକତାତ୍ମକ	ଶୂନ୍ୟ	
G)ଶୂନ୍ୟ	ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ	
H)ଶୂନ୍ୟ	ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ	

୭. ଗୋଟିଏ କାର ୭ମିଟର/ସେ ବେଗରେ ଗତି ଆରମ୍ଭ କରି ୨ ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ୮.୦ ମି/ସେ^{୨} ତ୍ୱରଣ ପ୍ରାପ୍ତ ହେଲା । ୨ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ତା'ର ପରିବେଗ କେତେ ହେବ ।

୮. ଗୋଟିଏ କାରର ତାତକ୍ଷଣିକ ବେଗ ୫.୦ ମି/ସେ । ୪ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ଏହାର ବେଗ ୮ ମି/ସେ । ଏହି ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ହାରାହାରି ତ୍ୱରଣ କେତେ ?

୯. ନିମ୍ନସ୍ଥ ଗ୍ରାଫରେ ସମୟ-ପରିବେଗ ସମ୍ବଳିତ ତଥ୍ୟ ପ୍ରକାଶିତ ହୋଇଛି । ୦ ଠାରୁ ୦.୫୦ ସେକେଣ୍ଡ ଏବଂ ୦ ରୁ ୨୦.୦ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ହାରାହାରି ତ୍ୱରଣ କେତେ ସ୍ଥିର କର ।



ଚିତ୍ର ୯.୩୨

୧୦. ଗୋଟିଏ କାରର ବେଗ ପ୍ରତି ୮ ସେକେଣ୍ଡରେ ବଦଳୁଛି । ସାରଣୀ ଦେଖି ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ଲେଖ ।

ସାରଣୀ ୯.୧୨

Time (s)	Velocity (ms^{-1})	Time (s)	Velocity (ms^{-1})
0.0	0.0	5.0	20.0
1.0	4.0	6.0	20.0
2.0	8.0	7.0	20.0
3.0	12.0	8.0	20.0
4.0	16.0		

(କ) ସମୟ ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ ପାଇଁ ବିନ୍ଦୁ ସ୍ଥିର କର ।

(ଖ) ପ୍ରଥମ 2 ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ କାରଟି କେତେ ପଥ ଅତିକ୍ରମ କଲା ?

(ଗ) ପ୍ରଥମ 4 ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ କାରଟିର ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ସ୍ଥିର କର ।

(ଘ) ସମୁଦାୟ 8 ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ କାରର ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା କେତେ ?

(ଙ) t = 5.0ସେ, t= 7.0 ସେ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ସ୍ଲୋପ କେତେ ?

(ଚ) t=0.0ସେ, t = 4 ସେକେଣ୍ଡ ଏହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ସ୍ଲୋପ କେତେ ସ୍ଲୋପ କ'ଣ ସୂଚାଏ ।

୧୧. ସମ-ଦୂରତାର ଏକ ସାରଣୀ ନିମ୍ନରେ ପ୍ରଦତ୍ତ କରାଗଲା ।

ସାରଣୀ ୯.୧୩

ସମୟ (ସେ)	ଦୂରତା (ମି.)	ସମୟ (ସେ/)	ଦୂରତା (ମି)
0	0	25	150
5	100	30	112.5
10	200	35	75
15	200	40	37.5
20	200	45	0

(କ) ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ ପ୍ରସ୍ତୁତକର ।

(ଖ) t-10ସେ, t=20ସେ ଏହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ହାରାହାରି ପରିବେଗ ସ୍ଥିର କର ।

(ଗ) T=20ସେ, t=25ସେ ଏହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ କାରର ହାରାହାରି ବେଗ ସ୍ଥିର କର । କାରଟି ଅତିକ୍ରମ କୁଥିବା ଦିଗ ସ୍ଥିର କର ।

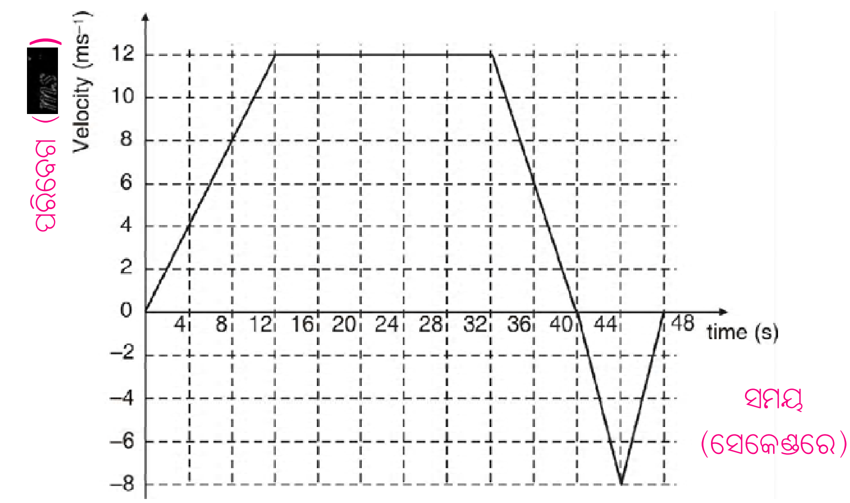
୧୨. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ 19.6 ମିଟର ଉପର ତଳକୁ ଛାଡ଼ି ଦିଆଗଲା । ସମୟ-ବିସ୍ଥାପନ ଗ୍ରାଫ ଅଙ୍କନ କର । ଯେତେବେଳେ ଏହାର ଭୂମିକୁ ସ୍ପର୍ଶ କଲା ସେତେବେଳେ ଏହାର ପରିବେଗ ସ୍ଥିର କର ।

୧୩. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ୧୯.୬ ମିଟର ଉଚ୍ଚରୁ ତଳକୁ ଛାଡ଼ି ଦିଆଗଲା । ଯାତ୍ରା ଶେଷ ସେକେଣ୍ଡରେ ବସ୍ତୁଟି କେତେ ପଥ ଅତିକ୍ରମ କରିଥିବ ।

୧୪. ସମତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଗତି ଅତିକ୍ରମ କରୁଥିବା ଏକ ଗାଡ଼ିର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବେଗ u ଓ ବେଗ v ହେଲେ ଦର୍ଶାଅ ଯେ ହାରାହାରି ପରିବେଗ ବସ୍ତୁର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବେଗ u ଓ ଅନ୍ତିମ ବେଗ v ରେ ହାରାହାରି ସଙ୍ଗେ ସମାନ ।

୧୫. ନିମ୍ନସ୍ଥ ଚିତ୍ର ନଂ ୯.୩୩ ଗ୍ରାଫରୁ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ଦର୍ଶାଅ ।

ବିସ୍ଥାପନ, ହାରାହାରି ପରିବେଗ ଓ ତ୍ୱରଣ ଦର୍ଶାଅ ।



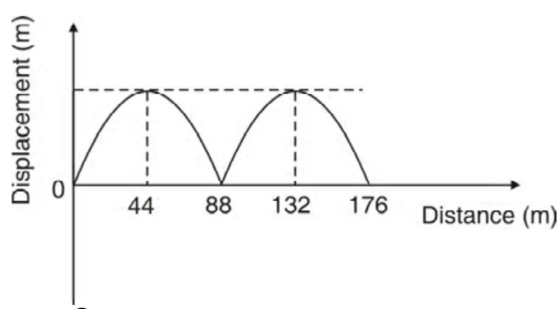
ଚିତ୍ର ୯.୩୩

୧୬. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ସ୍ଥିର ବସ୍ଥାରୁ ପାହାରି ୫ସେକେଣ୍ଡରେ ପରିବେଗ(୧୦ ms^{-1}) କୁ ପହଞ୍ଚିଲା । ଏହାର ତ୍ୱରଣ କେତେ ?

ପୁସ୍ତକ ଅନ୍ତର୍ଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀର ପ୍ରଶ୍ନୋତ୍ତର

୯.୧ 1 (c) 2. (a) 3. (b) 4. (a) 5 (c)

6. ବିସ୍ଥାପନ (ମି.)



ଚିତ୍ର 9-34

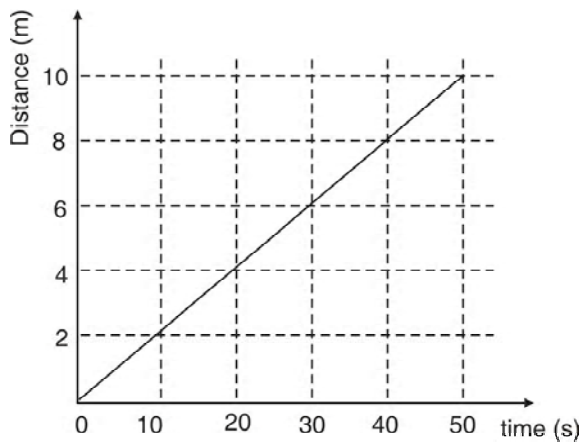
୯.୧ 1. (a) iii (b) iv c) (i) d) ii

2. ଦୂରତା = 140 ମି. ବିସ୍ଥାପନ = 100 ମି. ବେଗ = 7Ms^{-1}

3. ଯେତେବେଳେ ବସ୍ତୁଟି ସମତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ବେଗରେ ଅତିକ୍ରମ କର ।

4. 2ms^{-1} , 5 MS^{-1}

5. ହାରାହାରି ବେଗ = 0.2 Ms^{-1}



ଚିତ୍ର 9.35

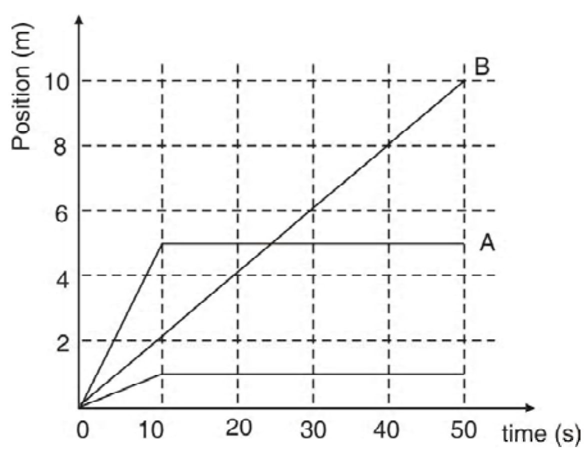
6. 0.2 Ms^{-1} , 7. 63 Kmh^{-1} 8. 48 Kmh^{-1} 9. R.R

୯.୨

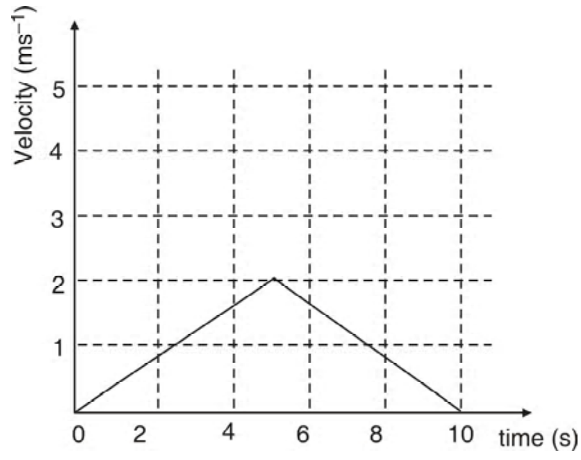
1. ପ୍ରଥମ 5 ସେକେଣ୍ଡ ପାଇଁ 2Ms^{-1} ପରିବେଗରେ ଅତିକ୍ରମ କଲା । ତାପର 5 ସେ. ରୁ 15 ସେ. ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସ୍ଥିର ହେଲା । ପରବର୍ତ୍ତୀ 15 ସେ ରୁ 20 ସେ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ 2Ms^{-1} ପରିବେଗର ଅତିକ୍ରମ କଲା ।

2. Aର ପରିବେଗ Bର ପରିବେଗ 4 ଗୁଣ ।

୩.



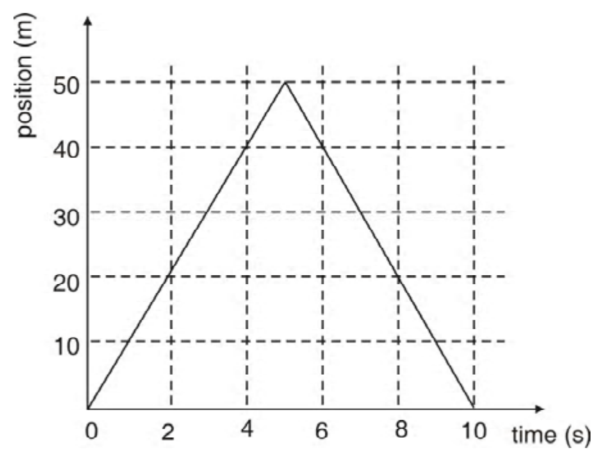
4. ପରିବେଗ (ms^{-1})



ଚିତ୍ର

i) a = 0.4 ms^{-2}, ii) –a = 0.4 ms^{-1}, iii) 10 ମି

5.



ଚିତ୍ର

୯.୧ i) 19.6 ମି ii) 4 ସେ 2. ଶୂନ୍ୟ ଏବଂ 9.8 Ms^{-2}

3. 600 ମି 4. 7.5 Ms^{-1}

୯.୧

1. (a) 2(a) 3(b)

****

ଟିପ୍ପଣୀ

୧୦

ବଳ ଓ ଗତି

ପୂର୍ବ ଅଧ୍ୟାୟରେ ସରଳରେଖାରେ ଗତି କରୁଥିବା ଏକ ବସ୍ତୁର ଗତି ବିଷୟରେ ଜାଣିଲ । ଏହା ମଧ୍ୟ ଜାଣିଛ ଗତି ସମଗତି କିମ୍ବା ଅସମଗତି ହୋଇପାରେ । ସ୍ଥିରଥିବା ଏକ ବସ୍ତୁକୁ ଗତିଶୀଳ କରାଯାଇପାରିବ କିମ୍ବା ଗତିଶୀଳ ଅବସ୍ଥାରେ ଥିବା ବସ୍ତୁକୁ ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାକୁ ଅଣାଯାଇପାରିବ । ଏହା ତୁମେ ମାନେ ନିଶ୍ଚୟ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ । ବସ୍ତୁଟିକୁ ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାରୁ ଗତିଶୀଳ କରାଇବା କିମ୍ବା ଗତିଶୀଳ ଅବସ୍ଥାରୁ ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାକୁ ଆଣିବା ନିମନ୍ତେ କ'ଣ ସାହାଯ୍ୟ କରେ, ତୁମେ ଜାଣିଛ କି? କ'ଣ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁଟିର ବେଗ କିମ୍ବା ଦିଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିଥାଏ ? ଏକ କମ୍ବଳକୁ ବାଡ଼ିରେ ଆଘାତକଲେ ସେଥିରୁ ଧୂଳିକଣା କାହିଁକି ଖସିପଡ଼େ ? ପଡ଼ିଆରେ ଗଡ଼ିଯାଉଥିବା ଏକ ବଲ କିଛି ବାଟ ଗଲାପରେ ଆପେ ରହିଯାଏ କାହିଁକି ? କାଟିବା ନିମନ୍ତେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଉଥିବା ଉପକରଣ ଗୁଡ଼ିକର ଧାର କାହିଁକି ସର୍ବଦା ତୀକ୍ଷ୍ଣ ହୋଇଥାଏ ?

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ ଏହି ପ୍ରଶ୍ନ ଗୁଡ଼ିକର ଉତ୍ତର ଖୋଜି ପାଇବା ପାଇଁ ଚେଷ୍ଟା କରିବା ।

ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

ବିଷୟଟି ପଢ଼ିସାରିଲା ପରେ ତୁମେ:

- ଗତିର କାରଣ ବୁଝାଇପାରିବ (ବଳର ସଂଜ୍ଞା) ।
- ସନ୍ତୁଳିତ ଓ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଇ ପାରିବ ।
- ଜଡ଼ତା, ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ସଂବେଗର ସଂଜ୍ଞା କହିପାରିବ ।
- ଗତି ସମ୍ବନ୍ଧୀତ ତିନୋଟି ନିୟମକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବା ସଂଗେ ସଂଗେ ଦୈନନ୍ଦୀନ ଜୀବନରେ ଏହାର ମହତ୍ୱ ଓ ବ୍ୟବହାର ବୁଝାଇପାରିବ ।
- ବଳ, ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ତ୍ୱରଣ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସଂପର୍କ ଉପସ୍ଥାପନା କରିପାରିବ ।
- ଘର୍ଷଣବଳ କ'ଣ ବୁଝାଇପାରିବ ଏବଂ ଏହା କେଉଁ ସବୁ କାରକ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରିପାରିବ ।
- ଗଡ଼ାଣି ଘର୍ଷଣ (rolling friction), ଖସାଣି ଘର୍ଷଣ(sliding friction) ଠାରୁ କମ ହୋଇଥାଏ, ଦେଖାଇପାରିବ ଏବଂ ଅନୁଭବ କରିପାରିବ ।
- ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଘର୍ଷଣର ପ୍ରାଧାନ୍ୟତାକୁ ବିଭିନ୍ନ ଉଦାହରଣ ମାଧ୍ୟମରେ ଦେଖାଇପାରିବ ଏବଂ ସଂଘାତ ଓ ଚାପର ସଂଜ୍ଞା ବୁଝାଇପାରିବ ।
- ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଘଟୁଥିବା ଘଟଣା ସହ ଜଡ଼ିତ ଉଦାହରଣ ଦେଇପାରିବ ।

୧୦.୧ ବଳ ଓ ଗତି

ଯଦି ଆମେ ଏକ ବଲ୍‌କୁ ସମତଳ ସ୍ଥାନରେ ରଖିବ. ଏହା ସେହି ପରି ରହିବ ଯେତେବେଳ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହାର ସେହି ଅବସ୍ଥାରେ ଆମେ କୌଣସି ପ୍ରକାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ନ କରିଥାଉ । ଏହା ଗଡ଼ିବ ଯଦି ଆମେ ଏହାକୁ ଠେଲିବା କିମ୍ବା ଟାଣିବା । ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ଏହି ଟଣା ବା ଠେଲାକୁ ବଳ କୁହାଯାଏ । ଠେଲିବା, ଟାଣିବା ବା ଆଘାତ ଦେବା ହେଉଛି ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ କାର୍ଯ୍ୟ ପ୍ରଣାଳୀ ଯାହା ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ଆମେ ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥା (ଗତିଶୀଳ / ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥା)ରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଣିପାରିବା । ବସ୍ତୁଉପରେ ବଳ ପ୍ରୟୋଗକଲେ ଆଉ ସବୁ କ'ଣ ଘଟିଥାଏ ? ଚିନ୍ତାକର । ଏହା ବୁଝିବା ପାଇଁ ଆସ ଏକ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ।

ଶିକ୍ଷଣୀୟ କାର୍ଯ୍ୟ ୧୦.୧

ଦୁଇ ହାତ ପାପୁଲି ମଧ୍ୟରେ ଏକ ବେଲୁନ୍ ଧର । ପାପୁଲି ସାହାଯ୍ୟରେ ବେଲୁନ୍‌ଟିକୁ ଚାପି ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କର (ଚିତ୍ର ୧୦.୧), କ'ଣ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରୁଛ ?

ଚିତ୍ର ୧୦.୧ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ବେଲୁନ୍ ଆକାର ପରିବର୍ତ୍ତନ

ବେଲୁନ୍‌ଟିକୁ ଚାପିବା ଦ୍ୱାରା ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବ, ବେଲୁନ୍‌ର ଆକାରରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଛି । ଏଥର ଆମେ କହିପାରିବା, ବଳ ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁର ଆକାରରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଇପାରିବ । ବର୍ତ୍ତମାନ ବଳର ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ପ୍ରଭାବ ସଂପର୍କରେ ଭାବିଲ ଦେଖି ?

ଫୁଟବଲ ଖେଳିଲା ସମୟରେ ଯଦି ତୁମେ ଗଡୁଥିବା ବଲର ଦିଗ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିବାକୁ ଚାହିଁଲ ତେବେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦିଗରେ ତୁମେ ବଲଟିକୁ ଗୋଇଠା ମାରିଥାଅ । ଯେତେବେଳେ ବଲଟିକୁ ଗୋଇଠାମାର (ଗୋଡ଼ରେ ମାରିଥାଅ), ତୁମେ ବଲଉପରେ କିଛି ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ସ୍ଥିର କିମ୍ବା ଗଡୁଥିବା ବଲଟିର ଦିଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିଥାଅ । ସେହିପରି ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିଥାଅ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଗଡୁଥିବା ସାଇକେଲର ବ୍ରେକ୍ ମାରି ଏହାର ବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଇଥାଏ ।

ଅର୍ଥାତ୍ ବିଭିନ୍ନ ଉଦାହରଣ ଓ ଶିକ୍ଷଣୀୟ କାର୍ଯ୍ୟ କରି ଆମେ କହିପାରିବା ଯେ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ:

- ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାରୁ ଏହାକୁ ଗତିଶୀଳ କରାଇପାରିବା ।
- ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଣିପାରିବା ।
- ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ଦିଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିପାରିବା ।
- ବସ୍ତୁର ଆକାର କିମ୍ବା ଆକୃତିରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇପାରିବା ।

ବର୍ତ୍ତମାନ, ଏହା ଠିକ୍ ସମୟ ତୁମେ କ'ଣ ଶିଖିଲ ତାହାର ମୂଲ୍ୟାୟନ କରିବା ।

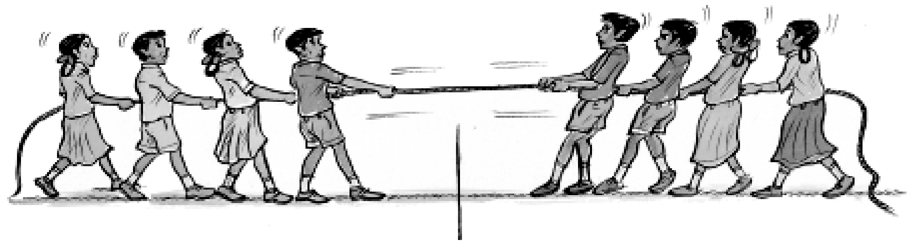
ବିଷୟାଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ ୧୦.୧

୧. କ୍ରିକେଟ୍ ଖେଳାଳୀ ବ୍ୟାଟ୍‌ଦ୍ୱାରା କିଛି ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି କ୍ରିକେଟ୍ ବଲର ଦିଗ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିଥାଏ କି ?

୨. ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ବସ୍ତୁର ଆକାର ବା ଆକୃତିରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିଥାଏ । ତୁମେ ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଘଟୁଥିବା କେତେକ ଉଦାହରଣ ଦିଅ ।

୧୦.୨ ସନ୍ତୁଳିତ ଓ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ

ତୁମେ କେବେ ଦଉଡ଼ି ଟଣା ଖେଳ ଦେଖିଛ(ଚିତ୍ର ୧୦.୨)? ଏହି ଖେଳରେ ଯେତେବେଳେ ଦୁଇଟି ଦଳ ସମାନ ବଳ ପ୍ରୟୋଗକରି ଟଣା ଟଣି ହୋଇଥାନ୍ତି ସେମାନେ ଦଉଡ଼ି ଉପରେ ଏକ ସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିଥାନ୍ତି । ତେଣୁ ଦଉଡ଼ିଟି ସ୍ଥିର ରହିଥାଏ । ଯେତେବେଳେ ଗୋଟିଏ ଦଳ ଅଧିକ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରେ, ସେତେବେଳେ ସେମାନେ ଅନ୍ୟଦଳକୁ ଦଉଡ଼ିଦ୍ୱାରା ମଧ୍ୟ ନିଜ ଆଡ଼କୁ ଟାଣି ଦେଇଥାନ୍ତି । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ବଳ ଗୁଡ଼ିକ ଅସନ୍ତୁଳିତ ହୋଇଥାନ୍ତି ।

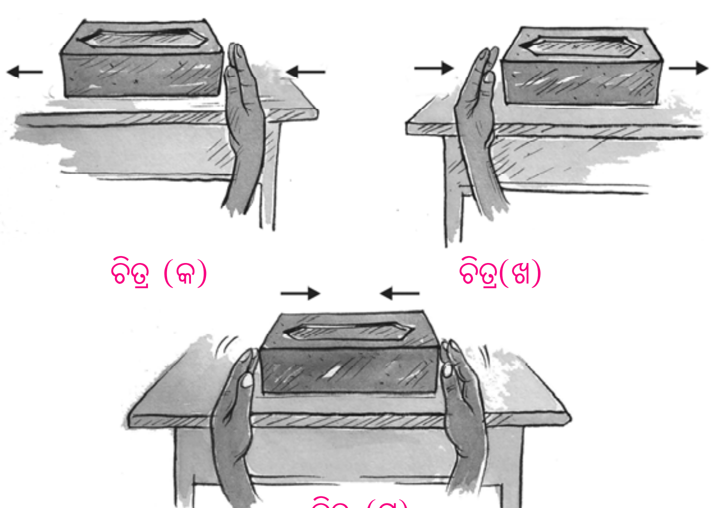


ଚିତ୍ର ୧୦.୨ ଦଉଡ଼ି ଟଣା ଖେଳ

ସନ୍ତୁଳିତ ତଥା ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳର ସଂଜ୍ଞା ବୁଝିବା ପାଇଁ ଆସ ନିମ୍ନ ଲିଖିତ କାର୍ଯ୍ୟଟି କରିବା ।

ଶିକ୍ଷଣୀୟ କାର୍ଯ୍ୟ ୧୦.୨

ଟେବୁଲ୍‌ଉପରେ ଇଟାଖଣ୍ଡେ ରଖ । ଡାହାଣ ହାତଦ୍ୱାରା ଇଟାଟିକୁ ତୁମର ବାମ ଆଡ଼କୁ ଠେଲ । ତୁମେ କ'ଣ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରୁଛ ? ଇଟାଟି ବାମ ଆଡ଼କୁ ଗତି କରିବା ଆରମ୍ଭ କଲା (ଚିତ୍ର ୧୦.୩(କ)) ବାମ ହାତରେ ବର୍ତ୍ତମାନ ଇଟାଟିକୁ ତୁମର ଡାହାଣ ଆଡ଼କୁ ଠେଲ । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ କେଉଁ ଦିଗରେ ଇଟାଟି ଗତି କଲା । (ଚିତ ୧୦.୩(ଖ))?



ଚିତ୍ର (କ) ଚିତ୍ର(ଖ)

ଚିତ୍ର (ଗ)

୧୦. ୩ ସନ୍ତୁଳିତ ଓ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ

ଟିପ୍ପଣୀ

ବର୍ତ୍ତମାନ ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱରୁ ସମାନ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଇଟାଖଣ୍ଡକୁ ଠେଲ । (ଚିତ୍ର ୧୦.୩(ଗ) । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ତୁମେଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବଯେ ଇଟାଟି କୌଣସି ଦିଗକୁ ଘୁଞ୍ଚିଲା ନାହିଁ । ତୁମେ ଚିନ୍ତାକର କାହିଁକି ଇଟାଟି କୌଣସି ଦିଗକୁ ଘୁଞ୍ଚିଲା ନାହିଁ ? ପ୍ରକୃତରେ ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇଥିବା ବଳଦ୍ୱୟ ପରସ୍ପରକୁ ସନ୍ତୁଳିତ କରିଥାନ୍ତି (ସମତୁଲ ବଳଦ୍ୱୟ) । ଏହି ବଳଗୁଡ଼ିକୁ ସନ୍ତୁଳିତ ବଳ (Balanced force) କୁହାଯାଏ ।

ସନ୍ତୁଳିତ ବଳଦ୍ୱାରା କେଉଁ ପ୍ରକାର ଏବଂ କ'ଣ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଇପାରିବ ? ଉପରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ତଥ୍ୟରୁ ଆମେ କହିବା, ସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥା କିମ୍ୱା ଗତିଶୀଳ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିନଥାଏ । ୧୦.୧ ଶିକ୍ଷଣୀୟ କାର୍ଯ୍ୟରେ କରାଯାଇଥିବା ପରୀକ୍ଷା କଥା ମନେପକାଅ ଏବଂ ଚିନ୍ତାକର ବେଲୁନ୍ ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇଥିବା ବଳ ସନ୍ତୁଳିତ କି ଅସନ୍ତୁଳିତ ? ହଁ, ତୁମେ ଠିକ୍ କହୁଛ, ଦୁଇପାପୁଲି ସାହାଯ୍ୟରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇଥିବା ବଳ ସନ୍ତୁଳିତ ଯାହା ବେଲୁନର ଆକୃତି / ଆକାରରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇଥିଲା ।

କ'ଣ ହେବ ଯେତେବେଳେ ଇଟା ଉପରେ ଭିନ୍ନ ପରିମାଣର ଦୁଇଟି ବିପରୀତମୁଖୀ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବ ? ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅଧିକ ବଳ ଦିଗରେ ଇଟାଟି ଗତି କରିବ । ଏହି ବଳକୁ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ (Unbalanced force) କୁହାଯାଏ । ବସ୍ତୁ ଉପରେ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କଲେ ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥା କିମ୍ୱା ଗତିଶୀଳ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଇପାରେ ।

ଆଉ ଅଧିକ ସନ୍ତୁଳିତ ଓ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ସମ୍ୱନ୍ଧୀୟ ଉଦାହରଣ ଖୋଜି ବାହାର କର ।

ବିଷୟାଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ ୧୦.୨

୧. ସନ୍ତୁଳିତ ବଳ କ'ଣ ?

୨. ସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ବସ୍ତୁରେ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟିକରିପାରିବ କି ?

୩. ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ବସ୍ତୁରେ କେଉଁ ପ୍ରକାର ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଇପାରିବ ?

୧୦.୩ ନିଉଟନଙ୍କ ଗତି ନିୟମ

୧୦.୩.୧ ଜଡ଼ତ୍ୱ (Inertia)

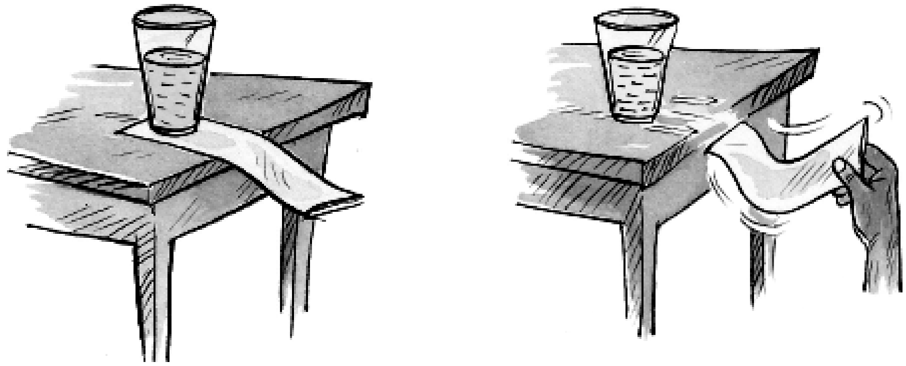
ଗଛର ଡାଳକୁ ଧରି ଜୋରରେ ହଲାଇଲେ ସେଥିରେ ଥିବା ପତ୍ର ଓ ଫଳ ପଡ଼ିଯିବାର ତୁମେମାନେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ । ସେହିପରି ବାଡ଼ିଦ୍ୱାରା ଏକ କମ୍ୱଳକୁ ବାଡ଼େଇଲେ ସେଥିରେ ଥିବା ଧୂଳିକଣା ଅଲଗା ହୋଇଯାଏ । ଏପରି କାହିଁକି ହୁଏ ତୁମେ ଜାଣକି ?

ଏ ସମସ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର 'ଜଡ଼ତ୍ୱ' ଅଟେ ।

ଜଡ଼ତ୍ୱ କ'ଣ ? ଏକ ସରଳ କାର୍ଯ୍ୟ ଦ୍ୱାରା ଜଡ଼ତ୍ୱର ଧର୍ମ ସମ୍ୱନ୍ଧରେ ବୁଝିପାରିବା ।

ଶିକ୍ଷଣୀୟ କାର୍ଯ୍ୟ ୧୦.୩

ଖଣ୍ଡିଏ କାଗଜ ଫର୍ଦ (୩୦ ସେ.ମି. × ୮ସେ.ମି.) ନିଅ ଏବଂ ଗୋଟିଏ ଟେବୁଲ୍ ଉପରେ ଏହାକୁ ବିଛାଅ ଯେପରି କାଗଜର କିଛି ଅଂଶ ଟେବୁଲ୍ ଧାରର ବାହାରକୁ ରହିବ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଗ୍ଲାସ୍‌ରେ ଅଧାପାଣି ନେଇ କାଗଜ ଉପରେ ରଖ । କାଗଜଟିକୁ ହଠାତ୍ ଟାଣି ଦିଅ (ଚିତ୍ର ୧୦.୪) । ତୁମେ କ'ଣ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲ ? ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ ଗ୍ଲାସ୍‌ଟି ଠିକ୍ ତା' ସ୍ଥାନରେ ରହିବ । ଗ୍ଲାସର ଜଡ଼ତ୍ୱ ହିଁ ତାକୁ କାଗଜ ସହ ଯିବାକୁ ଅଟକାଇବ ।



ଚିତ୍ର ୧୦.୪ ଜଡ଼ତ୍ୱ ଯୋଗୁଁ ଗ୍ଲାସ୍‌ଟି ତା' ନିଜ ସ୍ଥାନରେ ରହିବ

ତେବେ ଆମେ କହିପାରିବା ଜଡ଼ତ୍ୱ ଏକ ପ୍ରବୃତ୍ତି ଯାହା ସ୍ଥିର ବସ୍ତୁକୁ ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାରେ କିମ୍ୱା ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁକୁ ସେହି ସମାନ ପରିବେଗରେ ଗତିଶୀଳ ଅବସ୍ଥାରେ ରଖିଥାଏ । ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଜଡ଼ତ୍ୱ ସମ୍ୱନ୍ଧୀୟ ବହୁତ ଉଦାହରଣ ପାଇପାରିବ । ଜଡ଼ତ୍ୱଯୋଗୁଁ ଦୌଡ଼ାଳି ଦୌଡ଼ ଦୂରତାର ଶେଷ ଚିହ୍ନ ଅତିକ୍ରମ କଲାପରେ ମଧ୍ୟ କିଛି ସମୟ ଆଗକୁ ଦୌଡ଼ିଥାଏ । ସେହିପରି, ତୁମେ ନିଶ୍ଚୟ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ ଟମାଟୋ ସସ୍ ବୋତଲକୁ କେବଳ ଖାଲି ଓଲଟାଇଲେ ମଧ୍ୟ ସେଥିରୁ ସସ୍ ବାହାରକରିବା କଷ୍ଟସାଧ୍ୟ ହୋଇଥାଏ । ଅବାଂ ସସ୍ ବୋତଲକୁ ହଠାତ୍ ହାତରେ ବାଡ଼େଇଲେ ସେଥିରୁ ସସ୍ କାଢ଼ିବା ସହଜ ହୋଇଥାଏ । ବୋତଲକୁ ତଳମୁହାଁ କରିବା ଦ୍ୱାରା ସସ୍ ଗତିଶୀଳ ହୋଇଥାଏ । ହଠାତ୍ ବାଡ଼େଇବା ଦ୍ୱାରା, ଗତିର ଜଡ଼ତ୍ୱ ଯୋଗୁଁ ଗତିଶୀଳ ସସ୍ ଗତିଶୀଳ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଥାଏ ଏବଂ ବୋତଲ ବାହାରକୁ ବାହାରି ଆସେ ।

୧୦.୩.୨ ଜଡ଼ତ୍ୱ ଓ ବସ୍ତୁତ୍ୱ

ବର୍ତ୍ତମାନ ତେବେ ଆମେ ଶିଖିଲେ ଯେ ଜଡ଼ତ୍ୱ ଯୋଗୁଁ ବସ୍ତୁଟି ତା'ର ସ୍ଥିତାବସ୍ଥା ବା ଗତିଶୀଳ ଅବସ୍ଥାର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବିରୋଧକରେ । ସବୁ ବସ୍ତୁର ସମାନ ଜଡ଼ତ୍ୱ ରହିଥାଏ କି ? ଆମ ଖୋଜିବାହାର କରିବା ।

ମସୃଣ ପୃଷ୍ଠରେ ଏକ ଖାଲି ବାକ୍ସକୁ ଠେଲ । ବର୍ତ୍ତମାନ ସେହି ପୃଷ୍ଠରେ ସେହି ବାକ୍ସକୁ ବହି ଭର୍ତ୍ତିକରି ଠେଲିବାକୁ ଚେଷ୍ଟାକର । କ'ଣ ତୁମେ ପାଇବ ? ଖାଲି ବାକ୍ସ ବହି ଭର୍ତ୍ତି ଥିବା ବାକ୍ସ ଅପେକ୍ଷା ଠେଲିବା କାହିଁକି ସହଜ ହୋଇଥାଏ ?

ସମାନ ପରିବେଗରେ ଆସୁଥିବା ଏକ ଟେନିସ୍‌ବଲ୍ ଓ କ୍ରିକେଟ୍ ବଲ ଅଟକାଇବା ପାଇଁ ବର୍ତ୍ତମାନ ମନେକର ତୁମକୁ କୁହାଯିବ । କେଉଁ ବଲ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତୁମକୁ ଅଧିକ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିବାକୁ ପଡ଼ିବ ? ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବ ଯେ କ୍ରିକେଟ୍ ବଲ ଅଟକାଇବା ନିମନ୍ତେ ଟେନିସ୍ ବଲ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ବଳ ଦରକାର ପଡ଼ିବ । ଅର୍ଥାତ୍ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ସମାନ ଭାବରେ ସେମାନଙ୍କର ସ୍ଥିରାବସ୍ଥା କିମ୍ୱା ଗତିଶୀଳ ଅବସ୍ଥା ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବିରୋଧ କରିନଥାଏ । ଓଜନିଆ ବସ୍ତୁ ହାଲୁକା ବସ୍ତୁ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ପ୍ରତିରୋଧ କରିଥାଏ । ଏଥିରୁ ତୁମେ କେଉଁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ପହଞ୍ଚିଲ ? ଆମେ କହିପାରିବା ଯେ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହିଁ ଜଡ଼ତ୍ୱର ପରିମାପକ ।

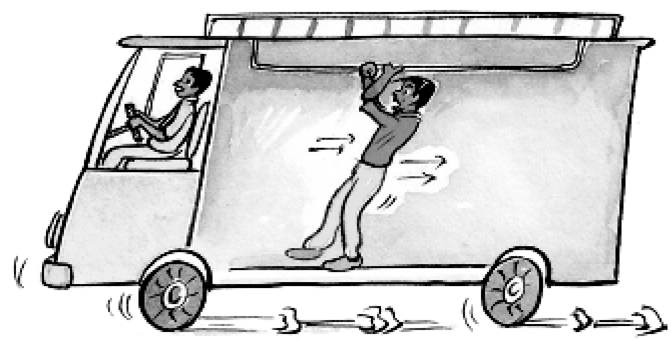
୧୦.୩.୩ ନିଉଟନଙ୍କ ପ୍ରଥମଗତି ନିୟମ

ତୁମେ ମାନେ ଜାଣିଲ ଯେ ବସ୍ତୁ ତା'ର ସ୍ଥିରାବସ୍ଥା ବା ଗତିଶୀଳ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବିରୋଧ କରେ । ଏହି କଥାକୁ ସାର୍ ଆଇଜାକ୍ ନିଉଟନ ଅଧିକ ଅଧ୍ୟୟନ କରିଥିଲେ ଏବଂ ଏଥିରୁ ମିଳିଥିବା ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

ଗୁଡ଼ିକୁ ନେଇ ତିନୋଟି ମୌଳିକ ନିୟମ ଉପସ୍ଥାପନା କରିଥିଲେ ଯାହା ବସ୍ତୁର ଗତି ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ଅଟେ । ନିଉଟନ ପ୍ରଥମ ଗତି ନିୟମଟି ହେଲା-

"ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ତା'ର ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରେ ବା ସରଳ ରୈଖିକ ସମଗତି ଅବସ୍ଥାରେ ଅନବରତ ରହିଥାଏ ଯେ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତା' ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଣିବା ନିମନ୍ତେ କୌଣସି ବାହ୍ୟ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇନଥାଏ ।"

ନିଉଟନଙ୍କ ପ୍ରଥମ ଗତି ନିୟମ ଆମକୁ ସୂଚାଏ ଯେ, ବସ୍ତୁ ତା'ର ସ୍ଥିତାବସ୍ଥା ବା ଗତିର ଅବସ୍ଥାର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବିରୋଧ କରେ । ଆମେ ଜାଣୁ ବସ୍ତୁର ଏହି ଧର୍ମକୁ ଜଡ଼ତ୍ୱ କୁହାଯାଏ । ସେଥିପାଇଁ ନିଉଟନଙ୍କ ପ୍ରଥମ ଗତି ନିୟମକୁ ଜଡ଼ତ୍ୱର ନିୟମ କୁହାଯାଏ । ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ନିଉଟନଙ୍କ ପ୍ରଥମ ଗତି ନିୟମର ବହୁଳ ବ୍ୟବହାର ଦେଖାଯାଇଥାଏ । ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାରେ ଠିଆ ହୋଇଥିବା ବସ୍ ହଠାତ୍ ଆଗକୁ ଗତି କଲେ ବସ୍‌ରେ ଠିଆ ହୋଇଥିବା ଯାତ୍ରୀ ପଛକୁ ପଡ଼ିଯାଏ (ଝୁଙ୍କିପଡ଼େ) କାହିଁକି (ଚିତ୍ର ୧୦.୫)?



ଚିତ୍ର ୧୦.୫ ବସ୍‌ରେ ଠିଆ ହୋଇଥିବା ଯାତ୍ରୀ ପଛକୁ ପଡ଼ିଯାଏ ଯେତେବେଳେ ହଠାତ୍ ବସ୍ ଆଗକୁ ଗତିକରେ

ଆମର ଏହି ଅନୁଭୂତିକୁ ଆମେ ଜଡ଼ତ୍ୱ ନିୟମ ଦ୍ୱାରା ବୁଝାଇପାରିବା । ଯାତ୍ରୀର ପାଦ ବସର ଚଟାଣ ସହିତ ଲାଗିଥାଏ । ଯେତେବେଳେ ବସ୍‌ଟି ହଠାତ୍ ଗତିଶୀଳ ହେଲା, ସେତେବେଳେ ଯାତ୍ରୀ ମାନଙ୍କର ପାଦ ନିମ୍ନ ଅଂଶ ମଧ୍ୟ ଆଗକୁ ଯିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ । ମାତ୍ର ସେମାନଙ୍କ ଶରୀରର ଉପର ଅଂଶ ଜଡ଼ତ୍ୱ ଗୁଣ ଯୋଗୁଁ ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହିଥାଏ ଏବଂ ଯାତ୍ରୀ ପଛକୁ ପଡ଼ିଯାଆନ୍ତି ।

ଗତିଶୀଳ ବସ୍‌ଟି ହଠାତ୍ ରହିଗଲେ କ'ଣ ଘଟେ ? ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍‌ରେ ଠିଆ ହୋଇଥିବା ଯାତ୍ରୀ ଆଗକୁ ପଡ଼ିଯାଏ । ଏପରି କାହିଁକି ହୁଏ ପୂର୍ବ ଉଦାହରଣରବ୍ୟାଖ୍ୟାକୁ ଲକ୍ଷକରି ତୁମେ ଚିନ୍ତାକରି କହିପାରିବ କି ?

ଚିତ୍ର ୧୦.୬ ଗତିଶୀଳ ବସ୍‌ଟି ହଠାତ୍ ରହିଗଲେ ଯାତ୍ରୀ ଆଗକୁ ଝୁଙ୍କିପଡ଼େ

ଏବେ ତୁମେ କହିପାରିବ ନିଶ୍ଚୟ ବାଡ଼ିରେ କମ୍ବଳକୁ ଆଘାତ କଲେ କମ୍ବଳରୁ କାହିଁକି ଧୂଳିକଣା ଝଡ଼ିପଡ଼େ ? ପ୍ରଥମ ଗତି ନିୟମ ଦ୍ୱାରା ଏହାକୁ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟାକର ।

୧୦.୩.୪ ସଂବେଗ (*momentum*)

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆଗରୁ ଆଲୋଚନା କରାଯାଇଛି ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁକୁ ଅଟକାଇବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ବଳ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ମନେକର ବର୍ତ୍ତମାନ ଦୁଇଟି ସମାନ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବଲ ଭିନ୍ନ ପରିବେଗରେ ଗତି କରୁଛି । କେଉଁ ବଲ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହାକୁ ଅଟକାଇବା ନିମନ୍ତେ ଅଧିକ ବଳ ଆବଶ୍ୟକ ? ତୁମେମାନେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବ ଯେ ଜୋରରେ ଯାଉଥିବା ବଲଟିକୁ ଅଟକାଇବା ପାଇଁ ଅଧିକ ବଳ ଦରକାର ପଡ଼ିବ । ଅର୍ଥାତ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ଅଟକାଇବା ନିମନ୍ତେ ଆବଶ୍ୟକ ବଳ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

ତୁମେ ନିଶ୍ଚୟ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ ବନ୍ଧୁକରୁ ବାହାରିଥିବା ଛୋଟ ଗୁଳି ଗୋଟିଏ ଲୋକକୁ ମାରିଦେଇ ପାରିବ । କିନ୍ତୁ ସେହି ଗୁଳିକୁ ହାତରେ ଫୋପାଡ଼ିଲେ ବୋଧେ ଏହା କୌଣସି କ୍ଷତି ଘଟାଇନଥାଏ । ସେହିପରି ରାସ୍ତାକଡ଼ରେ ସ୍ଥିର ଭାବରେ ଠିଆହୋଇଥିବା ଟ୍ରକ ବିଷୟରେ କେହି ଚିନ୍ତା କରିନଥାଏ । କିନ୍ତୁ ଗତିଶୀଳ ଟ୍ରକ ଆଗରେ ଲୋକଟି ଆସିଲେ ଲୋକଟି ମରିଯିବାର ଆଶଙ୍କା ମଧ୍ୟଥାଏ । କେବଳ କ'ଣ ଟ୍ରକର ପରିବେଗ ଆମ ମନରେ ଭୟ ସୃଷ୍ଟିକରେ ? ଯଦି ଏହା ସତ୍ୟ ତେବେ ଏକ ଖେଳନା କାର ଟ୍ରକ ପରିବେଗ ସହ ସମାନ ବେଗରେ ଗତିକଲେ ଟ୍ରକ୍‌ଭଳି ଆମ ମନରେ ସେତିକି ଭୟ ଜାତ ହେବ ।

ଏଥିରୁ ଆମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଜଣାଯାଏ ବସ୍ତୁର ପ୍ରତିଘାତ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ପରିବେଗ ଉଭୟ ରାଶି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଏହି ଦୁଇରାଶି ସାହାଯ୍ୟରେ ଏକ ନୂଆ ଭୌତିକ ରାଶିକୁ ସଂଜ୍ଞାବଦ୍ଧ କରାଯାଇପାରିବ ଯାହାକୁ ସଂବେଗ କୁହାଯାଏ ।

ବସ୍ତୁର ସଂବେଗ P, ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ m, ଓ ପରିବେଗ v ର ଗୁଣଫଳ ।

$P = mv$ .... (୧୦.୧)

(ସଂବେଗ=ବସ୍ତୁତ୍ୱ $\times$ ପରିବେଗ)

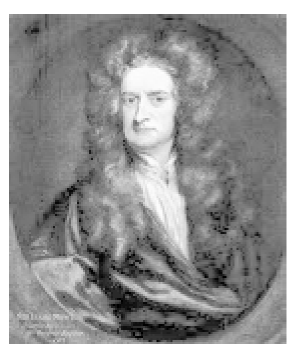
ସଂବେଗ ଏକ ସଦିଶ ରାଶି (*vector quantity*) ଏବଂ SI ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ସଂବେଗର ଏକକ ହେଉଛି $Kgms^{-1}$ । ସଂବେଗର ଉଭୟ ପରିମାଣ ଓ ଦିଗ ରହିଥାଏ । ଏହାର ଦିଗ ପରିବେଗର ଦିଗ ସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

୧୦.୩.୫ ନିଉଟନଙ୍କ ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ନିୟମ

ନିଉଟନଙ୍କ ପ୍ରଥମ ଗତି ନିୟମ ଅନୁସାରେ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁର ପରିବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ । ତେଣୁ ବଳ ବସ୍ତୁର ସଂବେଗରେ ମଧ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ ସୃଷ୍ଟି କରେ । ନିଉଟନଙ୍କ ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ନିୟମ ବଳ ଓ ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର ମଧ୍ୟରେ ସଂପର୍କ ସ୍ଥାପନକରେ ।

ନିଉଟନଙ୍କ ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ:

"ସମୟ ଅନୁସାରେ ବସ୍ତୁର ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର, ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ବଳ ସହ ସମାନୁପାତୀ ଓ ବଳ ଦିଗରେ ସଂପନ୍ନ ହୁଏ ।"



Sir Isaac Newton
(1642-1727)

ନିଉଟନଙ୍କ ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ନିୟମ ବଳ ଓ ତ୍ୱରଣ ମଧ୍ୟରେ ମଧ୍ୟ ସଂପର୍କ ସ୍ଥାପନ କରେ । ଆସ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ।

ମନେକର m ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁର ବେଗ ଏକ ସ୍ଥିର ବଳ F

ଟିପ୍ପଣୀ

ପ୍ରଭାବରେ u ରୁ v କୁ t ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଲା । ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଓ ଅନ୍ତିମ ଅବସ୍ଥାରେ ବସ୍ତୁର ସଂବେଗର ପରିମାଣ ଯଥାକ୍ରମେ $P_1 = mu$ ଏବଂ $P_2 = mv$ ହେବ । t ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ $P_2 - P_1$

ପ୍ରତି ଏକକ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର $= \dfrac{P_2 - P_1}{t}$

ନିଉଟନଙ୍କ ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ବଳ F ର ପରିମାଣ $F \propto \dfrac{P_2 - P_1}{t}$ କିମ୍ବା

$$F = \frac{K(P_2 - P_1)}{t} \;.... \;(୧୦.୨)$$

ଯେଉଁଠାରେ K ସମାନୁପାତିକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ଅଟେ ।

$P_1 = mu$ ଓ $P_2 = mv$ ମୂଲ୍ୟ (୧୦.୨) ସମୀକରଣରେ ପକାଇଲେ ପାଇବା ।

$$F = \frac{K(mv - mu)}{t}$$

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

ବର୍ତ୍ତମାନ $\dfrac{v-u}{t}$, ପରିବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର ଯାହା ତ୍ୱରଣ a ଅଟେ ।

ତେବେ ଆମେ ପାଇବା $F = Kma$ ....(୧୦.୩)

ଏକକ ବଳକୁ (*unitforce*) ଏମିତି ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରାଯାଏ, K ର ମୂଲ୍ୟ ଏକ ହୁଏ । ଏଥିପାଇଁ ସଂଜ୍ଞା ଅନୁସାରେ ଏକକ ବଳ ହେଉଛି ସେହି ପରିମାଣର ବଳ ଯାହା ଏକକ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ବସ୍ତୁଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟକଲେ ସେହି ବସ୍ତୁରେ ଏକକ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ତେଣୁ ଏକକ ବଳ (*one unit of force*)$= K \times 1kg \times 1ms^{-2}$ ଆନୁପାତିକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ K ର ମୂଲ୍ୟ । ହେଲେ ସମୀକରଣ (୧୦.୩) ବର୍ତ୍ତମାନ ହେବ $F = ma$ .... (୧୦.୪)

ବଳର ଏକକ ନିଉଟନ ଅଟେ ଏବଂ ଏହାର ସଂକେତ N ଅଟେ । ୧ନିଉଟନ ବଳ ହେଉଛି ସେତିକି ପରିମାଣର ବଳ ଯାହା ୧ kg ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରି ସେଥିରେ $1ms^{-2}$ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି କରେ ।

୧ ନିଉଟନ ବଳ କେତେ ତୁମେ ଆକଳନ କରିପାରିବ କି ?

ଏଥିପାଇଁ, ଆସ ଅନୁଭବ କରିବା ।

୧୦୦ଗ୍ରାମ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତୁମ ହାତ ଉପରେ ରଖ । ତୁମ ପାପୁଲି କେତେ ବଳ ଅନୁଭବ କରୁଛି ? ଏହି ବଳର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ।

୧୦.୪ ସମୀକରଣରୁ ଆମେ ଜାଣିଛେ

$$F = ma$$

ଏଠାରେ $m = \frac{1}{10} kg$ ଓ $a = 10 ms^{-2}$ (ପ୍ରାୟ)

ଅତଏବ $F = \frac{1}{10} kg \times 10 ms^{-2} = 1N$

ପାପୁଲି ଉପରେ ରଖାଯାଇଥିବା ୧୦୦ gm ବସ୍ତୁଟି ପାପୁଲି ଉପରେ ପ୍ରାୟ ୧ ନିଉଟନ ବଳ ଦେଇଥାଏ ।

୧୦.୩.୬ ଦୈନନ୍ଦୀନ ଜୀବନରେ ନିଉଟନଙ୍କ ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ନିୟମର କେତେକ ଉଦାହରଣ

ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଅନେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ନିୟମର ବ୍ୟବହାରର ଦୃଷ୍ଟାନ୍ତ ନଜରକୁ ଆସେ । ଯେଉଁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ ସେହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆମେ ସାଧାରଣତଃ ସମୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରି ସଂବେଗର ପରିବେଗ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାରକୁ କମାଯାଇଥାଏ, କିମ୍ବା ବଢ଼ାଯାଇଥାଏ । ଆସ କେତେକ ଉଦାହରଣ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

(କ) ଦୃତ ବେଗରେ ଆସୁଥିବା ଏକ କ୍ରିକେଟ୍ ବଲକୁ ଧରିଲାବେଳେ କ୍ଷେତ୍ର ରକ୍ଷକ ହାତ ତଳକୁ ଆଣିଥାଏ କାହିଁକି ?

ଏପରି କରିବା ଫଳରେ, କ୍ଷେତ୍ର ରକ୍ଷକ ବଲ ଧରିବାର ସମୟର ଅବଧିକୁ ବଢ଼ାଇଦେଇଥାଏ ଯାହାଫଳରେ ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର ହ୍ରାସପାଏ (ବଲର ସଂବେଗ ଶୂନହୁଏ) (ଚିତ୍ର ୧୦.୭) । ଯେହେତୁ ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର ହ୍ରାସ ପାଏ, ବଲଟିକୁ ଧରିବା ପାଇଁ ଅଳ୍ପ ପରିମାଣର ବଳ ଆବଶ୍ୟକ ପଡ଼ିଥାଏ । ତେଣୁ ବଲର ପାପୁଲି ଉପରେ ପ୍ରତିଘାତ (impact) ବଳମଧ କମିଯାଏ, କ୍ଷେତ୍ର ରକ୍ଷକ ଦୃତଗାମୀ ବଲକୁ ଧରିଲାବେଳେ କୌଣସି ଆଘାତ ପାଏନା ।

ଚିତ୍ର ୧୦.୭ କ୍ଷେତ୍ରରକ୍ଷକ ନିଜହାତର ପାପୁଲିକୁ ପଛକୁ ଘୁଞ୍ଚାଇଆଣି ଦୃତଗାମୀ ବଲ୍ ଧରିଥାଏ

(ଖ) ଶକ୍ତ ସିମେଣ୍ଟ ଚଟାଣରେ ପଡ଼ିଗଲେ ଲୋକଟି କାହିଁକି ଆଘାତ ପାଏ ?

ଚଟାଣ ଛୁଇଁବାର ଟିକେ ପୂର୍ବରୁ ଲୋକଟିର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ, ମନେକର u, ଯାହା ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାକୁ ଆସିଲାକ୍ଷଣି ଶୂନ ହୋଇଯାଏ । ତେଣୁ ଅଳ୍ପ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଲୋକଟିର ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର ମଧ ଶୂନ୍ୟ ହୋଇଯାଏ । ଯେହେତୁ ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର ଅଧିକ, ତେଣୁ ଲୋକଉପରେ ଅଧିକ ପରିମାଣର ପ୍ରତିଘାତବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ ଏବଂ ଲୋକଟି ଆଘାତପାଏ । ଅନ୍ୟପକ୍ଷରେ ସେ ଯଦି ବାଲିଗଦା

ଉପରେ କିମ୍ବା ସ୍ପଞ୍ଜଗଦିର କୋମଳଶର୍ଯ୍ୟା ଉପରେ ପଡ଼େ, ତେବେ ସେ ଆଘାତ ପାଏନି କାରଣ ସଂବେଗ ଅଧିକ ସମୟ ପରେ ଶୂନ ହୁଏ ଓ ପ୍ରତିଘାତ ବଳ ମଧ୍ୟ କମିଯାଏ ।

(ଗ) ଗୋଟିଏ ବିଧାମାରି କରାଟେ ଖେଳାଳୀ କିପରି ଗଦା ହୋଇଥିବା ଟାଇଲ୍ କିମ୍ବା ବଡ଼ ବରଫ ଖଣ୍ଡକୁ ଭାଙ୍ଗି ଦେଇଥାଏ ?

କରାଟେ ଖେଳାଳୀ ଯେତେ ସମ୍ଭବ ଶୀଘ୍ର ଟାଇଲ୍ ଗଦା କିମ୍ବା ବରଫ ଖଣ୍ଡକୁ ଆଘାତ ଦେଇଥାଏ । ଏପରି କରିବା ଦ୍ୱାରା ମୋଟ ସଂବେଗ(ହାତର) ଅତିଅଳ୍ପ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ଶୂନ ହୋଇଯାଏ । ଯାହାଫଳରେ ଟାଇଲ୍ ଗଦା କିମ୍ବା ବରଫଖଣ୍ଡ ଉପରେ ବଳ ପରିମାଣ ଅଧିକ ହେବା ଦ୍ୱାରା ଏହା ଟାଇଲ୍ ଗଦା କିମ୍ବା ବରଫ ଖଣ୍ଡଟି ଭାଙ୍ଗିବା ପାଇଁ ଯଥେଷ୍ଟ ହୋଇଥାଏ ।

(ଘ) ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ ଯେତେବେଳେ ଏକ ଓଜନିଆ ବସ୍ତୁକୁ (ବୋଝ) ଦଉଡ଼ିରେ ବାନ୍ଧି ହଠାତ ଉଠାଇଲେ ଦଉଡ଼ିଟି ଛିଣ୍ଡିଯାଏ (ଚିତ୍ର ୧୦.୮) ଏବେ ତୁମେ କହିପାରିବ କାହିଁକି ଦଉଡ଼ି ଛିଣ୍ଡିଯାଏ ?

ଚିତ୍ର ୧୦.୮ ଦଉଡ଼ିରେ ବାନ୍ଧି ବୋଝ ହଠାତ୍ ଉଠାଇଲେ ଦଉଡ଼ି ଛିଣ୍ଡିଯାଏ

ଉଦାହରଣ ୧୦.୧

୩କି.ଗ୍ରା. ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ୧୫ନିଉଟନ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ବସ୍ତୁରେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ତ୍ୱରଣର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ସମାଧାନ:

ନିଉଟନଙ୍କ ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ

$F = ma$

ଏଠାରେ ବସ୍ତୁତ୍ୱ (m)=୩ kg

ପ୍ରୟୋଗ ବଳ (F)=୧୫ ନିଉଟନ ($15N$)

$\therefore 15N = 3kg \times a$

$$\Rightarrow a = \frac{15N}{3kg} = 5ms^{-2}$$

ତେବେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ତ୍ୱରଣର ପରିମାଣ $5ms^{-2}$ ହେବ ।

ଉଦାହରଣ ୧୦.୨

$50kg$ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁରେ $5ms^{-2}$ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି କରିବା ନିମନ୍ତେ କେତେ ପରିମାଣର ବଳ ଆବଶ୍ୟକ ପଡ଼ିବ ?

ସମାଧାନ:

ନିଉଟନଙ୍କ ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ

$$F = ma$$

ଏଠାରେ $m = 50kg$, $a = 5ms^{-2}$

$$\therefore F = 50Kg \times 5ms^{-2}$$

$$= 250N$$

$250N$ ବଳ ପ୍ରୟୋଗକରି $50kg$ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁରେ $5ms^{-2}$ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଇପାରିବ ।

୧୦.୩.୭ ନିଉଟନଙ୍କ ତୃତୀୟ ନିୟମ

ତୁମେ ନିଶ୍ଚୟ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବଯେ ଗୋଟିଏ ବାୟୁପୂର୍ଣ୍ଣ ରବର ବେଲୁନରୁ ପବନ ବାହାର କରିଛାଡ଼ିଦେଲେ ଏହା ପବନ୍ ବାହାରିବା ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଯାଏ (ଚିତ୍ର ୧୦.୯) । କାହିଁକି ବେଲୁନ୍‌ଟି ବାୟୁ ବାହାରିବାର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଗତି କରିଥାଏ ? ଆମ ଏହାର କାରଣ ଖୋଜି ବାହାର କରିବା ।

ଏହା ମଧ୍ୟ ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ ଯେତେବେଳେ ଡଙ୍ଗାରୁ ନଦୀ କୂଳକୁ ଡେଉଁଥାଅ, ଡଙ୍ଗାଟି ତୁମର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଚାଲିଯାଏ (ଚିତ୍ର ୧୦.୧୦) । ଏପରି କାହିଁକି ହୁଏ ? ଯେତେବେଳେ ଡଙ୍ଗାରୁ ନଦୀକୂଳକୁ ଡେଇଁଥାଅ, ତୁମେ ତୁମ ପାଦ ସାହାଯ୍ୟରେ ଡଙ୍ଗା ଉପରୁକୁ ଏକ ପଶ୍ଚାତମୁଖୀ ବଳ (backward force) ପ୍ରୟୋଗ କରିଥାଅ । ଏହି ବଳକୁ କ୍ରିୟା (action) କୁହାଯାଏ । ଠିକ୍ ସେହି ସମୟରେ ଡଙ୍ଗାଟି ତୁମ ପାଦ ଉପରେ ଏକ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା ଦ୍ୱାରା, ତୁମେ ଆଗକୁ ଯାଇଥାଅ । ଏହି ବଳକୁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (reaction) କୁହାଯାଏ । ମନେରଖ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଦୁଇଟି ବଳ ଓ ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁ ଜଡ଼ିତ । ତୁମେ ଡଙ୍ଗାକୁ ପଛକୁ ଠେଲିଲ ଏବଂ ଡଙ୍ଗା ତୁମକୁ ଆଗକୁ ଠେଲେ । ଏହି ଦୁଇଟି ବଳର ପରିମାଣ ସମାନ କିନ୍ତୁ ବିପରୀତମୁଖୀ ।

ଚିତ୍ର ୧୦.୯ ବେଲୁନ୍‌ଟି ପବନ ବାହାରିବାର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଗତି କରେ

ଚିତ୍ର ୧୦.୧୦ ଡଙ୍ଗାରୁ ବାଳିକାଟି କୂଳକୁ ଡେଉଁଛି

ତେବେ ଆସ ଆଉଥରେ ବେଲୁନ୍ ପ୍ରସଙ୍ଗଟିକୁ ଆଲୋଚନା କରିବା । ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବେଲୁନ୍‌ରୁ ବାହରୁଥିବା ପବନ ବେଲୁନ୍ ଉପରେ (କ୍ରିୟା) ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିଥାଏ ଏବଂ ଏହି ବଳ ବେଲୁନ୍ ପଛକୁ ଠେଲେ (ପ୍ରତିକ୍ରିୟା) ।

ନିଉଟନଙ୍କ ତୃତୀୟ ନିୟମ କ୍ରିୟା ଓ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସଂପର୍କକୁ ଉଲ୍ଲେଖ କରାଯାଇଛି । ଏହି ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ, ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ରିୟାର ସମାନ ଓ ବିପରୀତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ରହିଥାଏ । କ୍ରିୟା ଓ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟକରେ । ଯଦି କ୍ରିୟା ଓ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥାନ୍ତା ତେବେ ସେମାନେ ସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ଗଠନ କରିଥାନ୍ତେ ଓ ବସ୍ତୁଟି ଘୁଞ୍ଚିବ ନାହିଁ ।

୧୦-୧୧ ଚିତ୍ରକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରି କୁହ କେଉଁଟି କ୍ରିୟା ଏବଂ କେଉଁଟି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଓ ଏପରି ସ୍ଥଳେ ଟ୍ରକଟି ଘୁଞ୍ଚିବ କି ନାହିଁ ଚିନ୍ତାକର ।

ଚିତ୍ର ୧୦.୧୧

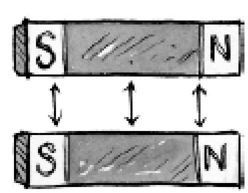
ନିଉଟନଙ୍କ ତୃତୀୟ ନିୟମର ତିନୋଟ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ହେଲା ।

୧. ଦୁଇଟିବଳ ମଧ୍ୟରୁ ଆମେ କହିପାରିବା ନାହିଁ କେଉଁ ବଳଟି କ୍ରିୟା ଓ କେଉଁଟି ପ୍ରତିକ୍ରିକୟା । ଏମାନେ ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ।

୨. କ୍ରିୟା ଓ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ସର୍ବଦା ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ।

୩. କ୍ରିୟା କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିଲା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଦେଖାଯାଏ । ତେଣୁ ଏହି ବଳ ଦ୍ୱୟ ଯୁଗ୍ମଭାବେ କାର୍ଯ୍ୟକରେ ଓ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

ମନେରଖ, ଏ କଥା ସବୁବେଳେ କୁହାଯାଇପାରିବ ନାହିଁ ଯେ କ୍ରିୟା ଓ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ପାଇଁ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱୟ ପରସ୍ପର ସହ ଲାଗି ରହିବ । ସେମାନେ ମଧ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଦୂରରେ ରିହପାରିଥାନ୍ତି । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, ଚୁମ୍ବକ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ହେଉଥିବା ଆକର୍ଷଣ କିମ୍ବା ବିକର୍ଷଣ ସ୍ପର୍ଶ ନକରି ମଧ ହୋଇଥାଏ (ଚିତ୍ର ୧୦.୧୨) ।



ଚିତ୍ର ୧୦.୧୨ ଚୁମ୍ବକ ମଧ୍ୟରେ ବିକର୍ଷଣ

ତୁମେ ଜାଣ କି ଏହି କ୍ରିୟା ଓ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ଆମେ ଚାଲିପାରୁ ? ଆସ ଦେଖିବା କିପରି ? ଯେତେବେଳେ ଆମେ ଚାଲୁ ଆମ ପାଦ ଦ୍ୱାରା ମାଟିକୁ ପଛକୁ ଠେଲିଥାଉ । ଏହା କ୍ରୀୟାବଳ (Force of action) ଅଟେ ।

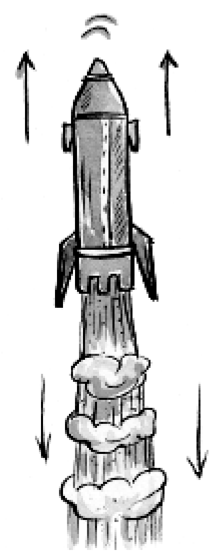
ଏହା ବଦଳରେ ମାଟି ସମାନ ପରିମାଣର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳ ଆମ ପାଦ ଉପରେ ଅପମୁଖୀ ଦିଗରେ ପ୍ରୟୋଗ କରିଥାଏ । ଏହି ବଳ ହିଁ ଆମକୁ ଆଗକୁ ଚାଲିବାକୁ ସାହାଯ୍ୟ କରେ ଯାହା ପ୍ରତିକ୍ରୀୟା ବଳ ଅଟେ ।

ସେହିପରି, ପହଁରିବା ବେଳେ ଆଗକୁ ଯିବା ପାଇଁ ଆମେ ପାଣିକୁ ଆମ ହାତ ଓ ଗୋଡ଼ ସାହାଯ୍ୟରେ ପଛକୁ ଠେଲିଥାଉ । ଏହି ବଳରପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଆମକୁ ଆଗକୁ ଠେଲି ଦେଇଥାଏ ।

ଚିତ୍ର ୧୦.୧୩ ପହଁରାଳି ହାତ ସାହାଯ୍ୟରେ ପାଣିକୁ ପଛକୁ ଠେଲି ଆଗକୁ ଯାଏ

ଏହା ମଧ୍ୟ ତୁମେ ଜାଣି ଆଶ୍ଚର୍ଯ୍ୟ ହେବ ରକେଟ ଓ ଜେଟ୍‌ପ୍ଲେନ୍ ଏହି କ୍ରିୟା ଓ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କୌଶଳ ଉପରେ ପର୍ଯ୍ୟବେଶିତ । ଏହି ସବୁ କ୍ଷେତ୍ରରେ, ଯେତେବେଳେ ଜାଳେଣୀ (ଇନ୍ଧନ) ଜଳେ, ଉତ୍ତପ୍ତ ଗ୍ୟାସ ଲାଞ୍ଜବାଟେ ବାହାରେ । ଏହି ଉତ୍ତପ୍ତ ଗ୍ୟାସ ପଶ୍ଚାତମୁଖୀ ହେଲାବେଳେ ରକେଟ୍ ବା ଜେଟ୍‌ପ୍ଲେନର ଗତି ଆଗକୁ ହୋଇଥାଏ (ଚିତ୍ର ୧୦.୧୪) ।

ଏବେ ଚିନ୍ତାକର ବନ୍ଧୁକରୁ ଗୁଳି ଫୁଟିଲା ସମୟରେ ଏହା ପଛକୁ କାହିଁକି ଧକ୍କା ମାରିଥାଏ ?



ଚିତ୍ର ୧୦.୧୪ ରକେଟ୍ ଓ ଜେଟ୍‌ପ୍ଲେନ୍

୧୦.୩.୮ ସଂବେଗର ସଂରକ୍ଷଣ

ସଂବେଗ ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମ ବିଜ୍ଞାନର ଏକ ପ୍ରମୁଖ ନିୟମ ଅଟେ । ଏହି ନିୟମ ଅନୁସାରେ, ଯଦି ଦୁଇ କିମ୍ବା ଅଧିକ ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ସଂଘାତ ଘଟେ, ସଂଘାତ ପୂର୍ବରୁ ଓ ସଂଘାତ ପରେ ସେମାନଙ୍କର ମୋଟ ସଂବେଗ ପରିମାଣ ସର୍ବଦା (ସ୍ଥିର) ସମାନ ହେବ ଯଦି ସେମାନଙ୍କ ଉପରେ କୌଣସି ବାହ୍ୟବଳ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୋଇନଥାଏ ।

ନିଉଟନଙ୍କ ପ୍ରଥମ ଗତି ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ, ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନର ହାର ହିଁ ବଳ ଅଟେ ।

ଯଦି P_1 =ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ସଂବେଗ, P_2 =ଅନ୍ତିମ ସଂବେଗ,

t = ସମୟ ହୁଏ

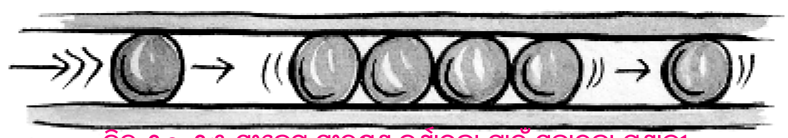
ତେବେ $F = \frac{P_2 - P_1}{t}$

ବର୍ତ୍ତମାନ, ଯଦି $F = 0$, ତେବେ $P_1 = P_2$ ହେବ ଯାହା ସୂଚାଏ ସମୁଦାୟ ବ୍ୟବସ୍ଥାର (*System*) ସଂବେଗ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ (ସ୍ଥିର) ଯଦି କୌଣସି ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇନଥାଏ ।

ସଂବେଗ ସଂରକ୍ଷଣ ଏକ ସରଳ କାର୍ଯ୍ୟଦ୍ୱାରା ପରୀକ୍ଷା କରିପାରିବ ।

ଶିକ୍ଷଣୀୟ କାର୍ଯ୍ୟ ୧୦.

୪୦ସେ.ମି. ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ୍ ଖୋଳ() ଓ ୭ଟି ସମାନ ଆକାର ମାର୍ବଲ ଖଣ୍ଡ ନିଅ । ଏହି ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ୍ ଖୋଳଟିକୁ ଏକ ଭୂସମାନ୍ତର ଟେବୁଲ୍ ଉପରେ ରଖ ଏବଂ ଏହା ମଧ୍ୟରେ (ଚିତ୍ର ୧୦.୧୫) ଦେଖାଇଲା ଭଳି ଲଗାଲଗି କରି ମାର୍ବଲ ଖଣ୍ଡକୁ ସଜାଇ ରଖ । ଖଣ୍ଡିଏ ମାର୍ବଲକୁ ଅନ୍ୟ ମାର୍ବଲମାନଙ୍କ ଠାରୁ ୧୭ସେ.ମି. ଦୂରରେ ରଖାଯାଉ । ଏହି ମାର୍ବଲ ଖଣ୍ଡକୁ ଧୀରେ ଅନ୍ୟମାର୍ବଲ ଖଣ୍ଡ ସହ ଧକ୍କା ଦିଅ । ତୁମେ କ'ଣ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲ ?



ଚିତ୍ର ୧୦.୧୫ ସଂବେଗ ସଂରକ୍ଷଣ ଦର୍ଶାଇବା ପାଇଁ ସଜାଇବା ପ୍ରଣାଳୀ

ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବ ଯେ ସଂଘାତ ହେଲାପରେ, ଗତିଶୀଳ ମାର୍ବଲଟି ସ୍ଥିର ହୋଇଯାଏ, ଏବଂ ଶେଷ ମାର୍ବଲ ଖଣ୍ଡଟି ଅନ୍ୟମାର୍ବଲ ମାନଙ୍କଠାରୁ ଅଲଗା ହୋଇ ଆଗକୁ ଗତିକରେ । ଏହି ମାର୍ବଲ ଖଣ୍ଡର ବେଗ ଅନୁମାନ କର ଏବଂ ଏହାକୁ ସଂଘାତକରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇଥିବା ମାର୍ବଲଖଣ୍ଡର ବେଗ ସହ ତୁଳନା କର ।

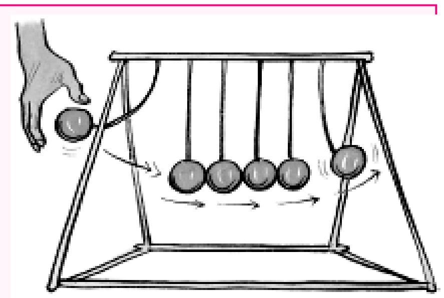
ଉଭୟଙ୍କର ବେଗ ସମାନ ଅଟେ କି ? ଏହ କ'ଣ ସୂଚାଏ ?

ଯଦି ବେଗ ଦ୍ୱୟ ସମାନ ହୁଏ ତେବେ ମୋଟ ସଂବେଗର ପରିମାଣ ସଂଘାତ ପୂର୍ବରୁ ଓ ସଂଘାତ ପରେ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

ଏହି କାର୍ଯ୍ୟ ଦୁଇଟି ମାର୍ବଲ ଖଣ୍ଡକୁ ନେଇ ବାକି ଥିବା ୫ଟି ମାର୍ବଲଖଣ୍ଡ ସହ ସଂଘାତ କର । ଏଥର ତୁମେ କ'ଣ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲ ? ଏହି କାର୍ଯ୍ୟରୁ ତୁମେ କେଉଁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ପହଞ୍ଚିଲ ? ତୁମେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବ ଯେ, ମୋଟ ସଂବେଗର ପରିମାଣ ସଂଘାତ ପୂର୍ବରୁ ଓ ସଂଘାତ ପରେ ସର୍ବଦା ସମାନ ।

ତୁମେ ଜାଣ କି

ଚିତ୍ରରେ ଦିଆ ଯାଇଥିା ଖେଳନା କେବେ ଦେଖିଛ କି ? ଯଦି ନୁହେଁ, ତେବେ ଏହି ଖେଳନାଟିକୁ ଖେଳଣା ଦୋକାନରେ କିମ୍ବା ବିଜ୍ଞାନ ମ୍ୟୁଜିୟମରେ ଖୋଜିବାକୁ ଚେଷ୍ଟାକର । କେଉଁ ତତ୍ତ୍ୱ ଉପରେ ଏହି ଖେଳନାଟିର କାର୍ଯ୍ୟ ପର୍ଯ୍ୟବେଶିତ ?



ଉଦାହରଣ ୧୦.୩

୩କି.ଗ୍ରା. ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ବନ୍ଧୁକରୁ ୦.୦୩କି.ଗ୍ରା. ଗୁଳି ଫୁଟି ୧୦୦ ms^{-1} ବେଗରେ ଗତି କଲା । ବନ୍ଧୁକର ପ୍ରତ୍ୟାଗମନ ପରିବେଗ (*recoil velocity*) କେତେ ?

ସମାଧାନ

ଏଠାରେ, ବନ୍ଧୁକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ m_1 =୩କି.ଗ୍ରା.

ଗୁଳିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ m_2 =୦.୦୩ କି.ଗ୍ରା.

ବନ୍ଧୁକର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ u_1 =୦

ଗୁଳିର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ u_2 =୦

ବନ୍ଧୁକର ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ = V_1 (ମନେକର)

ଗୁଳିର ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ V_2 =୧୦୦ ms^{-1}

ସଂବେଗ ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମ ଅନୁସାରେ

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1V_1 + m_2V$$

ମୂଲ୍ୟ ପକାଇଲେ ଆମେ ପାଇବା

$$0+0 = 3\times V_1 + (0.03)\times 100$$

$$\Rightarrow V_1 = \frac{-100\times 0.03}{3}$$

$$\Rightarrow V_1 = -1.0ms^{-1}$$

$\therefore$ ବନ୍ଧୁକର ପ୍ରତ୍ୟାଗମନ ପରିବେଗ $= -1.0ms^{-1}$

ବିଯୁକ୍ତ ଚିହ୍ନ ଦର୍ଶାଏ ଯେ ଗୁଳିର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ବନ୍ଧୁକଟି ଗତି କରିଥାଏ ।

ଉଦାହରଣ ୧୦.୪

୫ *kg* ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବନ୍ଧୁକରୁ ଏକ ଗୁଳି ବାହାରି ୨୫୦ ms^1 ବେଗରେ ଗତିକଲା । ଯଦି ବନ୍ଧୁକର ପ୍ରତ୍ୟାଗମନ ପରିବେଗ ୧ ms^1 ହେଇଥାଏ ତେବେ ଗୁଳିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କେତେ ହେବ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ସମାଧାନ

M = ୫ kg , $m = ?$

$V = -1\ ms^1$, $v = 250ms^1$

U = ୦, $u = 0$

ସଂବେଗ ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ

$$MU + mu = MV + mv$$

$$\Rightarrow 0 = MV + mv$$

$$\Rightarrow m = \frac{-MV}{v} = \frac{-5\times(-1)}{250} = \frac{1}{50} = 0.02kg$$

$\therefore$ ଗୁଳିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ =୦.୦୨ kg କିମ୍ବା ୨୦ gm ।

ବିଷୟାଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ ୧୦.୩

୧. ଓଦା ହୋଇଥିବା କପଡ଼ାକୁ ବହୁତ ଜୋରରେ ଝାଡ଼ିଦେଲେ ସେଥିରୁ ପାଣି ଛିଟିକି ଥାଏ କାହିଁକି ?

୨. ଗତିଶୀଳଳ ବସ୍‌ଟି ହଠାତ ବ୍ରେକ୍ ଦେଲେ, ଆମେ କାହିଁକି ଆଗକୁ ପଡୁ ?

୩. ଏକା ପ୍ରକାରର ଦୁଇଟି ଟ୍ରକ ସମାନ ପରିବେଗରେ ରାସ୍ତାରେ ଯାଉଛି । ସେଥି ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ଖାଲି ଏବଂ ଅନ୍ୟଟିରେ ବୋଝେଇ ହୋଇଛି । ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ କାହାର ସଂବେଗ ଅଧିକ ?

୪. ୫ kg ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ବସ୍ତୁ ୧୦ ms^{-1} ପରିବେଗରେ ଗତିକଲେ ତା'ର ସଂବେଗ କେତେ ?

୫. ପ୍ରତିଦ୍ୱନ୍ଦୀ ବକ୍ସର ମାରିଥିବା ଏକ ମୁଥାକୁ ଏଡ଼େଇବା ପାଇଁ ଅନ୍ୟ ପ୍ରତିଦ୍ୱନ୍ଦୀ କାହିଁକି ମୁଣ୍ଡକୁ ପଛକୁ ଫେରାଇନିଏ ?

୧୦.୪ ଘର୍ଷଣ

ତୁମେ ନିଶ୍ଚୟ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ ପଡ଼ିଆରେ ଗଡୁଥିବା ଏକ ଫୁଟ୍‌ବଲ କିଛି ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କଲାପରେ ଆପେ ଅଟକିଯାଇଥାଏ । ଇଞ୍ଜିନ୍ ବନ୍ଦ ହେବାକ୍ଷଣି ଏକ ଗତିଶୀଳ କାର ଆସ୍ତେ ଆସ୍ତେ ଗତି କମାଇ ଶେଷରେ ଅଟକିଥାଏ । ଏପରି କାହିଁକି ହୁଏ ?

ଆସ ଏହାର କାରଣ ଖୋଜି ବାହାର କରିବା ।

୧୦.୪.୧ ଘର୍ଷଣ ଜନିତ ବଳ

ନିଉଟନଙ୍କ ପ୍ରଥମ ନିୟମ ଅନୁସାରେ, ଗତି କରୁଥିବା ଏକ ବସ୍ତୁ ଏକ ସରଳ ରେଖାରେଗତି କରିଥାଏ, ଯେତେବେଳ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହା ଉପରେ ଏକ ବାହ୍ୟବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇନଥାଏ । ଏହି ବାହ୍ୟବଳ ବଲ କିମ୍ବା କାରର ଗତିକୁ କମାଇଦେଇଥାଏ କି ? ଭାବିଲ ଦେଖି ! ପ୍ରକୃତରେ ବଲ କିମ୍ବା କାର ଘର୍ଷଣ ବଳ ଦ୍ୱାରା ଅଟକିଯାଇଥାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ଯାହା ପରସ୍ପର ମଧ୍ୟରେ ଲାଗି ରହିଥାଏ, ସେହି ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଘର୍ଷଣ ବଳ ଦେଖାଯାଏ ବା ରହିଥାଏ । ଘର୍ଷଣବଳର ଦିଗ ସର୍ବଦା ଗତିର ଦିଗର ବିପରୀତ ଦିଗରେକାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ, ଆସ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରିବା ସମବେଗରେ ଗତିକରୁଥିବା ଏକ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ବଳ ସଂପର୍କରେ । ଯଦି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ସମବେଗରେ ଗତିକରେ ତେବେ ପ୍ରୟୋଗ ହେଉଥିବା ବଳର ପରିମାଣ ଏହା ବିରୁଦ୍ଧରେ କାର୍ଯକରୁଥିବା ଘର୍ଷଣ ବଳ ସହ ସମାନ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ । ଏପରି ସ୍ଥଳେ ବଳଦ୍ୱୟ ସନ୍ତୁଳିତ ଅଟେ । ସେମାନେ ପରସ୍ପରକୁ ଛେଦ କରନ୍ତି ଏବଂ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ମୋଟ ବଳର ପରିମାଣ ଶୂନ ହୋଇଥାଏ । ସେଥିପାଇଁ ବସ୍ତୁରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ତ୍ୱରଣ ଶୂନ ଓ ବସ୍ତୁର ବେଗ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହିଥାଏ । ଏହାର ବେଗ ବଢ଼ିନଥାଏ କି କମିନଥାଏ ।

ପ୍ରତିରୋଧୀବଳକୁ, ବସ୍ତୁଟି ପୃଷ୍ଠରେ ଗତି କରିବା ପୂର୍ବରୁ ସ୍ଥିରଘର୍ଷଣ(static frictioin) କୁହାଯାଏ । ଯେତେବେଳେ ବସ୍ତୁଟି ପୃଷ୍ଠରେ ଗତି କରିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ ସେତେବେଳେ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଘର୍ଷଣକୁ ଖସାଣି ଘର୍ଷଣ (sliding friction) ବା ଗତିଜ ଘର୍ଷଣ (kinetic friction) କୁହାଯାଏ ।

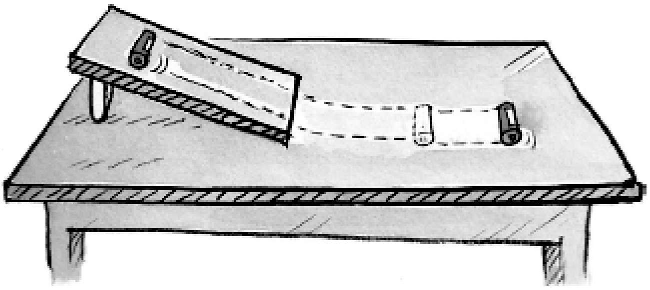
ତୁମେ ମନେ ରଖିବା ଉଚିତ୍ ଯେ ଖସାଣି ଘର୍ଷଣ ସ୍ଥିର ଘର୍ଷଣଠାରୁ ସାମାନ୍ୟ କମ୍ ହୋଇଥାଏ ।

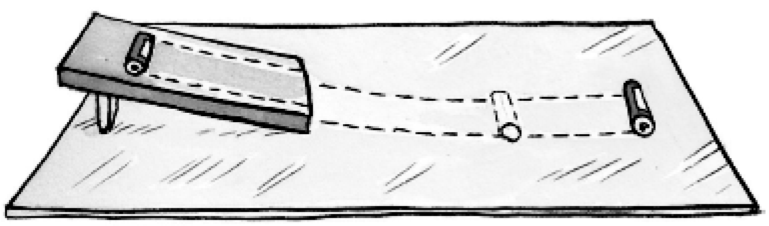
୧୦.୪.୨ ଘର୍ଷଣକୁ ପ୍ରଭାବିତ କରୁଥିବା କାରକ

ତୁମେ ଦେଖିଥିବ କଂକ୍ରିଟ ରାସ୍ତାରେ ଆବୁଡ଼ା ଖାବୁଡ଼ା ରାସ୍ତା ଅପେକ୍ଷା ସାଇକେଲ ଚଲାଇବା ସହଜ । ଏପରି କାହିଁକି ଏବଂ କ'ଣ ପାଇଁ ? ଘର୍ଷଣ ପୃଷ୍ଠରେ ମସୃଣତା ବା ବନ୍ଧୁରତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ କି ? ଆସ ଦେଖିବା ।

ଶିକ୍ଷଣୀୟ କାର୍ଯ୍ୟ ୧୦.୫

ଚିତ୍ର ୧୦.୧୬ ଦର୍ଶାଇଲାଭଳି ଏକ ଆନତ ପୃଷ୍ଠ ଟେବୁଲଉପରେ ପ୍ରସ୍ତୁତ କର । ଆନତ ପୃଷ୍ଠର ଉପର ଭାଗରେ ଏକ ଗାର ଚିହ୍ନ ଦିଅ । ଏହି ଗାର ଉପରେ ଏକ ପେନ୍‌ସିଲ୍ ବ୍ୟାଟେରୀକୁ ଧରି ରଖ । ପେନ୍‌ସିଲ୍ ବ୍ୟାଟେରୀକୁ ଛାଡ଼ । କ'ଣ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲ ? ବ୍ୟାଟେରୀଟି ଆନତ ପୃଷ୍ଠରେ ଗଡ଼ିଆସି ଟେବୁଲ୍ ଉପରେ କିଛି ଦୂରତା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗଡ଼ିଯିବ । ଟେବୁଲ୍‌ର କେତେଦୂର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗଡ଼ିଯାଇଛି ତା'ର ଦୂରତା ମାପି ରଖ ।





ଚିତ୍ର ୧୦.୧୬ ପେନ୍‌ସିଲ୍ ବ୍ୟାଟେରୀ ବିଭିନ୍ନ ପୃଷ୍ଠଉପରେ ବିଭିନ୍ନ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିଥାଏ

ବର୍ତ୍ତମାନ ଟେବୁଲ୍ ଉପରେ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣଭାବେ ଏକ ଗ୍ଲାସ ସ୍ଲାବ (ଟେବୁଲ୍ କାଚ) ପକାଅ । ପୁର୍ନବାର ପେନ୍‌ସିଲ୍ ବ୍ୟାଟେରୀକୁ ଆନତ ସମତଳର ଦିଆଯାଇଥିବା ଗାର ଚିହ୍ନରୁ ଗଡ଼ାଅ ଏବଂ ଗ୍ଲାସ ସ୍ଲାବ୍ ଉପରେ ବ୍ୟାଟେରୀ କେତେ ଦୂରତା ଗଲା ତା'କୁ ଲେଖିରଖ । ଏହି କାର୍ଯ୍ୟଟିକୁ ପୁନର୍ବାର ଟେବୁଲ୍ ଉପରେ ବାଲି ପକାଇ କର ।

କେଉଁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପେନ୍‌ସିଲ୍ ବ୍ୟାଟେରୀଟି ଅଧିକ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କଲା ? କେଉଁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସର୍ବନିମ୍ନ ? ଏହି ପରୀକ୍ଷାରୁ ତୁମେ କେଉଁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେଲ ?

ତୁମେ ଦେଖିବ ଗ୍ଲାସ ସ୍ଲାବ୍ ପୃଷ୍ଠରେ ବ୍ୟାଟେରୀ ଅଧିକଦୂରତା ଯାଇଥିଲା ବେଳେ ବାଲି ପୃଷ୍ଠରେ କମ ଦୂରତା ଗଲା । ଏହି ପାର୍ଥକ୍ୟର କାରଣ ବିଭିନ୍ନ ପୃଷ୍ଠ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରତିରୋଧିବଳ (ଘର୍ଷଣ) ପକାଇଥାଏ । ମସୃଣ ପୃଷ୍ଠରେ ବନ୍ଧୁର ପୃଷ୍ଠ (ଏଠାରେ ବାଲିପୃଷ୍ଠ) ଅପେକ୍ଷା କମ ଘର୍ଷଣ ଦେଖାଦେଇଥାଏ । ପୃଷ୍ଠର ମସୃଣତା ଉପରେ ଘର୍ଷଣ ନିର୍ଭର କରେ ।

ଏକାଭଳିଆ ପୃଷ୍ଠରେ ଓଜନିଆ ବାକ୍ସ ଅପେକ୍ଷା ହାଲୁକା ବାକ୍ସକୁ ଘୁଞ୍ଚାଇବା ପାଇଁ ଅଧିକ ବଳ ଆବଶ୍ୟକ କରେ, ଏହା ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ । ଏପରି ହେବାର କାରଣ ଓଜନିଆ ବାକ୍ସ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅଭିଲମ୍ବୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (Niormal reaction) (ବାକ୍ସ ଓଜନ ଯୋଗୁଁ ଏହା ଉପରେ ପୃଷ୍ଠ ଦ୍ୱାରା କାର୍ଯ୍ୟ ହେଉଥିବା ପ୍ରତିକ୍ରିୟା) ଅଧିକ ।

ତେଣୁ ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଘର୍ଷଣ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

୧୦.୪.୩ ଘର୍ଷଣ ଉପକାରୀତା ଏବଂ ଅପକାରୀତା

ଘର୍ଷଣ ଆମର ନିତିଦିନିଆ ଜୀବନରେ ବହୁତ ମହତ୍ତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ । ଏହାର କେତେକ ଉପକାରୀତା ତଥା ଅପକାରୀତା ବିଷୟରେ ଜାଣିବା ।

(କ) ଘର୍ଷଣର ଉପକାରୀତା

ତୁମେ କେବେ ବରଫ ଉପରେ କିମ୍ବା ଓଦା ମାର୍ବଲ ଉପରେ ଚାଲିଛ ? ଶରୀର ଭାରସାମ୍ୟ ରକ୍ଷା କରିବାର ଅସୁବିଧା ତୁମେ ନିଶ୍ଚୟ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ । ଜୋତାର ତଳଅଂଶ ତଥା ଭୂମି ମଧ୍ୟରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ଘର୍ଷଣ ବଳ ହିଁ ଆମକୁ ଚାଲିବାକୁ ସାହାଯ୍ୟ କରେ । ଯଦି ଘର୍ଷଣ ବଳ ନଥାନ୍ତା ତେବେ ଚାଲିବା କିମ୍ବା ଦୌଡ଼ିବା ସମ୍ଭବ ପର ହୋଇ ପାରିନଥାନ୍ତା ।

ପେନ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ କାଗଜ ଉପରେ ଲେଖିବା କିମ୍ବା ଚକ୍ ଦ୍ୱାରା କଳାପଟାରେ ଲେଖିବା ଘର୍ଷଣ ଯୋଗୁଁ ହିଁ ହୋଇଥାଏ । ଅଟ୍ଟାଳିକା (କୋଠାଘର) ତିଆରି ହୋଇଥାଏ କେବଳ ଅଟ୍ଟାଳିକା ତିଆରିରେ ବ୍ୟବହୃତ ବିଭିନ୍ନ ଉପକରଣ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଘର୍ଷଣ ଯୋଗୁଁ । ଘର୍ଷଣବିନା, କାନ୍ଥରେ କଣ୍ଟା ବାଡ଼େଇପାରିବ ନାହିଁ ।

ଯାନବାହାନରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଉଥିବା ଟାୟାରର ପୃଷ୍ଠ କଟାକଟି (treaded) କରାଗଲେ ଟାୟାର ଓ ରାସ୍ତାର ପୃଷ୍ଠ ମଧ୍ୟରେ ଘର୍ଷଣ ବୃଦ୍ଧି ପାଏ । ତେଣୁ ଟାୟାର ଭୂମିକୁ ଠିକ୍‌ରୂପେ ଧରିରଖେ । ଯାନବାହାନର ବ୍ରେକ୍ ଘର୍ଷଣ ଯୋଗୁଁ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ ।

ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଘର୍ଷଣର ଉପଯୋଗ ହୋଇଥାଏ ଏଭଳି କେତେକ ଉଦାହରଣ ଭାବ ।

(ଖ) ଘର୍ଷଣର ଅପକାରୀତା

ଘର୍ଷଣ ଯୋଗୁଁ, ମେସିନ୍‌ରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଉଥିବା ଚଳଶୀଳ ଉପକରଣ ତାପ ସୃଷ୍ଟିହୋଇ ଶକ୍ତି ନଷ୍ଟ ହେବା ସଙ୍ଗେସଙ୍ଗେ ଯନ୍ତ୍ରାଂଶ ଗୁଡ଼ିକ ଘୋରି ହୋଇ ଜୀର୍ଣ୍ଣଶୀର୍ଣ୍ଣ ହୋଇଯାଏ । ଘର୍ଷଣଯୋଗୁଁ ଯନ୍ତ୍ରଗୁଡ଼ିକର କାର୍ଯ୍ୟ ଦକ୍ଷତା ବୃଦ୍ଧିପାଇଁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଲୁବ୍ରିକାଣ୍ଟ (ତୈଳ/ଗ୍ରୀଜ୍) ଯନ୍ତ୍ରାଂଶରେ ଚଳପ୍ରଚଳ କରୁଥିବା ଅଂଶରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

ପ୍ରାୟତଃ ଆଜିକାଲି ମେସିନର ଘର୍ଷଣ କମାଇବା ମେସିନ୍‌ର ଚଳପ୍ରଚଳ ଅଂଶ ଗୁଡ଼ିକରେ (moving parts of machine) ବଲ ବିୟରିଂ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଉଛି । ବଲବିୟରିଂ ବ୍ୟବହାର କରି ଖସାଣି ଘର୍ଷଣକୁ ଗଡ଼ାଡ଼ି ଘର୍ଷଣରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ । ଯେହେତୁ ଗଡ଼ାଣି ଘର୍ଷଣ (rolling friction) ଖସାଣି ଘର୍ଷଣ(sliding friction)ଠାରୁ କମ, ତେଣୁ ଉପକରଣର ଚଳ ପ୍ରଚଳ କରୁଥିବା ଅଂଶର ଘର୍ଷଣ କମ୍‌ହୁଏ ।

ଘର୍ଷଣ ଯୋଗୁଁ ଜୋତାର ତଳ ଅଂଶ ଜୀର୍ଣ୍ଣଶୀର୍ଣ୍ଣ (କ୍ରମଶଃ ସରି) ହୋଇଯାଏ । ପାଦ ଚଲା ବ୍ରିଜ(foot over bridge)ରପାହାଚ ଘର୍ଷଣ ଯୋଗୁଁ କ୍ରମଶଃ ଜୀର୍ଣ୍ଣଶୀର୍ଣ୍ଣ (ସମାନିଆ) ହୋଇଯାଏ ।

ବନ୍ଦନା ଓ ନବନିତ ଆଇସ୍‌ସ୍କେଟିଙ୍ଗ୍ ପ୍ରତିଯୋଗିତା ପାଇଁ ଯଥାକ୍ରମେ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ଭାବରେ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଇଥିବା ଜୋତା ଚିତ୍ର କ ଓ ଚିତ୍ର ଖ ଅଯେ । କିଏ ଜିତିବ ?

(କ) ବନ୍ଦନାର ଜୋତା

(ଖ) ନବନିତ୍‌ର ଜୋତା

ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଏମିତି କିଛି ଉଦାହରଣ ଦିଅ ଯେଉଁଠାରେ ଘର୍ଷଣ ଅଦରକାରୀ ।

ବିଷୟାଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ ୧୦.୪

୧. ଦୃତଗତିରେ ଯାଉଥିବା ଏକ କାରର ଇଞ୍ଜିନ୍‌ର ସୁଇଚ ବନ୍ଦ କରିଦେଲେ କାରଟି କାହିଁକି ଧୀରେ ଧୀରେ ସ୍ଥିର ହୋଇଯାଏ ?

୨. କଦଳିଚୋପା ଉପରେ ଗୋଡ଼ ପଡ଼ିଗଲେ, ଗୋଡ଼ ଖସିଯାଏ କାହିଁକି ?

୩. ଯାନବାହାନରେ ବ୍ୟବହାର କରୁଥିବା ଟାୟାରର ପୃଷ୍ଠ କାହିଁକି କଟାକଟା ହୋଇଥାଏ ?

୧୦.୫ ସଂଘାତ ଓ ଚାପ (Thrust and pressure)

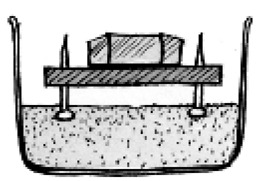
ତୁମ ଚାରିପଟେ ଥିବା ଯଥା ଟେବୁଲ୍, ଡେସ୍କ, ପାଣିଭର୍ତ୍ତିଥିବା ବାଲ୍‌ଟି ଇତ୍ୟାଦିକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟକର । ସେମାନେ ଏକ ବଳଦ୍ୱାରା ଚଟାଣକୁ ଚାପି ରଖିଥାନ୍ତି ଯାହା ସେମାନଙ୍କର ଓଜନ ସଂଗେ ସମାନ । ତୁମେ ଜାଣ ଲମ୍ବ ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ନିମ୍ନମୁଖୀ ବଳକୁ ଓଜନ କୁହାଯାଏ । ଯେହେତୁ ଚଟାଣର ପୃଷ୍ଠ ସମାନ୍ତରାଳ ହୋଇଥାଏ, ତେଣୁ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକ ଚଟାଣ ପୃଷ୍ଠପ୍ରତି ଲମ୍ବଭାବରେ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିଥାନ୍ତି । କୌଣସି ବସ୍ତୁର ପୃଷ୍ଠପ୍ରତି ଲମ୍ବଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ବଳକୁ ସଂଘାତ (Thrust) କୁହାଯାଏ ।

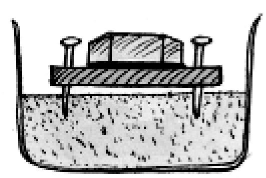
ସଂଘାତ ପୃଷ୍ଠତଳ ଉପରେ କ'ଣ ପ୍ରଭାବ ଥାଏ ଆସ ଦେଖିବା ।

ଶିକ୍ଷଣୀୟ କାର୍ଯ୍ୟ ୧୦.୬

ଗୋଟିଏ ଛୋଟ କାଠପଟା (୧୦ସେ.ମି. × ୧୦ସେ.ମି. × ୧ସେ.ମି.) ନିଅ ଏବଂ ତା ଚାରିକୋଣରେ ୪ଟି ଲୁହାକଣ୍ଟା ବାଡ଼ାଅ (ଚିତ୍ର ୧୦.୧୭(କ)) । ୬ ସେଣ୍ଟିମିଟର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏକ ଟ୍ରେରେ ବାଲି ଭର୍ତ୍ତିକର । କାଠପଟାଟିକୁ ବାଲି ଉପରେ ରଖ ଯେପରି ଲୁହାକଣ୍ଟାର ଉପରିଭାଗ ବାଲିପଟେ ରହିବ (ଚିତ୍ର ୧୦.୧୭(ଖ)) । କାଠପଟା ଉପରେ ୫୦୦ଗ୍ରାମର ବଟକରା ଥୁଅ । ବାଲି ମଧ୍ୟକୁ କଣ୍ଟାର ଉପରିଭାଗ କେତେ ବାଟ ପଶିଛି ଲକ୍ଷ୍ୟକର ।

ଚିତ୍ର (କ)


ଚିତ୍ର (ଖ)


ଚିତ୍ର (ଗ)

ଚିତ୍ର ୧୦.୧୭ (କ) (ଖ) (ଗ)ରେ ଚାପ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ, ଚିତ୍ରରେ ଉପକରଣ ସଜାଇବା ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

ବର୍ତ୍ତମାନ କାଠ ପଟାଟିକୁ ବାଲିଉପରେ ରଖ ଯେପରି କଣ୍ଟାର ମୁନିଆ ପଟ ବାଲିପଟକୁ ରହିବ ଓ ଏହାପରେ କାଠପଟାଉପରେ ୫୦୦ଗ୍ରା ବଟକରାଟିକୁ ରଖ (ଚିତ୍ର ୧୦.୧୭(ଗ)) । ପୁନର୍ବାର କଣ୍ଟାଟି ବାଲିଭିତରକୁ କେତେବାଟ ପଶିଲା ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ।

କେଉଁ କ୍ଷେତ୍ରରେ କଣ୍ଟା ବାଲି ଭିତରକୁ ବେଶି ବାଟ ଗଲା ? ଦ୍ୱିତୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ କଣ୍ଟାଟି ବେଶି ବାଟ ଯିବାର ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବ ।

ଅର୍ଥାତ୍ ସଂଘାତର ଯେଉଁ ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ତା'ର ପୃଷ୍ଠତଳର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଯେତେବେଳେ କମ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଉପରେ ସଂଘାତ କାର୍ଯ୍ୟକରେ, ତା'ର କାର୍ଯ୍ୟ ସେତେ ଅଧିକ ହୁଏ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

ତେଣୁ $ଚାପ = \frac{ସଂଘାତ}{କ୍ଷେତ୍ରଫଳ}$ .... (୧୦.୫)

ଚାପର $S.I.$ ଏକକ Nm^{-2} ଅଟେ । ଏହାକୁ ଏକ ମଧ୍ୟ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଏକକ ପାଶ୍କାଲ ଯାହା ବୈଜ୍ଞାନିକ ବାଇଜଲ ପାଶ୍କାଲଙ୍କ ସମ୍ମାନ ଦେବା ପାଇଁ ରଖାଯାଇଛି ।

? ତୁମେ ଜାଣ କି

ପାଶ୍କାଲ ଜଣେ ଦାର୍ଶନିକ ଓ ଗଣିତଜ୍ଞ । ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ଚାପ (ତରଳ ମଧ୍ୟରେ ଚାପର ପ୍ରସାର) ହାଇଡ୍ରୋଲିକ୍ ନିୟମ ପ୍ରଣୟନ କରିଥିଲେ । ପ୍ରଥମ ଗଣନାଯନ୍ତ୍ର ମଧ୍ୟ ସେ ଉଦ୍ଭାବନ କରିଥିଲେ । ତା'ଙ୍କ ସମ୍ମାନାର୍ଥେ ଚାପର ଏକକ ପାଶ୍କାଲ (Pa) ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

ଚିତ୍ର ବାଇଜଲ ପାଶ୍କାଲ (୧୬୨୩-୧୬୬୨)

ସମୀକରଣ (୧୦.୫) ଦର୍ଶାଏଯେ, ସମାନ ବଳ ଯଦି କମ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟକରେ, ଚାପ ଅଧିକ ହୁଏ ଓ ଚାପ କମ୍ ହୁଏ ଯଦି କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଅଧିକ ହୁଏ । ଏହା ହିଁ କାରଣ । କାହିଁକି କାଟିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଉଥିବା ଉପକରଣ ଯେପରି ଛୁରୀ, କରତ ଇତ୍ୟାଦିର ଧାର ସର୍ବଦା ତିକ୍ଷ୍ଣ ଥାଏ ।

ବହୁତ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଚାପ କମାଇବାକୁ ପଡ଼ିଥାଏ । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ଯେଉଁଠାରେ ସଂଘାତ କାର୍ଯ୍ୟକରେ ସେଠାରେ କ୍ଷେତ୍ରଫଳକୁ ବଢ଼ାଇଦିଆଯାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ କୋଠାଘର ଓ ଡ୍ୟାମର ମୂଳଦୂଆ ଅଧିକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଉପରେ ନିର୍ମାଣ କରାଯାଏ (ମୂଳଦୂଆକୁ ଚଉଡ଼ା କରାଯାଏ) । ଅଧିକ ମାଲ ପରିବହନ କରୁଥିବା ଟ୍ରକ/ଯାନବାହାନର ଟାୟାର ଗୁଡ଼ିକ ଚଉଡ଼ା ହୋଇଥାଏ । ସେନାବାହିନୀରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଉଥିବା ଟ୍ୟାଙ୍କ ଯାହାର ଓଜନ ୧ ହଜାର ଟନ୍‌ରୁ ଅଧିକ, ସେଗୁଡ଼ିକୁ ଲୁହା ଚେନଉପରେ ରାଖାଯାଇଥାଏ ।

ବିଷୟାଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀର ୧୦.୫

୧. ଅଧିକ ଓଜନ ଉଠାଉଥିବା କୁଲି କାହିଁକି ମୁଣ୍ଡରେ କନାର ଏକ ଠେକା ବାନ୍ଧିଥାଏ ?

୨. କଣ୍ଟାର ଅଗ୍ର କାହିଁକି ମୁନିଆ କରାଯାଏ ?

୩. କାନ୍ଧବ୍ୟାଗର ଫିତା କାହିଁକି ଚଉଡ଼ା ହୋଇଥାଏ ?

୪. ଚାପର $S.I.$ ଏକକଟି ଲେଖ ?

ଆମେ କ'ଣ ଶିଖିଲେ ?

- ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିରାବସ୍ଥା ବା ଗତିଶୀଳ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଣିଥାଏ ।
- ସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିରାବସ୍ଥା ବା ଗତିଶୀଳ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଣିନଥାଏ । ସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ବସ୍ତୁର ଆକାର / ଆକୃତି ପରିବର୍ତ୍ତନ କରେ ।
- ସ୍ଥିରାବସ୍ଥା ବା ଗତିଶୀଳ ଅବସ୍ଥା ବଜାୟ ରଖିବା ବସ୍ତୁର ପ୍ରବୃତ୍ତିକୁ ଜଡ଼ତ୍ୱ କୁହାଯାଏ ।

- ଜଡ଼ତ୍ୱର ପରିମାପକ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅଟେ ।
- ନିଉଟନଙ୍କ ପ୍ରଥମ ଗତି ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ବାହ୍ୟବଳ ପ୍ରୟୋଗ ନହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ଥିର ବସ୍ତୁ ସ୍ଥିର ରହେ କିମ୍ବା ସରଳରେଖାରେ ଗତି କରୁଥିବା ବସ୍ତୁ ଅପରିପର୍ତ୍ତନୀୟ ବେଗରେ ଗତି କରୁଥିବା ଦିଗରେ ହିଁ ଗତି କରିଥାଏ ।
- ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ସଂବେଗ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ପରିବେଗର ଗୁଣଫଳ ଅଟେ । ସଂବେଗର $S.I.$ ଏକକ $kgms^{-1}$ ।
- ନିଉଟନଙ୍କ ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ନିୟମ ଅନୁସାରେ ବସ୍ତୁର ସଂବେଗର ହାର ଏହାଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇଥିବା ବଳ ସହ ସମାନୁପାତୀ ଓ ବଳ ଦିଗରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ ।
- ବଳର ଏକକ ନିଉଟନ ଓ ସଂକେତ N ଅଟେ । ୧କି.ଗ୍ରା. ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁରେ । ୧ ms^{-2} ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି କରିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ବଳର ପରିମାଣ ୧ ନିଉଟନ ଅଟେ ।
- ନିଉଟନଙ୍କ ତୃତୀୟ ଗତି ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ, ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ରିୟାର ସମାନ ଓ ବିପରୀତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ରହିଥାଏ । ସର୍ବଦା କ୍ରିୟାର ଓ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟକରେ ।
- ସଂବେଗ ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ମୋଟ ସଂବେଗର ପରିମାଣ ସର୍ବଦା ସମାନ ।
- ବସ୍ତୁର ଗତିକୁ ଘର୍ଷଣ ବଳ ପ୍ରତିରୋଧ କରେ । ଘର୍ଷଣ ପୃଷ୍ଠତଳ (ବସ୍ତୁ ଯେଉଁ ପୃଷ୍ଠତଳ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଥାଏ)ର ମସୃଣତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଏହା ମଧ୍ୟ ଅଭିଲମ୍ବୀ ପ୍ରତିକ୍ରୀୟା (*Normal Reaction*) ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।
- ଗଡ଼ାଣି ଘର୍ଷଣ (*Rolling friction*), ଖସାଣି ଘର୍ଷଣ (*Sliding friction*) ଠାରୁ କମ୍ ।
- ବସ୍ତୁର ପୃଷ୍ଠ ପ୍ରତି ଲମ୍ବଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ବଳ ହିଁ ସଂଘାତ (*Thrust*) ।
- ପ୍ରତି ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟକରୁଥିବା ସଂଘାତକୁ ଚାପ (*Pressure*) କୁହାଯାଏ । ଚାପର $S.I.$ ଏକକ Nm^{-2} । ଏହାକୁ ମଧ୍ୟ ପାଶକାଲ୍ (Pa) କୁହାଯାଏ ।

ଅନ୍ତିମ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

୧. ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କଲାପରେ ମଧ ଦୌଡ଼ାଳି କାହିଁକି କିଛି ବାଟ ଆଗକୁ ଦୌଡ଼ିଥାଏ ?

୨. ବସ ଛାତରେ ଦଉଡ଼ି ସାହାଯ୍ୟରେ ଜିନିଷ ବାନ୍ଧିବାକୁ କାହିଁକି କୁହାଯାଇଥାଏ ?

୩. କମ୍ବଳକୁ ବାଡ଼ିରେ ବାଡ଼େଇଲେ ସେଥିରେ ଥିବା ଧୂଳି କାହିଁକି ଝଡ଼ିପଡ଼େ ?

୪. ନିଉଟନଙ୍କ ପ୍ରଥମ ଗତି ନିୟମଟି ଉଲ୍ଲେଖ କର ।

ବସରେ ଠିଆ ହୋଇଥିବା ଯାତ୍ରୀ ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାରୁ ହଠାତ୍ ବସଟି ଆଗକୁ ଗତିଶୀଳ ହେଲେ ପଛକୁ ଝୁଣ୍ଟିପଡ଼ନ୍ତି କାହିଁକି ?

୫. ସଂବେଗ ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ । ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର କିପରି ବଳ ସହ ସଂପୃକ୍ତ ।

୬. ୧୦ kg ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ବସ୍ତୁ $7ms^{-2}$ ବେଗରେ ଗତି କଲେ ଉତ୍ପନ୍ନ ସଂବେଗର ପରିମାଣ କେତେ ?

୭. ୧୦ kg ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁରେ ୫୦ନିଉଟନ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ଉତ୍ପନ୍ନ ତ୍ୱରଣର ପରିମାଣ କେତେ ?

୮. ନିଉଟନଙ୍କ ତୃତୀୟ ନିୟମଟି ଲେଖ । ହୋସପାଇପ୍‌ରୁ ବହୁତ ଜୋର୍‌ରେ ପାଣି ବାହାରିଲା ସମୟରେ ଅଗ୍ନିଶମ କର୍ମଚାରୀଙ୍କୁ ପାଇପ୍ ଧରିବାକୁ କାହିଁକି ଅସୁବିଧାହୁଏ ?

୯. କ୍ରିୟା ଓ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳ ସମାନ ଓ ବିପରୀତ । ତେବେ ବଳଦ୍ୱୟ ପରସ୍ପରକୁ କାହିଁକି ସନ୍ତୁଳିତ କରିନଥାନ୍ତି ?

୧୦. ୭୨ km/hr ବେଗରେ ଗତିକରୁଥିବା ମୋଟର ସାଇକେଲ ବ୍ରେକ୍ ଦେବାର ୬ ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ସ୍ଥିର ହେଲା । ମୋଟର ସାଇକେଲ ଓ ଆରୋହୀର ଓଜନ ମିଶି ଯଦି ୧୭୫ kg ହୁଏ ତେବେ ମୋଟର ସାଇକେଲ୍ ଉପରେ ବ୍ରେକ୍ କେତେ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲା ?

୧୧. ଏକ ସରଳରେଖାରେ ଗତିକରୁଥିବା ୨ kg ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ୬ kg ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁସହ ଧକ୍‌କା ଦେଇ ଏକା ଦିଗରେ ଲାଗି ଗତି କଲା । ଯଦି ଉଭୟ ଏକା ଦିଗରେ ଗତି କରୁଥାନ୍ତି, ତେବେ ଧକ୍‌କା ଦେବାପୂର୍ବରୁ ଓ ପରେ ସଂବେଗର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

୧୨. ଘର୍ଷଣ ବଳ କ'ଣ ? ଘର୍ଷଣ ହ୍ରାସ ପାଇଁ ଦୁଇଟି ଉପାୟ ଲେଖ ।

୧୩. ସଂଘାତ ଓ ଚାପ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସଂପର୍କଟି ଲେଖ । ସଂଘାତ ଓ ଚାପର $S.I.$ ଏକକ ଲେଖ । ମରୁଭୂମିରେ ଓଟ ସହଜରେ ଚାଲିଥାଏ କାହିଁକି ?

୧୪. ଟେବୁଲ୍ ଉପରେ ଥିବା କାଠ ଗଣ୍ଡି ଟେବୁଲ୍ ପୃଷ୍ଠ ପ୍ରତି ୪୯ N ସଂଘାତ ପ୍ରୟୋଗ କରେ । କାଠ ଗଣ୍ଡିର ଆକାର $40cm \times 20cm \times 10cm$ । ଟେବୁଲ୍ ଆକାର (କ) $2cm \times 10cm$, (ଖ) $40cm \times 20cm$ ଯଦିହୁଏ, ତେବେ ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ କାଠଗଣ୍ଡି ଟେବୁଲ୍ ଉପରେ କେତେ ଚାପ ସୃଷ୍ଟିକରିବ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ବିଷୟାଗତ ଉତ୍ତର

୧୦.୧

(କ) ହଁ

(ଖ) ଅଟା ଗୋଲିକୁ ପାପୁଲିରେ ଚାପି ଆକାର ଦେବା ।

୧୦.୨

୧. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ଦୁଇ କିମ୍ବା ଅଧିକବଳ ଉଭୟ ବିପରୀତ ଦିଗରୁ କାର୍ଯ୍ୟ କରି ପରସ୍ପରକୁ ସନ୍ତୁଳିତ କଲେ ବଳଗୁଡ଼ିକୁ ସନ୍ତୁଳିତ ବଳ କୁହାଯାଏ ।

୨. ନାଁ । ସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥା ବା ଗତିଶୀଳ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଣିନଥାଏ ।

୩. ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରି ତା'ର ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଣିଥାଏ ।

୧୦.୩

୧. ସ୍ଥିରତାର ଜଡ଼ତ୍ୱ । ଯେତେବେଳେ ଆମେ ଓଦାଲୁଗାକୁ ଝାଡ଼ି ଦେଉ ନିଜ ଅବସ୍ଥା ବଜାୟ ରଖିବାଥିବା ପାଣି ବାହାରକୁ ଚାଲିଆସେ ।

୨. ଶରୀରର ନିମ୍ନଭାଗ ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାକୁ ଚାଲିଆସେ କିନ୍ତୁ ଗତିର ଜଡ଼ତ୍ୱ ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ ଶରୀରର ଉପରିଭାଗ ଆଗକୁ ଗତିଶୀଳ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଥାଏ ଯାହାଦ୍ୱାରା ଆମେ ଆଗକୁ ପଡ଼ିଥାଉ ।

୩. ସଂବେଗ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ପରିବେଗର ଗୁଣଫଳ ଅଟେ । ବୋଝେଇ ହୋଇଥିବା ଟ୍ରକ (ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅଧିକ)ର ସଂବେଗ ଅଧିକ ।

୪. ସଂବେଗ $= m \times V = 5kg \times 10ms^{1}$

$= 50kgms^{-1}$

୫. ସଂବେଗ ହାର କମାଇବା ପାଇଁ ବକ୍ସର ମୁଣ୍ଡ ପଛକୁ ଫେରାଇ ନେଇଥାଏ । ଯାହାଦ୍ୱାରା ବକ୍ସରର ମୁଥାର ପ୍ରଭାବ କମିଥାଏ ।

୧୦.୪

୧. କାରର ଚକା ଓ ଭୂମି ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଘର୍ଷଣ ଯୋଗୁଁ ।

୨. କଦଳୀ ଚୋପା ଓ ପୃଷ୍ଠ ମଧ୍ୟରେ ଘର୍ଷଣ କମ ଯୋଗୁଁ ।

୩. ଟାୟାର କଟାକଟି ହେବା ଫଳରେ ପୃଷ୍ଠକୁ ଠିକ୍‌ରୂପେ ଜାବୁଡ଼ି ରଖେ ଏବଂ ଟାୟାର ଓ ପୃଷ୍ଠ ମଧ୍ୟରେ ଘର୍ଷଣ ବଳ ବୃଦ୍ଧିପାଇଥାଏ ।

୧୦.୫

୧. ମୁଣ୍ଡରେ ବାନ୍ଧିଥିବା ଠେକାର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଅଧିକହେବା ଯୋଗୁଁ ମୁଣ୍ଡଉପରେ ଚାପର ପ୍ରଭାବ କମିଥାଏ ।

୨. ଚାପ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ।

୩. ଚାପ ହ୍ରାସ ପାଇଁ ।

୪. Nm^{-2} ବା ପାଶ୍‌କାଲ (Pa) ।

୧୧

ମହାକର୍ଷଣ

ପୂର୍ବ ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମ୍ଭେମାନେ ଜାଣିଲୁ ଯେ ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିରାବସ୍ଥା ଅଥବା ଗତିଶୀଳ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ପାଇଁ ବଳ ଆବଶ୍ୟକ । ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଦିଗ ଓ ବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ପାଇଁ ବଳ ଆବଶ୍ୟକ । ଆମ୍ଭେମାନେ ଏକଥା ମଧ ଜାଣୁ ଯେ ପୃଥିବୀ ଉପରେ କିଛି ଉଚ୍ଚତାରୁ ପଡୁଥିବା ବସ୍ତୁଟି ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ହିଁ ପଡ଼ିଥାଏ । କାହିଁକି ଉପରୁ ପଡୁଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ପୃଥିବୀର କେନ୍ଦ୍ରଆଡ଼କୁ ନିମ୍ନଗାମୀ ହୋଇଥାଏ ? ତୁମେମାନେ ଭାବୁଥିବ ଏହା ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ଯୋଗୁଁ ହିଁ ଘଟିଥାଏ । ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ ମହାକର୍ଷଣ, ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ଏବଂ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ପ୍ରଭାବରେ ବସ୍ତୁର ଗତି ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

ପ୍ଲବତା ଓ ଆର୍କମେଡ଼ିସଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱ ମଧ ଆଲୋଚନା କରିବା ମୁଖ୍ୟ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ ।

ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

- ମହାକର୍ଷଣ ବଳ
- ନିଉଟନଙ୍କ ମହାକର୍ଷଣ ନିୟମ
- ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ତ୍ୱରଣ
- ମୁକ୍ତ ପତନଶୀଳ ବସ୍ତୁର ଗତି ସମୀକରଣ (ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ପ୍ରଭାବରେ)
- ମୁକ୍ତ ପତନ ସମୀକରଣ ବ୍ୟବହାର କରି ଗାଣିତିକ ପ୍ରଶ୍ନ ସମାଧାନ
- ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ଓଜନ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସଂପର୍କର ସୂତ୍ର ନିର୍ଗମନ ।
- ମୁକ୍ତ ପତନ କ'ଣ ?
- ପ୍ଲବତା ଓ ବସ୍ତୁଟି ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ବା ଆଂଶିକ ଭାବରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ବୁଡ଼ିଥିବା ବସ୍ତୁର ପ୍ଲବନ ବଳ ।
- ଆର୍କିମେଡ଼ିସ୍‌ଙ୍କ ସୂତ୍ର ଓ ଆର୍କିମେଡ଼ିସଙ୍କ ସୂତ୍ର ପ୍ରୟୋଗ କରି ଗାଣିତିକ ପ୍ରଶ୍ନର ସମାଧାନ

୧୧.୧ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ

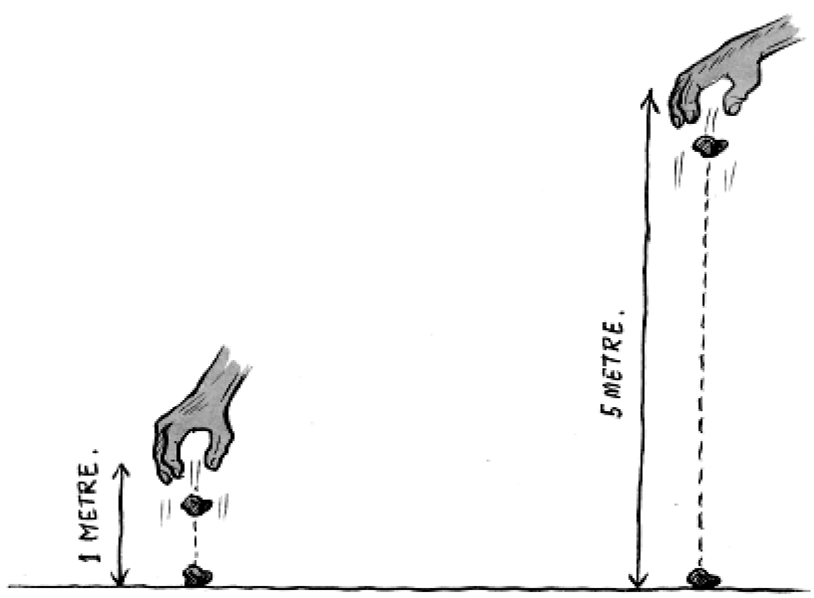
ତୁମେମାନେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ ଭୂଲମ୍ବ ଭାବରେ ଉପରକୁ ନିକ୍ଷେପକ କରାଯାଇଥିବା ବସ୍ତୁ ପୃଥିବୀପୃଷ୍ଠକୁ ଫେରିଆସେ । କିଛି ଉଚ୍ଚତାରୁ ପଡୁଥିବା ବସ୍ତୁ ମଧ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠ ଆଡ଼କୁ ପଡ଼ିଥାଏ । ପତ୍ର ଓ ଫଳ ଶାଖାରୁ ଅଲଗା ହୋଇ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ହିଁ ପଡ଼ିଥାଏ । ଏପରି କାହିଁକି ହୁଏ ? ପତ୍ର ଓ ଫଳ ଉପରେ ନିଶ୍ଚୟ ଏକ

ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଛି । କେଉଁ ପ୍ରକାର ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ ? ଏ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ସାର୍ ଆଇଜାକ୍ ନିଉଟନ୍ ଦେଇଥିଲେ ।

ନିଉଟନ୍ ବିଷୟରେ କୌତୁହଳପ୍ରଦ ଗପଟିଏ ଅଛି । ସେଓ ଗଛତଳେ ନିଉଟନ ବସିଥିଲେ । ଗଛରୁ ସେଓ ଛିଣ୍ଡି ତଳେ ପଡ଼ିଲା । ସେଇ ପଡ଼ିବା ଘଟଣା ନିଉଟନଙ୍କ ମନରେ ଅନେକ ପ୍ରଶ୍ନ / ଭାବନା ସୃଷ୍ଟି କଲା । ଯଦି ସେଓ ଉପରେ କୌଣସି ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥାଏ ତେବେ ଏଥିରେ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବ । ଆସ ପରୀକ୍ଷା କରି ଏ ବିଷୟରେ ଜାଣିପାରିବା ।

ଶିକ୍ଷଣୀୟ କାର୍ଯ୍ୟ ୧୧.୧

1 mt ଉଚ୍ଚତାରୁ ଗୋଟିଏ ପଥର ପକାଅ । ଭୂମିକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରିବା ଟିକେ ପୂର୍ବରୁ ଏହାର ବେଗକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ବର୍ତ୍ତମାନ 5 mt ଉଚ୍ଚତାରୁ ସେହି ପଥରକୁ ପକାଅ । (ଚିତ୍ର 11.1) । ପୁଣି ଥରେ ଏହାର ବେଗକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପଥରକୁ କେବଳ ଛଡ଼ାଯାଇଛି, ଏହାକୁ ଫୋପାଡ଼ିବ । ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଭୂମିକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରିବା ଟିକେ ପୂର୍ବରୁ ଉଭୟଙ୍କ ବେଗ ସମାନ ଥିଲା କି ? କେଉଁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପଥରଟି ଶୀଘ୍ର ଭୂମିକୁ ସ୍ପର୍ଶ କଲା ? ପଥରକୁ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ କରିବାରେ କେଉଁବଳ ସାହାଯ୍ୟ କଲା ତୁମେ କହିପାରିବ କି ?

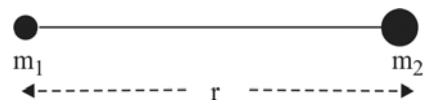


ଏହି କାର୍ଯ୍ୟରେ ତୁମେ ଲକ୍ଷ କରିବ ପୃଥିବୀର ଆକର୍ଷଣ ବଳ ହିଁ ପଥରକୁ ତଳକୁ ଖସାଇବାକୁ ତ୍ୱରାନିତ କଲା । ନିଉଟନ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେଲେ ଚକ୍ର ଗୋଲାକାର ପଥରେ ବୁଲିବାକୁ ହେଲେ ପୃଥିବୀ ସର୍ବଦା ଏକ ଆକର୍ଷଣ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରୁଥିବ । ସେହି ସୂର୍ଯ୍ୟ ଓ ଗ୍ରହ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ । ଏହାକୁ ମହାକର୍ଷଣ ବଳ କୁହାଯାଏ । ବିଶ୍ୱର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ଅନ୍ୟ ବସ୍ତୁ ଅନ୍ୟ ବସ୍ତୁକୁ ନିଜ ଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷଣ କରେ । ବସ୍ତୁର ଆକାର ଯାହା ହେଉନା କାହିଁକି ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ବସ୍ତୁକୁ ଆକର୍ଷିତ କରିଥାଏ ।

ନିଉଟନ ଏହି ସତ୍ୟରେ ଉପନିତ ହୋଇଥିଲେ ଯେ ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଥିବୀ ଚାରିପଟେ ନିଜ ବୃତାକାର କକ୍ଷରେ ଘୁରିବା ପାଇଁ ପୃଥିବୀର ଆକର୍ଷଣ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୋଇଥାଏ । ସେଇଭଳି ସୂର୍ଯ୍ୟ ଏବଂ ସମସ୍ତ ଗ୍ରହଗୁଡ଼ିକର ମଧ୍ୟ ଏକ ଆକର୍ଷଣ ଅଛି । ସେଇ ବଳକୁ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଶକ୍ତି କୁହନ୍ତି । ସେ କହିଥିଲେ ଏହି ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଶକ୍ତି ବିଶ୍ୱର ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ଥାନରେ ଅଛି । ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ପରସ୍ପରକୁ ଆକର୍ଷିତ କରନ୍ତି । ଯେତେ ଛୋଟ ଆକାରଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଆକର୍ଷଣ ଶକ୍ତି କାମ କରେ ।

୧୧.୨ ନିଉଟନଙ୍କ ମହାକର୍ଷଣ ନିୟମ

ବିଶ୍ୱର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ଅନ୍ୟ ବସ୍ତୁକୁ ନିଜ ଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷଣ କରେ । ଏହି ଆକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱୟର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଗୁଣଫଳ ସହ ସମାନୁପାତୀ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ବସ୍ତୁତ୍ୱ କେନ୍ଦ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାର ବର୍ଗ ସହ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ ଅଟେ । ଏହି ବଳ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱୟର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କେନ୍ଦ୍ରକୁ ସଂଯୋଗ କରୁଥିବା ସରଳରେଖା ଦିଗରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୁଏ ।



ଚିତ୍ର ୧୧.୨

ମନେକର ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁ A ଓ B ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଯଥାକ୍ରମେ m_1 ଓ m_2
ଉଭୟ ପରସ୍ପରଠାରୁ r ଦୂରତାରେ ଅବସ୍ଥାନ କରୁଛନ୍ତି । ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ମନେକର F ଅଟେ ।

ମହାକର୍ଷଣ ନିୟମାନୁଯାୟୀ $F \propto m_1 \times m_2$ ଏବଂ $F \propto 1/r^2$ $F \propto \frac{m_1 m_2}{r^2}$

$\therefore F \propto m_1 m_2/r^2$ କିମ୍ବା $F = G\ m_1 m_2/r^2$ $\quad F = G\frac{m_1 m_2}{r^2} \qquad (11.1)$

ଏଠାରେ G ଏକ ସମାନୁପାତୀ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ସାର୍ବଜନୀନ ମହାକର୍ଷଣୀୟ ସ୍ଥିରାଙ୍କ କୁହାଯାଏ । ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ବସ୍ତୁର ପ୍ରକୃତି, ଗଠନ, ସେମାନଙ୍କର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବା ଅବସ୍ଥାନ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେନାହିଁ । ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ସର୍ବତ୍ର ସମାନ (ପୃଥିବୀ, ବିଶ୍ୱର ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ଥାନରେ)

S.I. ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ (G ର ମୂଲ୍ୟ) $6.67 \times 10^{-11}\ Nm^2 kg^{-2}$ । ଏହି ମହାକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣ ବହୁତ କମ୍ । ଏଥିପାଇଁ ମହାକର୍ଷଣ ବଳକୁ ଦୁର୍ବଳ ବଳ କୁହାଯାଏ । ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ବଳ ତୁଳନାରେ ଏହି ବଳକୁ ଉପେକ୍ଷା କରାଯାଏ ।

ତୁମେ ଏବଂ ତୁମ ସାଙ୍ଗ ପରସ୍ପରଠାରୁ $1\ mt$ ଦୂରତା ବ୍ୟବଧାନରେ ବସିଛ । ଯଦି ତୁମର ଓଜନ $50\ kg$ ଏବଂ ତୁମ ସାଙ୍ଗର ଓଜନ $40\ kg$ ତେବେ ଆସ ଦେଖିବା ତୁମେ ଓ ତୁମ ସାଙ୍ଗ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣ କେତେ ?

$F = 6.67 \times 10^{-11} \times 50 \times 40 / 1 \times 1$
$= 13340 \times 10^{-11}\ N$
$= 113.34 \times 10^{-8}\ N$

ବର୍ତ୍ତମାନ ତୁମେ ଜାଣିପାରୁଥିବ ଏହି ବଳ କେତେ ଦୁର୍ବଳ । କାଗଜ ଏକ ତରାଜୁ ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ କରୁଥିବା ବଳ ଠାରୁ ୧୦୦ ଗୁଣ କମ୍ । ଗୋଟିଏ ଛୋଟିଆ ଗୋଡ଼ି ହାତରେ ଧରିବା କିମ୍ବା ଚାର୍ଜିତ ପାନିଆ ଛୋଟ ଛୋଟ କାଗଜ ଟୁକୁରା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳଠାରୁ ମଧ୍ୟ କମ୍ । ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅଧିକ ହେଲେ ଏହି ବଳର ମାତ୍ରା ମଧ୍ୟ କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ିଥାଏ ।

ଉଦାହରଣ ୧୧.୧

ଗୋଟିଏ ପିଲାର ଓଜନ $40\ kg$ ଏବଂ ସେ ପୃଥିବୀପୃଷ୍ଠରେ ଠିଆହୋଇଛି । ପୃଥିବୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 6×10^{24} ଏବଂ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ $6.37 \times 10^{6}\ mt$ ହୁଏ ତେବେ ପିଲା ଓ ପୃଥିବୀ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳ କେତେ ? G ର ମୂଲ୍ୟ $6.67 \times 10^{-11}\ nm^2kg^{-2}$

ସମାଧାନ: ପୃଥିବୀ ବସ୍ତୁତ୍ୱ $= 6 \times 10^{24}$

ପିଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $= 40\ kg$

ପୃଥିବୀର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ $= 6.37 \times 10^{6}\ mt$

(ପୃଥିବୀର କେନ୍ଦ୍ରଠାରୁ ପିଲାର ଦୂରତା)

$$\text{ଆକର୍ଷଣ ବଳ } (F) = \frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24} \times 40}{6.37 \times 10^{6} \times 6.37 \times 10^{6}} = 394.5\ N$$

ବର୍ତ୍ତମାନ ତୁମେମାନେ ଜାଣିପାରିଲ ପୃଥିବୀ ଓ ପିଲା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳ । ତୁମେ ଓ ତୁମ ସାଙ୍ଗ ଯିଏ ତୁମଠାରୁ $1\ mt$ ଦୂରତାରେ ବସିଥିଲା ତା'ଠାରୁ ହଜାର ହଜାର ଗୁଣ ଅଧିକ ଅଟେ ।

ଯେ କୌଣସି ଦୁଇଟି ଜଡ଼ୀୟ ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳକୁ ମହାକର୍ଷଣ ବଳ କୁହାଯାଏ । ମାତ୍ର ପୃଥିବୀର ମହାକର୍ଷଣ ବଳକୁ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ କୁହାଯାଏ । ଯେତେବେଳେ ଆମେ ପୃଥିବୀ, ଚନ୍ଦ୍ର କିମ୍ବା ସୂର୍ଯ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ଚିନ୍ତା କରୁ ସେତେବେଳେ ଏହି ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ଯଥେଷ୍ଟ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ ।

ବିଷୟାଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ ୧୧.୧

୧. ପାଖାପାଖି ହୋଇ ବସିଥିବା ଦୁଇଟି ପିଲା କାହିଁକି ମହାକର୍ଷଣ ବଳର ପ୍ରଭାବ ଅନୁଭୂତ କରିନଥାନ୍ତି ?

୨. ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା ... ବୃଦ୍ଧି ପାଇଲେ, ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ମହାକର୍ଷଣ ବଳ କେତେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ ?

୩. G କୁ କାହିଁକି ସାର୍ବଜନୀନ ମହାକର୍ଷଣୀୟ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ କୁହାଯାଏ ?

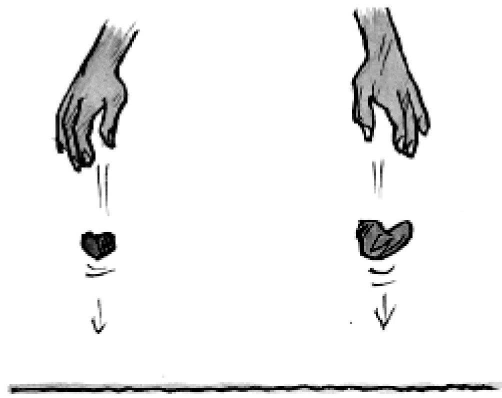
୧୧.୩ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ତ୍ୱରଣ

ଶିକ୍ଷଣୀୟ କାର୍ଯ୍ୟ ୧୧.୧ ରେ ଆମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଯେ ପଥରର ବେଗ କ୍ରମଶଃ ବୃଦ୍ଧି ପାଉଛି । ପଥର ଓ ପୃଥିବୀ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳ ହିଁ ପଥରକୁ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ କରିଥାଏ । ଏହି ତ୍ୱରଣର ନାମ କ'ଣ

ଦିଆଯାଇପାରିବ ? ଏହି ତ୍ୱରଣକୁ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ତ୍ୱରଣ କୁହାଯାଏ । ପଥରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅଧିକ ହେଲେ ଏହି ତ୍ୱରଣର ମୂଲ୍ୟ ଅଧିକ ହେବ କି ? ଅଧିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ କମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁଠାରୁ ଶୀଘ୍ର ପଡ଼ିଥାଏ କି ? ଆସ ଦେଖିବା ।

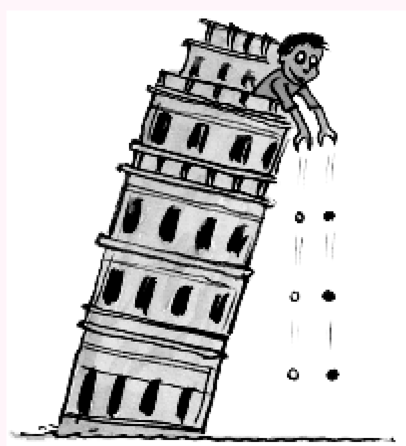
ଶିକ୍ଷଣୀୟ କାର୍ଯ୍ୟ ୧୧.୨

ସାବଧାନତା : ଏହି କାର୍ଯ୍ୟ କଲା ସମୟରେ ଯେପରି ଅନ୍ୟର କ୍ଷତି ନହୁଏ, ଦୃଷ୍ଟି ଦେବ । ତୁମେ ତୁମର ସାଙ୍ଗକୁ କହିବ ଦୁଇ ମହଲା ବିଶିଷ୍ଟ ଛାତ ଉପରୁ ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଦୁଇଟି ପଥର ଏକାସାଙ୍ଗରେ ତଳକୁ ପକାଇବ (ଫୋପାଡ଼ିବ ନାହିଁ) । ପଥର ତଳେ କେତେବେଳେ ପଡୁଛି ଭଲଭାବରେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । କ'ଣ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲ କୁହ ? ଦୁଇଟି ଯାକ ପଥର କାହିଁକି ଏକା ସମୟରେ ତଳେ ପହଞ୍ଚିଲା ?



ତୁମେ ଜାଣ କି

ତୁମେ ଜାଣିଛ ଗାଲିଲିଓ ଇଟାଲୀର ପିସା ସହରରେ ଥିବା ପ୍ରସିଦ୍ଧ ଲିନିଙ୍ଗ ଟାୱାରରୁ ମଧ୍ୟ ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ପଥର ପକାଇ ପ୍ରମାଣ କରିଥିଲେ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଭିନ୍ନ ହେଲେ ସୁଦ୍ଧା ଏକା ସମୟରେ ସବୁ ପଥର ତଳେ ପଡ଼ିଥିଲା ।



ତୁମେମାନେ ମଧ୍ୟ ନିଜେ କରିପାରିବ ।

ଶିକ୍ଷଣୀୟ କାର୍ଯ୍ୟ ୧୧.୩

ଦୁଇମହଲା ଛାତ ଉପରୁ ଗୋଟିଏ ୫ ଟଙ୍କିଆ ମୁଦ୍ରା ଏବଂ କାଗଜ *(15 cm × 15 cm)* ଏକା ସାଙ୍ଗରେ ତଳକୁ ପକାଅ । ତୁମେ କ'ଣ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବ ? କାଗଜ ତଳେ ପଡ଼ିବାର ବହୁତ ପୂର୍ବରୁ ୫ ଟଙ୍କିଆ ମୁଦ୍ରା ତଳେ ପଡ଼ିସାରିଥିବ । ଏଥିରୁ ତୁମେ କହିପାରିବ ଯାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଯେତେ ଅଧିକ ସେ ସେତେ ଶୀଘ୍ର ତଳକୁ ପଡ଼ିବ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ସେହି ଉଚ୍ଚତାରୁ ଆଉ ଥରେ ମୁଦ୍ରା ଓ କାଗଜ ବଲ୍ (ସେହି କାଗଜକୁ ବଲ୍ କରି) ତଳକୁ ଏକା ସାଙ୍ଗରେ ପକାଅ । ବର୍ତ୍ତମାନ ତୁମେ କ'ଣ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲ ? ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ କାଗଜ ବଲ୍ ଓ ମୁଦ୍ରା ଏକା ସାଙ୍ଗରେ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ପଡ଼ିଲେ । ପ୍ରଥମ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବାୟୁର ଘର୍ଷଣଜନିତ ପ୍ରତିରୋଧ ବଳ କାଗଜ ଉପରେ ଅଧିକ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ (କାଗଜର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଅଧିକ) ଯାହା କାଗଜର ଗତିକୁ ବାଧାଦିଏ । ତେଣୁ ଏହା ମୁଦ୍ରା ପଛରେ ତଳକୁ ପଡ଼ିଲା । କିନ୍ତୁ ଦ୍ୱିତୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବାୟୁ ସହ ଘର୍ଷଣଜନିତ ପ୍ରତିରୋଧ ବଳ ପ୍ରାୟତଃ ନଥାଏ । ତେଣୁ ଉଭୟ ସମାନ ସମୟରେ ତଳେ ପଡ଼ିଲେ । ଏ ପରୀକ୍ଷାରୁ ତୁମେ କେଉଁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ପହଞ୍ଚିଲ ?

ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ ଏକା ସମୟରେ ଏକା ଉଚ୍ଚତାରୁ ତଳେ ପଡ଼ିବେ । କାହିଁକି ଚିନ୍ତା କର ।

? ତୁମେ ଜାଣ କି

ତୁମେ ଜାଣିଛ ରବର୍ଟ ବୟଲ, ବ୍ରିଟିଶ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଗୋଟିଏ ମୁଦ୍ରା ଓ ପକ୍ଷୀପରକୁ କାଚ ଟ୍ୟୁବ ମଧ୍ୟରେ ରଖି ଏହା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବାୟୁକୁ କାଢ଼ିଦେଇ ଟ୍ୟୁବ୍‌ଟିକୁ ଓଲଟାଇ ଦେଖିଲେ ଯେ ଉଭୟ ମୁଦ୍ରା ଓ ପର ଏକା ସାଙ୍ଗରେ ଏକା ସମୟରେ (ସମାନ ସମୟ) ତଳେ ପଡ଼ିଥିଲେ ।

ପୃଥିବୀର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ଉଭୟ ମୁଦ୍ରା ଓ ପକ୍ଷୀପରକୁ ନିଜ ଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷିତ କରିଥାଏ । ସମାନ ସମୟରେ ଉଭୟ ପୃଷ୍ଠରେ ପହଞ୍ଚିଥିବା ଯୋଗୁଁ ଉଭୟଙ୍କ କ୍ଷେତ୍ରରେ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ ସମାନ ଅଟେ । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସ୍ଥାନରେ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ ମୂଲ୍ୟ ସର୍ବଦା ସମାନ । ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣର ସାଙ୍କେତିକ ଚିହ୍ନ g ଓ ଏହାର ଏକକ ତ୍ୱରଣର ଏକକ ସହ ସମାନ ଅର୍ଥାତ୍ ms^{-2} ପୃଥିବୀର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନରେ ଓ ପୃଥିବୀ ଉପରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଉଚ୍ଚତାରେ g ମୂଲ୍ୟ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ ।

ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣର (*g*) ର ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ

ନିଉଟନଙ୍କ ଗତିର ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମାନୁସାରେ, ବଳର ପରିମାଣ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ତ୍ୱରଣର ଗୁଣଫଳ ସହ ସମାନ । ***m*** ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ ମୁକ୍ତ ଭାବରେ ଭୂପୃଷ୍ଠରେ ପଡୁଛି । ଏଠାରେ ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ ହେଉଛି ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ ***g*** । ପୃଥିବୀ ଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ ହେଉଥିବା ବଳ (ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ) ମଧ୍ୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣର ଗୁଣଫଳ ସହ ସମାନ ଅଟେ ।

$$F=mg \qquad (11.2)$$

(11.1) ଓ ***(11.2)*** ସମୀକରଣରୁ ଆମେ ପାଇଲେ

$$mg=G\frac{Mm}{r^2}$$

or $$g=\frac{GM}{r^2}$$

ଯେଉଁଠାରେ **M** = ପୃଥିବୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱ, **d** = ବସ୍ତୁ ଓ ପୃଥିବୀର କେନ୍ଦ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା
ମନେ କରାଯାଉ ବସ୍ତୁଟି ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ଅବସ୍ଥାନ କରୁଛି । ଏଠାରେ **d = R** (**R** ପୃଥିବୀର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ)

$$g=G\frac{M}{R^2} \qquad \mathbf{(11.4)}$$

ପୃଥିବୀପୃଷ୍ଠରେ **g** ର ମୂଲ୍ୟ **R** ମୂଲ୍ୟ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ ନୁହେଁ ।

ପୃଥିବୀପୃଷ୍ଠରେ **g** ମୂଲ୍ୟ $\mathbf{R^2}$ ସହିତ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ । ପୃଥିବୀ ଏକ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଗୋଲକ ନୁହେଁ । ପୃଥିବୀପୃଷ୍ଠରେ **R** ମୂଲ୍ୟ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଅଟେ । ତେଣୁ **g** ମୂଲ୍ୟ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । **g** ର ମୂଲ୍ୟ ବିଷୁବରେଖା ନିକଟରେ କମ୍ ଓ ମେରୁ ନିକଟରେ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ । ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ **g** ର ହାରାହାରି ମୂଲ୍ୟ $\mathbf{9.8mts^{-2}}$ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଏକ ସେକେଣ୍ଡ ବ୍ୟବଧାନରେ ବସ୍ତୁଟିର ପରିବେଗ 9.8 mt/sec ପରିମାଣରେ ବୃଦ୍ଧିପାଇବ ।

୧୧.୪ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ପ୍ରଭାବରେ ବସ୍ତୁର ଗତି

ଆମେ ଜାଣୁ ପୃଥିବୀପୃଷ୍ଠରେ ଶ ର ମୂଲ୍ୟ ସର୍ବଦା ସ୍ଥିର । ସମତ୍ୱରଣରେ ଗତି କରୁଥିବା ବସ୍ତୁର ଗତି ସମୀକରଣର ରୂପ ମୁକ୍ତ ପତନରେ ବସ୍ତୁର ଗତି ସମୀକରଣ ରୂପ (ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ) ସହ ସମାନ ହେବ । ମୁକ୍ତ ପତନଶୀଳ ବସ୍ତୁର ପରିବର୍ତ୍ତିତ ଗତି ସମୀକରଣଗୁଡ଼ିକ ହେଲା -
u, v ଯଥାକ୍ରମେ ବସ୍ତୁର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଓ ଅନ୍ତିମ ବେଗ ଏବଂ g ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ ଅଟେ । t ସମୟରେ ବସ୍ତୁ ଅତିକ୍ରମ କରୁଥିବା ଦୂରତା s ଅଟେ ।
ତ୍ୱରଣର ଦିଗ ବସ୍ତୁର ଦିଗରେ ହେଲେ, g ମୂଲ୍ୟ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଓ ଗତି ଦିଗର ବିପରୀତ ହେଲେ g ର ମୂଲ୍ୟ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ବୋଲି ଧରାଯାଏ ।

$$v = u + gt \qquad ...(11.5)$$

$$s = ut+\frac{1}{2}gt^2 \qquad ...(11.6)$$

$$v^2 = u^2 + 2gs \qquad ...(11.7)$$

ଉଦାହରଣ ୧୧.୨: ପୃଥିବୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 6×10^{24} ଏବଂ ପୃଥିବୀର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ R ମୂଲ୍ୟ 6.4×10^{6} mt ହେଲେ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ **g** ର ମୂଲ୍ୟ କେତେ ?

ସମାଧାନ :

$$g = G\frac{M}{R^2}$$

$$= \frac{6.7\times 10^{-11}\,\text{Nm}^2\text{kg}^{-2}\times 6\times 10^{24}\,\text{kg}}{\left(6.4\times 10^{6}\,\text{m}\right)^2}$$

$$= 9.8\ \text{ms}^{-2}$$

ଉଦାହରଣ ୧୧.୩: ପୃଥିବୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 6×10^{24} kg ଏବଂ ଚନ୍ଦ୍ରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 7.4×10^{22} kg ପୃଥିବୀ ଓ ଚନ୍ଦ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା 3.84 M 10^{8} ହେଲେ ପୃଥିବୀ ଚନ୍ଦ୍ର ଉପରେ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣ କଳନା କର । ($G = 6.7\times 10^{-11}$ Nm^2 kg^{-2})

ସମାଧାନ :

ପୃଥିବୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $M_1 = 6\times 10^{24}$ kg

ଚନ୍ଦ୍ରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $M_2 = 7.4\times 10^{22}$ kg

ପୃଥିବୀ ଓ ଚନ୍ଦ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା $r = 3.84\times 10^{8}$ mt

$G = 6.7\times 10^{-11}\ \text{Nm}^2\ \text{kg}^{-2}$

ସମୀକରଣ (11.1), ପୃଥିବୀ ଚନ୍ଦ୍ର ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ କରୁଥିବା ବଳ

$F = G\,m_1m_2 / r^2$

$= 6.7\times 10^{-11}\ \text{Nm}^2\ \text{kg}^{-2}\ \text{x}\ 6\times 10^{24}\ \text{kg x}\ 7.4\times 10^{22}\ \text{kg}\ \ / (3.84\times 10^{8}\ \text{m})^2$

$= 2.01\times 10^{20}$ N

ଉଦାହରଣ ୧୧.୪: ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ଭୂଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଉପରକୁ ଫିଙ୍ଗିବା ଦ୍ୱାରା ଏହା 122.5 m ଉଚ୍ଚକୁ ଉଠିଲା । (i) ବସ୍ତୁଟି କେତେ ପରିବେଗରେ ଉପରକୁ ଫିଙ୍ଗା ହୋଇଥିଲା ? *(g = 9.8 mt / sec^2)* (ii) ସର୍ବୋଚ୍ଚ ଉଚ୍ଚତାକୁ ଉଠିବା ପାଇଁ ବସ୍ତୁଟିକୁ କେତେ ସମୟ ଲାଗିବ ?

ଭୂଲମ୍ବ ଦିଗରେ ବସ୍ତୁଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା $s = 122.5\ m$

ସର୍ବୋଚ୍ଚ ସ୍ଥାନରେ ପହଞ୍ଚିଗଲେ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗର ପରିମାଣ ଶୂନ ହୋଇଯାଏ । ତେଣୁ ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ

$v = 0\ m/sec$

$g = 9.8\ m/\ sec^2$

(i) (11.7) ସମୀକରଣ $v^2 = u^2 + 2gs$

$\Rightarrow 0 = u^2 + 2\ (-9.8\ ms^{-2})\ x\ 122.5\ m$

$\Rightarrow -u^2 = -2\ x\ 9.8\ x\ 122.5\ m^2s^{-2}$

$\Rightarrow u^2 = 2401\ m^2s^{-2}$

$\Rightarrow u = 49\ ms^{-1}$

ବସ୍ତୁଟିର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ 49 ms-1 ଅଟେ ।

(ii) (11.5) ସମୀକରଣ $v = u + gt$

$\Rightarrow 0 = 49\ ms^{-1} + 9.8\ ms^{-2}\ x\ t$

$$\Rightarrow \frac{49}{9.8} s = 5s$$

ବସ୍ତୁଟିର ସର୍ବୋଚ୍ଚ ଉଚ୍ଚତାରେ ପହଞ୍ଚିବାର ସମୟ 5 sec ଅଟେ ।

(i) ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ $u = 49\ ms^{-1}$

(ii) ସମୟ $t = 5$ sec

ବିଷୟାଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ ୧୧.୨

୧. ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝ ?

୨. ଅଧିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ କମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ ସମାନ ଉଚ୍ଚତାରେ ତଳକୁ ପକାଇଲେ ସମାନ ହାର (ସମାନ ସମୟ)ରେ କାହିଁକି ପଡ଼ିଥାଏ ?

୩. ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣର S.I ଏକକଟି ଲେଖ ।

୪. ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ପ୍ରଭାବରେ ବସ୍ତୁର ଗତି ସମୀକରଣଗୁଡ଼ିକ ଲେଖ ।

୧୧.୫ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ଓଜନ

୧୧.୫.୧ ବସ୍ତୁତ୍ୱ

କୌଣସି ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପଦାର୍ଥର ପରିମାଣକୁ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କୁହାଯାଏ । ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତା'ର ଜଡ଼ତାର ପରିମାପକ । ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ । ସ୍ଥାନ ଅନୁସାରେ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ଭିନ୍ନ ହୋଇନଥାଏ । ବସ୍ତୁଟି ପୃଥିବୀରେ, ଚନ୍ଦ୍ର କିମ୍ବା ପୃଥିବୀ ବାହାରେ ଯେକୌଣସି ସ୍ଥାନରେ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ । ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ସାଧାରଣ ତରାଜୁରେ ମପାଯାଏ ।

ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତା' ଜଡ଼ତ୍ୱର ପରିମାପକ ଅଟେ । ଯେଉଁ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଯେତେ ଅଧିକ ତାହାର ଜଡ଼ତା ସେତେ ବେଶୀ । ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତାହାର ଅବସ୍ଥିତି ଉପରେ ନିର୍ଭରେ କରେନାହିଁ ।

୧୧.୫.୨ ଓଜନ

ପୃଥିବୀ ଯେଉଁ ପରିମାଣ ବଳରେ ବସ୍ତୁକୁ ତା'ର କେନ୍ଦ୍ର ଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷଣ କରେ ତାହାକୁ ବସ୍ତୁର ଓଜନ କୁହାଯାଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ଏକ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କ୍ରିୟାଶୀଳ ହେଉଥିବା ପୃଥିବୀର ମାଧାକର୍ଷଣ ବଳକୁ ସେହି ବସ୍ତୁର ଓଜନ କୁହାଯାଏ । ବଳ ଓ ତ୍ୱରଣ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସଂପର୍କକୁ ମନେ ପକାଅ ।

$$\text{ବଳ} = \text{ବସ୍ତୁତ୍ୱ} \times \text{ତ୍ୱରଣ}$$

$$F = mg \qquad (11.8)$$

ଯଦି ଓଜନ 'w' ସଂକେତ ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଯାଏ ତେବେ

$$w = mg \qquad (11.9)$$

ତେଣୁ ବସ୍ତୁର ଓଜନ ହେଉଛି ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ଏବଂ ଏହା ଏକ ସଦିଶ ରାଶି ।

ଯେହେତୁ ଓଜନ ବଳ ସହ ସମାନ ତେଣୁ ଓଜନର S.I ଏକକ ବଳର S.I ଏକକ ସହ ସମାନ । ଓଜନର ଏକକ ନିଉଟନ ଅଟେ । ଓଜନ ସର୍ବଦା ପୃଥିବୀର କେନ୍ଦ୍ରଆଡ଼କୁ ନିମ୍ନମୁଖୀ ହୋଇଥାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁର ଓଜନ ମହାଶୂନ୍ୟରେ ଏବଂ ପୃଥିବୀର କେନ୍ଦ୍ରଠାରେ ଶୂନ ହୋଇଥାଏ । ଏହା କମାନୀ ବା ସ୍ପ୍ରିଂ ତରାଜୁରେ ମପାଯାଏ ।

11.9 ସମୀକରଣରୁ ଜଣାଯାଏ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଓଜନ ତା'ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ **g** ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସ୍ଥାନରେ **g** ମୂଲ୍ୟ ସର୍ବଦା ସମାନ ତେଣୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସ୍ଥାନରେ ଓଜନ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସହ ସମାନୁପାତୀ ଅଟେ । ବସ୍ତୁର ଓଜନ ପୃଥିବୀର ସବୁ ସ୍ଥାନରେ ସମାନ ନୁହେଁ । ଯେହେତୁ g ମୂଲ୍ୟ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନରେ ଭିନ୍ନ ଅଟେ ।

୧୧.୫.୩ ଓଜନ ଶୂନ୍ୟ

ଲିଫ୍ଟ୍‌ରେ ଉପରକୁ ଉଠିଲାବେଳେ ଓଜନ ବଢ଼ିଲାଭଳି ମନେହୁଏ । ଲିଫ୍ଟ ତଳକୁ ଆସିଲାବେଳେ ଓଜନ କମିଗଲାଭଳି ଲାଗେ । ମହାକାଶରେ ମହାକାଶଚାରୀ ନିଜର ଓଜନ ହରାଇଲା ପରି ମନେକରେ । ପ୍ରକୃତରେ ଓଜନଶୂନ୍ୟର ଅର୍ଥ କ'ଣ ?

ଶିକ୍ଷଣୀୟ କାର୍ଯ୍ୟ ୧୧.୪

ହାତ ପାପୁଲିରେ ବହିଟିଏ ଧର । (ଚିତ୍ର ୧୧.୪ ଦେଖାଇଲା ଭଳି) ବହିର ଓଜନ ଥିବା ପରି ଲାଗୁଛି କି ? ହଠାତ୍ ବହିଟିକୁ ତଳକୁ ତ୍ୱରଣ ଦେଇ ତଳକୁ ଆଣ । କ'ଣ ଅନୁଭବ କଲ ? ବହିର ଓଜନ କମିଗଲା ଭଳି ଅନୁଭବ କଲ କି ? ଓଜନ କମିବାର କାରଣ କ'ଣ ?

ଚିତ୍ର ୧୧.୪

ଟିପ୍ପଣୀ

ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ଓଜନ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ

ବସ୍ତୁତ୍ୱ

୧. ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି ବସ୍ତୁରେ ନିହିତ ଥିବା ପଦାର୍ଥର ପରିମାଣ
୨. ଏହା ଏକ ଅଦିଶ ରାଶି ।
୩. ଏହାର ଏକକ ହେଉଛି କି.ଗ୍ରା., ଗ୍ରାମ
୪. ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ, ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ଥାନରେ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ସମାନ ।
୫. ବସ୍ତୁତ୍ୱର ମୂଲ୍ୟ କେଉଁଠାରେ ଶୂନ ହୋଇନଥାଏ ।
୬. ଏହା ଏକ ସାଧାରଣ ତରାଜୁରେ ମପାଯାଏ ।

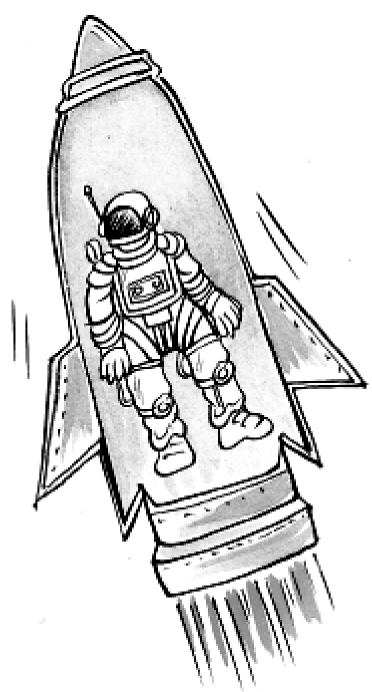
ଓଜନ

୧. ଓଜନ ହେଉଛି ଏକ ବଳ ଯାହାଦ୍ୱାରା ସମୁଦାୟ ବସ୍ତୁଟି ପୃଥିବୀର କେନ୍ଦ୍ରଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷିତ ହୋଇଥାଏ ।
୨. ଏହା ଏକ ସଦିଶ ରାଶି ।
୩. ଏହାର ଏକକ ହେଉଛି ଡାଇନ, ନିଉଟନ
୪. ବସ୍ତୁର ଓଜନ ପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ, ସ୍ଥାନ ଅନୁସାରେ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ବଦଳେ ।
୫. ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁର ଓଜନ ମହାଶୂନ୍ୟରେ ଏବଂ ପୃଥିବୀର କେନ୍ଦ୍ରଠାରେ ଶୂନ ହୋଇଥାଏ ଯେହେତୁ ପୃଥିବୀର କେନ୍ଦ୍ରରେ $g = 0$ ।
୬. ଏହା କମାନୀ ବା ସ୍ପ୍ରିଂ ତରାଜୁରେ ମପାଯାଏ ।

ସ୍ପ୍ରିଂ ତରାଜୁ (କମାନୀ ନିକିତି) ବ୍ୟବହାର କରି ବସ୍ତୁର ଓଜନ ମପାଯାଏ । ୱେଟ୍‌ମେସିନ୍ (ଓଜନ ଯନ୍ତ୍ର)ରେ ଓଜନ କିପରି ମପାଯାଏ ?

ଚିତ୍ର ୧୧.୫

ମନେକର ପିଲାଟି ୱେଟ୍‌ମେସିନ (ଯାହାକି ଚଟାଉ ଉପରେ ଥୁଆ ହୋଇଛି) ଉପରେ ଠିଆହୋଇଛି । ପିଲାଟି ୱେଟ୍‌ମେସିନ୍ ଏକ ନିମ୍ନମୁଖୀ ବଳ W ପ୍ରୟୋଗ କରେ ଯାହା ତା'ର ଓଜନ ସହ ସମାନ । ନିଉଟନଙ୍କ ତୃତୀୟ ନିୟମ ଅନୁସାରେ ୱେଟ୍‌ମେସିନ ପିଲାଟି ଉପରେ ସମାନ ପରିମାଣରର ଏକ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱମୁଖୀ ବଳ R ପ୍ରୟୋଗ କରେ । ଯାହା ପିଲାଟିର ଓଜନ ଅଟେ । ମନେକର ୱେଟ୍‌ମେସିନ ତଳେ ଥିବା ଚଟାଣକୁ ଯଦି ଅପସାରଣ (ବାହାର) କରିଦିଆଯାଏ, ତେବେ କ'ଣ ହେବ ? ପିଲା ଏବଂ ୱେଟ୍‌ମେସିନ ଉଭୟ ସମତ୍ୱରଣରେ ପୃଥିବୀ ଆଡ଼କୁ ପଡ଼ିଯିବେ । ଏହି ଅବସ୍ଥାରେ ପିଲାଟି ୱେଟ୍‌ମେସିନ୍ ଉପରେ କୌଣସି ନିମ୍ନମୁଖୀ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିପାରିବ ନାହିଁ ଯେହେତୁ ପୃଥିବୀ ୱେଟ୍‌ମେସିନ୍ ଓ ପିଲା ଉଭୟଙ୍କୁ ନିଜ ଆଡ଼କୁ ଟାଣେ । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ୱେଟ୍‌ମେସିନ୍ ଓଜନ ଶୂନ ଦେଖାଇବ । ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ପ୍ରଭାବରେ ମୁକ୍ତ ଭାବରେ ପତନଶୀଳ ବସ୍ତୁର ଓଜନ ଶୂନ ଅଟେ ।



ଚିତ୍ର ୧୧.୬ ମହାକାଶଜାନରେ ମହାକାଶଋରୀ

ବର୍ତ୍ତମାନ ତୁମେ ବୁଝିପାରୁଥିବ କାହିଁକି ମହାକାଶଚାରୀ ମହାକାଶଯାନରେ ନିଜର ଓଜନ ହରାଇଲା ପରି ଅନୁଭବ କରେ । ମହାକାଶଯାନ ଓ ମହାକାଶଚାରୀ ଉଭୟ ପୃଥିବୀର ଆକର୍ଷଣ ବଳ ପ୍ରଭାବରେ ମୁକ୍ତ ଭାବରେ ତଳକୁ ପଡ଼ିଥାନ୍ତି । ସେଥିପାଇଁ ମହାକାଶଚାରୀ ଓଜନ ନଥିବା ପରି ଭାସିବା ଭଳି ଦେଖାଯାଆନ୍ତି ।

ବିଷୟାଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ ୧୧.୩

୧. ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏବଂ ଓଜନ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଅ ।

୨. ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କାହା ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ ?

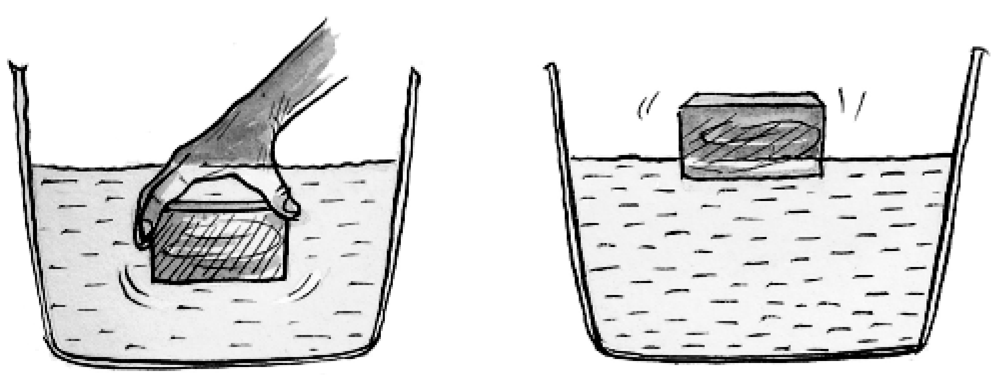
୩. ଗଛରୁ ପଡୁଥିବା ଏକ ସେଓର ଓଜନ କେତେ ହେବ ?

୧୧.୬ ପ୍ଳବତା (Bouyancy)

ଗୋଟିଏ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ ବାଲ୍‌ଟିରେ କାଠଗଣ୍ଡିଟିଏ ପକାଅ । ତୁମେ କ'ଣ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବ ? ଜଳପୃଷ୍ଠ ଉପରେ କାଠଗଣ୍ଡିଟି ଭାସିବାର ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିବ ।

ଶିକ୍ଷଣୀୟ କାର୍ଯ୍ୟ ୧୧.୫

ବର୍ତ୍ତମାନ ପାଣି ଭିତରକୁ କାଠଖଣ୍ଡଟିକୁ ଠେଲ । ତୁମେ କ'ଣ ଅନୁଭବ କରିବ ? ତୁମ ହାତକୁ କିଏ ଠେଲିବା ପରି ତୁମେ ଅନୁଭବ କର କାହିଁକି ? ଜଳ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ଏକ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱ-ସଂଘାତ ପ୍ରୟୋଗ କରେ । ଆସ୍ତେ ଆସ୍ତେ କାଠଖଣ୍ଡିଟିକୁ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ରୂପେ ପାଣି ଭିତରେ ବୁଡ଼ାଇ ଛାଡ଼ିଦିଅ । ବର୍ତ୍ତମାନ କ'ଣ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରୁଛ ? କାଠଖଣ୍ଡିଟି ପୁନର୍ବାର ଜଳପୃଷ୍ଠକୁ ଫେରିଆସିଲା ।



ବସ୍ତୁକୁ ଏକ ତରଳରେ ବୁଡ଼ାଇଲେ, ବସ୍ତୁଟି ହାଲୁକା ଲାଗେ ଅର୍ଥାତ୍ ତାହା ଓଜନ ହରାଇଲା ଭଳି ଜଣାଯାଏ । କାରଣ ତରଳ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ଏକ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ସଂଘାତ ପ୍ରୟୋଗ କରେ । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ପ୍ଳବତା ଏବଂ ଏହି ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱ-ସଂଘାତକୁ ପ୍ଳବନ ବଳ କୁହାଯାଏ । ଏହି ବଳ ବସ୍ତୁର ଓଜନର ବିପରୀତ ଦିଗରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ ।

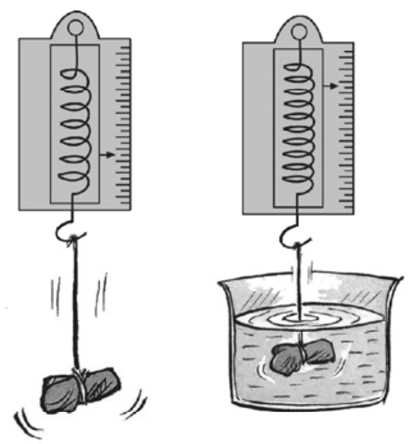
ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ତରଳ କିମ୍ବା ଗ୍ୟାସରେ ନିମଜ୍ଜିତ ହେଲେ ଏହି ପ୍ଲବନ ବଳ ଦର୍ଶାଇଥାନ୍ତି । ପ୍ଲବନ ବଳ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ଆଉ କେତୋଟି ଉଦାହରଣ ଲେଖ ।

ପ୍ଲବନ ବଳର ପରିମାଣ କେତେ ? ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତରଳରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ସମାନ ପରିମାଣର ପ୍ଲବନ ବଳ ଦେଇଥାନ୍ତି କି ? ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ତରଳ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ସମାନ ପରିମାଣର ପ୍ଲବନ ବଳ ଦେଇଥାନ୍ତି କି ? ଆର୍କମେଡ଼ିସଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱ ଆଲୋଚନା ସମୟରେ ଏ ସମସ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ତୁମେମାନେ ପାଇପାରିବ ।

୧୧.୬.୨ ଆର୍କମେଡ଼ିସ୍‌ଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱ

ଶିକ୍ଷଣୀୟ କାର୍ଯ୍ୟ ୧୧.୬

ଗୋଟିଏ ପଥରକୁ ସୂତାରେ ବାନ୍ଧି କମାନୀ ନିକିତି ତଳେ ଥିବା ଆଙ୍କୁଡ଼ାରେ ଝୁଲାଅ । କମାନୀ ନିକିତିରେ ବର୍ତ୍ତମାନ ପଥର ଓଜନ ହେଲା ମାପି ଲେଖ । ଏହା ବାୟୁରେ ପଥରର ଓଜନ ଅଟେ । ବର୍ତ୍ତମାନ ପଥରଟିକୁ ଆସ୍ତେ ଆସ୍ତେ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ କାଚପାତ୍ରରେ ବୁଡ଼ାଅ । ଭଲଭାବରେ ଲକ୍ଷ୍ୟକର । କମାନୀ ନିକିତି ସୂଚକ ଚିହ୍ନରେ କ'ଣ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରୁଛ ? ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ ପଥରଟି ଯେତେ ପାଣି ଭିତରକୁ ଯିବ କମାନୀ ନିକିତିର ସୂଚକ ଉପରକୁ ଠେଲିହେବା ଲକ୍ଷ୍ୟ କରାଯାଏ । ଯେତେବେଳେ ପଥରଟି ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ପାଣିରେ ବୁଡ଼ିଯିବ କମାନୀ ନିକିତି ସୂଚକରେ ଆଉ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଦେଖାଯିବ ନାହିଁ । ଏହି ପରୀକ୍ଷାରୁ ତୁମେ କେଉଁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେଲ ? ବସ୍ତୁଟି ଉପରେ ଏକ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱମୁଖୀ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟକରେ । ଏହି ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱମୁଖୀ ବଳ ପ୍ଲବନବଳ ଅଟେ । ଆର୍କମେଡ଼ିସଙ୍କ ସୂତ୍ର ବ୍ୟବହାର କରି ଏହି ପ୍ଲବନ ବଳର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇପାରିବ ।



ଚିତ୍ର ୧୧.୮ ଯେତେବେଳେ ପଥରଟି ବୁଡ଼ିଯାଏ, କମ୍ପନି ନିକିତି;ର ପାଠ୍ୟାଙ୍କ କମ୍‌ଯାଏ ।

ଆର୍କମେଡ଼ିସ୍‌ଙ୍କ ସୂତ୍ରଟି ହେଲା -

କୌଣସି ଏକ ତରଳରେ କୌଣସି ଏକ ବସ୍ତୁକୁ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ବା ଆଂଶିକ ଭାବରେ ବୁଡ଼ାଇଲେ ବସ୍ତୁଟିର ଓଜନ ହ୍ରାସ ପାଏ । ବସ୍ତୁର ଓଜନର ଏହି ଆଭାସୀହ୍ରାସ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ଅପସାରିତ ତରଳର ଓଜନ ସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

ଆର୍କମେଡ଼ିସ୍‌ଙ୍କ ସୂତ୍ରାନୁସାରେ ପ୍ଲବନ ବଳ

- ତରଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ
- ବସ୍ତୁର ବୁଡ଼ିଥିବା ଅଂଶର ଆୟତନ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ ।

ଆର୍କମେଡ଼ିସଙ୍କ ସୂତ୍ର ଅନୁସାରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଏକ ତରଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ିଲେ ତରଳରେ ଓଜନ କିଛି କମିଗଲା ପରି ଜଣାପଡ଼େ । ଏହି ଓଜନ ହ୍ରାସକୁ ଆଭାସୀ ହ୍ରାସ କୁହାଯାଏ । ବସ୍ତୁଟି ଉପରେ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱମୁଖୀ ପ୍ଲବନ ବଳର ପ୍ରଭାବ ହେତୁ ତା'ର ଓଜନ ହ୍ରାସ ପାଏ । ବସ୍ତୁଟି ଯେତେ ବୁଡ଼ିବ ପ୍ଲବନ ବଳ ଆନୁପାତିକ ଭାବେ ବଢ଼ିବ । ବସ୍ତୁଟି ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ବୁଡ଼ିଗଲେ ପ୍ଲବନବଳ ସର୍ବାଧିକ ହୁଏ ଏବଂ ସୂଚକ ସବୁଠାରୁ ଉଚ୍ଚସ୍ଥାନରେ ରହେ । ଏହାପରେ ତରଳ ଭିତରେ ବସ୍ତୁଟିକୁ ଅଧିକ ବୁଡ଼ାଇଲେ ମଧ୍ୟ ପ୍ଲବନ ବଳ ଆଉ ବୃଦ୍ଧି ପାଇନଥାଏ ।

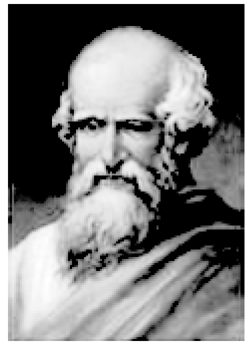
ବୁଡ଼ି ରହିଥିବା ଅଂଶର ଆୟତନ ବଢ଼ିଲେ, ପ୍ଲବନ ବଳ ବଢ଼େ । ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ କୌଣସି ଏକ ତରଳରେ

ବୁଡ଼ାଇଲେ, ତାହା ବୁଡ଼ିଥିବା ଅଂଶର ଆୟତନ ସହ ସମାନ ଆୟତନର ତରଳ ଅପସାରିତ କରିଥାଏ ।

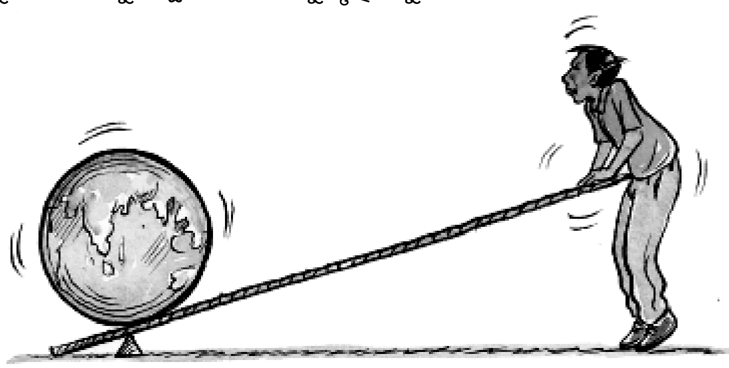
ଆର୍କମେଡ଼ିସଙ୍କ ସୂତ୍ର ପ୍ରୟୋଗ କରି ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ସାନ୍ଦ୍ରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଅଧିକାଂଶ ଭାସମାନ ଅନୁପ୍ରଯୁକ୍ତିର ନିର୍ମାଣର ଏହି ସୂତ୍ର ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ । ଜାହାଜ, ବୁଡ଼ାଜାହାଜ, ଡ଼ଙ୍ଗାର ନିର୍ମାଣ କୌଶଳ ଏହି ସୂତ୍ର ଉପରେ ପର୍ଯ୍ୟବେସିତ । କ୍ଷୀରର ଶୁଦ୍ଧତା ଜାଣିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ଯନ୍ତ୍ର ଲାକ୍ଟୋମିଟର ଓ ତରଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଜାଣିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହାଇଡ୍ରୋମିଟର ଆର୍କମେଡ଼ିସଙ୍କ ସୂତ୍ର ଉପରେ ଆଧାରିତ ।

? ତୁମେ ଜାଣ କି

ଆର୍କମେଡ଼ିସ ଜଣେ ପ୍ରଖ୍ୟାତ ଗ୍ରୀକ୍ ଗଣିତଜ୍ଞ, ଦାର୍ଶନିକ ଓ ବୈଜ୍ଞାନିକ । ଆର୍କମେଡ଼ିସ ସୂତ୍ର ନିମନ୍ତେ ସେ ପ୍ରସିଦ୍ଧ । ଗାଧୁଆଘରେ ଗାଧୁଆ କୁଣ୍ଡରେ ଗାଧୋଇଲା ବେଳେ କୁଣ୍ଡରୁ ବାହାରି ଯାଉଥିବା ଅଧିକ ପାଣିକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରି ସେ ଏହି ସୂତ୍ର ବାହାର କରିଥିଲେ । ରାସ୍ତାରେ ୟୁରେକା, ୟୁରେକା କହି ଦୌଡ଼ୁଥିଲେ । ୟୁରେକାର ଅର୍ଥ ମୁଁ ପାଇଲି । ଆର୍କମେଡ଼ିସ ଆର୍କମେଡ଼ିସ ସ୍କ୍ରୁ ବାହାର କରିଥିଲେ ଯାହାକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ନିମ୍ନରୁ ଉଚ୍ଚସ୍ଥାନକୁ ପାଣି ଉଠାଯାଏ । ଜ୍ୟାମିତି କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାଙ୍କର ପାରଦର୍ଶିତା ଥିଲା । ଲିଭର ସଂପର୍କରେ ସେ କହୁଥିଲେ ମୋତେ ଗୋଟିଏ ଶକ୍ତ ଓ ଲମ୍ବା ଦଣ୍ଡ ଦିଅ ଏବଂ ଠିଆ ହେବାକୁ ଏକ ଉପଯୁକ୍ତ ସ୍ଥାନ ଦିଅ । ମୁଁ ପୃଥିବୀକୁ ଟେକିଦେବି ।



Archimedes
(287 BC-212 BC)



ବିଷୟଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ ୧୧.୪

୧. ପାଣି ଭର୍ତ୍ତିଥିବା ବାଲ୍‌ଟି ଭିତରେ ଥିବା ଏକ ମଗକୁ ଧର । ଆସ୍ତେ ଆସ୍ତେ ଏହାକୁ ଉପରକୁ ଉଠାଅ ଏବଂ ପାଣିର ପୃଷ୍ଠ ଉପରକୁ ଉଠାଅ । ଏବେ କାହିଁକି ତୁମେ ଅଧିକ ଓଜନିଆ ଅନୁଭବ କଲ ?

୨. ପାଣି ଭିତରେ ଏକ କର୍କ ବୁଡ଼ାଇଲେ ଏହା ଆପେ ପାଣି ପୃଷ୍ଠ ଉପରକୁ ଚାଲିଆସେ କାହିଁକି ?

୩. ପ୍ଲବନ ବଳ କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝ ?

୪. ବାୟୁଶୂନ୍ୟ ଥିବା ପାତ୍ରରେ ଥିବା ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପ୍ଲବନ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ କି ?

୫. ଆର୍କମେଡ଼ିସ ସୂତ୍ରର ପ୍ରୟୋଗ ଲେଖ ।

ଆମେ କ'ଣ ଶିଖିଲେ

- ନିଉଟନଙ୍କ ମହାକର୍ଷଣ ନିୟମ ଅନୁସାରେ ବିଶ୍ୱର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ବସ୍ତୁକୁ ଆକର୍ଷଣ କରେ । ଯେ କୌଣସି ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବସ୍ତୁତ୍ୱଜନିତ ଆକର୍ଷଣ ବଳ, ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱୟର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଗୁଣଫଳ ସହ ସମାନୁପାତୀ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାର ବର୍ଗ ସହ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ ।
- ମହାକର୍ଷଣର ନିୟମ ବିଶ୍ୱର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ପାଇଁ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ ଅଟେ । ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ଗୋଟିଏ ଦୁର୍ବଳ ବଳ । ସାଧାରଣ ବସ୍ତୁତ୍ୱ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହା ଦୁର୍ବଳ । ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଲେ ଏହି ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ମଧ୍ୟ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଥାଏ ।
- ପୃଥିବୀର ମହାକର୍ଷଣ ବଳକୁ 'ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ' କୁହାଯାଏ ।
- ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ ନୁହେଁ ।
- ପୃଥିବୀ ଯେଉଁ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ନିଜ ଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷିତ କରେ, ତାହାକୁ ଉକ୍ତ ବସ୍ତୁର ଓଜନ କୁହାଯାଏ । ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣର ଗୁଣଫଳ ଓଜନ ଅଟେ । ବସ୍ତୁର ଓଜନ ହେଉଛି ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ଏବଂ ଏହା ଏକ ସଦିଶ ରାଶି ।
- ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ଥାନରେ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ । ବସ୍ତୁର ଓଜନ ପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ । ସ୍ଥାନ ଅନୁସାରେ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁର ଓଜନ ମହାଶୂନ୍ୟରେ ଏବଂ ପୃଥିବୀର କେନ୍ଦ୍ରଠାରେ ଶୂନ ହୋଇଥାଏ ।
- ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ବୁଡ଼ିଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଏକ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱମୁଖୀ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରେ । ଏହାକୁ ପ୍ଳବନ ବଳ କୁହାଯାଏ ।
- ପ୍ଳବନ ବଳ ତରଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ବସ୍ତୁର ବୁଡ଼ିଥିବା ଅଂଶର ଆୟତନ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ ।
- ଆର୍କମେଡ଼ିସଙ୍କ ସୂତ୍ରଟି ହେଲା କୌଣସି ଏକ ତରଳରେ କୌଣସି ଏକ ବସ୍ତୁକୁ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ବା ଆଂଶିକ ଭାବରେ ବୁଡ଼ାଇଲେ ବସ୍ତୁଟିର ଓଜନ ହ୍ରାସ ପାଇଲା ଭଳି ଜଣାଯାଏ । ଓଜନର ଏହି ଆଭାସୀ ହ୍ରାସ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ଅପସାରିତ ତରଳର ଓଜନ ସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।
- ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ବୁଡ଼ିଥିବା ବସ୍ତୁର ସାନ୍ଦ୍ରତା (ସାନ୍ଦ୍ରତା = ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ / ବସ୍ତୁର ଆୟତନ)

  ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଠାରୁ ଅଧିକ ହେଲେ ବସ୍ତୁଟି ବୁଡ଼ିଯାଏ ଏବଂ କମ୍ ହେଲେ ତାହା ଭାସେ ।

ଅନ୍ତିମ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

୧. ନିଉଟନଙ୍କ ମହାକର୍ଷଣ ନିୟମଟି ଲେଖ ।

୨. ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା ଦୁଇଗୁଣ କରିଦେଲେ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ମହାକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣରେ କି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ?

୩. ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଦୁଇଗୁଣ କରିଦେଲେ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ମହାକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣରେ କି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିବ ?

୪. ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣର ସୂତ୍ର ନିର୍ଗମନ କର ।

୫. ମୁକ୍ତ ପତନ ବସ୍ତୁର ଗତି ସମୀକରଣ ଉଲ୍ଲେଖ କର ।

୬. ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ଓଜନ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଅ । ଓଜନ କାହା ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ ଉଲ୍ଲେଖ କର ।

୭. ଖାଲି ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ବୋତଲର ଠିପି ବନ୍ଦ କରି ଏକ ପାଣିଭର୍ତ୍ତି ବାଲ୍‌ଟିରେ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ବୁଡ଼ାଇ ଛାଡ଼ିଦେଲେ, ଏହା ଆପେ ଆପେ ପୃଷ୍ଠକୁ ଉଠିଅସେ କାହିଁକି ?

୮. ପ୍ଲବନ ବଳ କ'ଣ ? ପ୍ଲବନ ବଳର ପରିମାଣ କେଉଁ କାରକ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ ଲେଖ ।

୯. ଆର୍କମେଡ଼ିସଙ୍କ ସୂତ୍ର ଲେଖ । ଏହାର ଦୁଇଟି ବ୍ୟବହାର ଲେଖ ।

୧୦. ସୂର୍ଯ୍ୟ ଓ ପୃଥିବୀ ମଧ୍ୟରେ ହାରାହାରି ଦୂରତା 1.5×10^{11} m

ପୃଥିବୀ ଓ ସୂର୍ଯ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ମହାକର୍ଷଣ ବଳ କଳନା କର

ପୃଥିବୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 6×10^{24} kg, ସୂର୍ଯ୍ୟର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 2×10^{30} kg

ମହାକର୍ଷଣ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ $G = 6.7 \times 10^{-11}$ Nm^2kg^{-2}

୧୧. 49N ଓଜନବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କେତେ ? ($g = 9.8ms^{-2}$)

୧୨. 45m ଉଚ୍ଚ ଏକ ଟାୱାର ଉପରୁ ପଥରଟିଏ ତଳକୁ ପକାଗଲା । ପୃଷ୍ଠରେ ପଡ଼ିଲାବେଳେ ଏହାର ପରିବେଗ କେତେ ହେବ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

୧୩. ବାୟୁରେ ଏକ ବସ୍ତୁର ଓଜନ 3.5N ଏବଂ ଜଳରେ ଓଜନ 2N । ବସ୍ତୁ ଉପରେ କେତେ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଛି ?

୧୪. ତରଳ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ବସ୍ତୁଟି ବୁଡ଼ିଛି । ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ଅପସାରିତ ତରଳର ଓଜନ ଯଦି 1N ହୁଏ ତେବେ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କେତେ ପ୍ଲବନ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଛି ?

ବିଷୟାଗତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର

୧୧.୧

୧. ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଦୁର୍ବଳ । କମ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଏହି ଆକର୍ଷଣ ବଳକୁ ଉପେକ୍ଷା କରାଯାଏ ।

୨. ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ବସ୍ତୁଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାର ବର୍ଗ ସହ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ । ବସ୍ତୁଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଆକର୍ଷଣ ବଳ ୧/୧୨ ଗୁଣ କମିବ ।

୩. G ର ମୂଲ୍ୟ ପୃଥିବୀ ଓ ବିଶ୍ୱର ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ଥାନରେ ସମାନ ଅଟେ । ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରକୃତି, ଗଠନ, ସେମାନଙ୍କର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବା ଅବସ୍ଥାନ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେନାହିଁ । ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ସର୍ବତ୍ର ସମାନ । ତେଣୁ ଏହାକୁ ସାର୍ବଜନୀନ ମହାକର୍ଷଣୀୟ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ କୁହାଯାଏ ।

୧୧.୨

୧. ଯେତେବେଳେ ତ୍ୱରଣ ପୃଥିବୀର ଆକର୍ଷଣ ବା ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ଯୋଗୁଁ ହୋଇଥାଏ ସେତେବେଳେ ଏହାକୁ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ କୁହାଯାଏ ।

୨. ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ ହାଲୁକା କିମ୍ବା ଅଧିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

୩. ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣର S.I. ଏକକ ms^{-2}

୪. ମୁକ୍ତ ପତନରେ ବସ୍ତୁର ଗତି ସମୀକରଣ

$$v = u + gt \text{..........} (1)$$

$$s = ut + \frac{1}{2}gt^2 \text{..........} (2)$$

$$v^2 = u^2 + 2gs \text{..........} (3)$$

୧୧.୩

୧. କୌଣସି ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପଦାର୍ଥର ପରିମାଣକୁ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କୁହାଯାଏ । ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସବୁ ସ୍ଥାନରେ ସ୍ଥିର ରହେ ।

ଏକ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କ୍ରିୟାଶୀଳ ହେଉଥିବା ପୃଥିବୀର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳକୁ ସେହି ବସ୍ତୁର ଓଜନ କୁହାଯାଏ । $w = mg$

ଓଜନର ଏକକ ବଳର ଏକକ ସହ ସମାନ । ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନରେ ବସ୍ତୁର ଓଜନ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ ।

୨. ଓଜନ

(i) ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ

(ii) ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ

୩. ଶୂନ

୧୧.୪

୧. ପାଣିଭିତରେ ମଗ ଥିଲାବେଳେ ଏହା ଉପରେ ପ୍ଳବନବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ । ମଗଟି ପାଣି ଭିତରେ ଓଜନ ହରାଇଲାପରି ଜଣାପଡ଼େ । ଏହାକୁ ବସ୍ତୁର ଆଭାସୀ ଓଜନ ହ୍ରାସ କୁହାଯାଏ । ପାଣିର ପୃଷ୍ଠ ଉପରକୁ ମଗ ଆସିଲେ ଏହା ତା'ର ପୂର୍ବ ଓଜନ ଯୋଗୁଁ ଭାରୀ ଜଣାପଡ଼େ ।

୨. ପ୍ଳବନ ବଳ (ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ବଳ)

୩. ପାଣିରେ ପାଣି ବସ୍ତୁ ଉପରେ ଯେଉଁ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରେ, ତାକୁ ପ୍ଳବନ ବଳ କୁହାଯାଏ । (ତରଳ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ଏକ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ସଂଘାତ ପ୍ରୟୋଗ କରେ ଏବଂ ଏହି ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ସଂଘାତକୁ ପ୍ଳବନ ବଳ କୁହାଯାଏ)

୪. ନୁହେଁ

୫. (i) ଜାହାଜ, ବୁଡ଼ାଜାହାଜ, ଡଙ୍ଗାର ନିର୍ମାଣ କୌଶଳ କ୍ଷେତ୍ରରେ,

(ii) ଲାକ୍ଟୋମିଟର, ହାଇଡ୍ରୋମିଟର ଯନ୍ତ୍ର ତିଆରି କ୍ଷେତ୍ରରେ