ଭୌତିକ ବିଜ୍ଞାନ

(ନବମ ଶ୍ରେଣୀ)

ପ୍ରକାଶକ :

ମାଧ୍ୟମିକ ଶିକ୍ଷା ପରିଷଦ, ଓଡ଼ିଶା

ମାଧ୍ୟମିକ ଶିକ୍ଷା ପରିଷଦ, ଓଡ଼ିଶାଙ୍କଦ୍ୱାରା
ନବମ ଶ୍ରେଣୀ ନିମନ୍ତେ ଅନୁମୋଦିତ ଓ ପ୍ରକାଶିତ

© ମାଧ୍ୟମିକ ଶିକ୍ଷା ପରିଷଦ, ଓଡ଼ିଶା

ଲେଖକମଣ୍ଡଳୀ :

ପ୍ରଫେସର ସରୋଜ କୁମାର ସିଂହ (ସମୀକ୍ଷକ)
ଡ଼କ୍ଟର ସଚିନ୍ଦ୍ର ନାରାୟଣ ପଟ୍ଟନାୟକ
ଶ୍ରୀ ଫକୀର ଚରଣ ସ୍ୱାଇଁ
ଶ୍ରୀ ନାରାୟଣ ସାହୁ
ଶ୍ରୀ ଉତ୍କଳ ରଂଜନ ମହାନ୍ତି
ଶ୍ରୀ ଭାଗୀରଥି ପରିଡ଼ା (ସଂଯୋଜକ)

ପ୍ରଥମ ପ୍ରକାଶ : ୨୦୧୨
୨୦୧୯

ଟାଇପ୍ ସେଟିଂ : **ବାଣୀ ପ୍ରେସ୍**
ତୁଳସୀପୁର, କଟକ

ମୁଦ୍ରଣ :

ମୂଲ୍ୟ :

ମୁଖବନ୍ଧ

ଜୀବନଧାରଣର ମାନବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ବିଜ୍ଞାନ ଏକାନ୍ତ ଅପରିହାର୍ଯ୍ୟ । ଜାତୀୟ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଆଧାର-2000 ଏବଂ 2005ରେ ବିଜ୍ଞାନ ଶିକ୍ଷାକୁ ଅଧିକ ଗୁରୁତ୍ୱ ଦିଆଯାଇଅଛି ଏବଂ ଶିକ୍ଷଣକୁ ବିଦ୍ୟାର୍ଥୀକୈନ୍ଦ୍ରିକ କରାଯାଇଛି । ବିଦ୍ୟାର୍ଥୀମାନଙ୍କ ଜ୍ଞାନକୁ ପାଠ୍ୟପୁସ୍ତକ ମଧ୍ୟରେ ସୀମିତ ନରଖି ବିଦ୍ୟାଳୟର ବାହ୍ୟ ଜୀବନ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କରିବା ଏବଂ ବର୍ତ୍ତମାନର ପ୍ରଚଳିତ ଘୋଷା ପଦ୍ଧତିରୁ ଶିକ୍ଷଣକୁ ମୁକ୍ତ କରିବା ପାଇଁ ଏଥିରେ ଚେଷ୍ଟା କରାଯାଇଛି । ପ୍ରୋକ୍ତ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଧାରରେ ଜାତୀୟ ଶିକ୍ଷା ଗବେଷଣା ଓ ତାଲିମ ପରିଷଦ (NCERT) ବିଦ୍ୟାଳୟ ସ୍ତରର ପାଠ୍ୟକ୍ରମକୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରି ପୁସ୍ତକ ପ୍ରଣୟନ କରିଛନ୍ତି । ଆମ ରାଜ୍ୟର ବିଦ୍ୟାର୍ଥୀମାନଙ୍କ ସର୍ବାଙ୍ଗୀନ ବିକାଶ ଏବଂ ଜାତୀୟ ସ୍ତରରେ ସେମାନଙ୍କୁ ସମକକ୍ଷ କରିବା ପାଇଁ ମାଧ୍ୟମିକ ଶିକ୍ଷା ପରିଷଦ, ଓଡ଼ିଶା, ନୂତନ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିଛନ୍ତି । ସେହି ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଆଧାରରେ ଅଷ୍ଟମ ଶ୍ରେଣୀର ନୂତନ ପୁସ୍ତକଗୁଡ଼ିକ 2011-12 ଶିକ୍ଷା ବର୍ଷରୁ ସମଗ୍ର ରାଜ୍ୟରେ ପ୍ରଚଳିତ ହୋଇଛି । ନବମଶ୍ରେଣୀର ପାଠ୍ୟପୁସ୍ତକଗୁଡ଼ିକ 2012-13 ଶିକ୍ଷାବର୍ଷରୁ ପ୍ରଚଳିତ ହେବ । ପରିଷଦ ଦ୍ୱାରା ନବମ ଶ୍ରେଣୀ ବିଜ୍ଞାନ ପାଇଁ ଦୁଇଟି ପୁସ୍ତକ ଯଥା : "ଭୌତିକ ବିଜ୍ଞାନ" ଓ "ଜୀବ ବିଜ୍ଞାନ" ପ୍ରଣୟନ କରାଯାଇଛି । "ଭୌତିକ ବିଜ୍ଞାନ" ପୁସ୍ତକରେ ଭୌତିକ ବିଜ୍ଞାନ ସମ୍ପର୍କିତ ନଅଟି ଅଧ୍ୟାୟ ଏବଂ "ଜୀବ ବିଜ୍ଞାନ" ପୁସ୍ତକରେ ଜୀବ ବିଜ୍ଞାନ ସମ୍ପର୍କିତ ଛଅଟି ଅଧ୍ୟାୟ ସନ୍ନିବେଶିତ ହୋଇଛି । ଏହି ନବମ ଶ୍ରେଣୀର ବିଜ୍ଞାନ ପୁସ୍ତକଦ୍ୱୟ NCERT ବିଜ୍ଞାନ ପୁସ୍ତକ ଅବଲମ୍ବନରେ ପ୍ରସ୍ତୁତ ହୋଇଛି ।

ଏହି ପୁସ୍ତକରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଧ୍ୟାୟରେ ବିଦ୍ୟାର୍ଥୀମାନଙ୍କର ବୈଜ୍ଞାନିକ ମନୋବୃତ୍ତି ଓ ସୃଜନଶୀଳତା ବୃଦ୍ଧିରେ ସହାୟକ ହେବା ପାଇଁ "ତୁମ ପାଇଁ କାମ" ଶିରୋନାମାରେ ଅନେକ କାର୍ଯ୍ୟାବଳୀ (activity) ଦିଆଯାଇଛି, ଯାହା ସେମାନଙ୍କୁ ପ୍ରକଳ୍ପ ପ୍ରସ୍ତୁତିରେ ଅଧିକ ସାହାଯ୍ୟ କରିବ । ଅଧିକ ଜାଣିବା ପାଇଁ ବକ୍ସ ମଧ୍ୟରେ "ତୁମେ ଜାଣିଛ କି ?" ଏବଂ "ଅଧିକ ଜାଣିବା ପାଇଁ" ଇତ୍ୟାଦି ଶିରୋନାମାରେ ଅଧିକ ତଥ୍ୟ ମଧ୍ୟ ଦିଆଯାଇଛି । ଏହା ବିଦ୍ୟାର୍ଥୀମାନଙ୍କୁ ଚିନ୍ତା ପ୍ରରୋଚିତ ପ୍ରଶ୍ନ ପଚାରିବାରେ ସହାୟକ ହେବ ଏବଂ ଶିକ୍ଷକମାନେ ମାର୍ଗଦର୍ଶନ ଦେବାରେ ମଧ୍ୟ ସହାୟକ ହେବ ।

ଏହି ପୁସ୍ତକର ପାଣ୍ଡୁଲିପିକୁ ବିଜ୍ଞାନ ସିଲାବସ୍ କମିଟି ଦ୍ୱାରା ବିଶଦ ଭାବରେ ଆଲୋଚିତ ହୋଇଛି ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ଠାରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ସୁଚିନ୍ତିତ ପରାମର୍ଶ ଅନୁସାରେ ଲେଖକମଣ୍ଡଳୀ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିଛନ୍ତି ।

ଏହି ପୁସ୍ତକ ପ୍ରସ୍ତୁତିରେ ସହଯୋଗ କରିଥିବା ଲେଖକମଣ୍ଡଳୀ, ସମୀକ୍ଷକ ଓ ସିଲାବସ୍ କମିଟିର ସଦସ୍ୟବୃନ୍ଦଙ୍କୁ ପରିଷଦ ପକ୍ଷରୁ ଧନ୍ୟବାଦ ଦେଉଛି । ଆଶାକରେ ପୁସ୍ତକଟି ସମସ୍ତଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଆଦୃତ ହେବ ।

ସଭାପତି

ମାଧ୍ୟମିକ ଶିକ୍ଷା ପରିଷଦ, ଓଡ଼ିଶା

ଭୂମିକା

ଆଜି ଆମ ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ, ବିଜ୍ଞାନର ପ୍ରୟୋଗ ଏକ ଅପରିହାର୍ଯ୍ୟ ଅଙ୍ଗ ହୋଇଯାଇଛି । ପୃଥିବୀର ବିକାଶଶୀଳ ରାଷ୍ଟ୍ରମାନେ ବିକଶିତ ରାଷ୍ଟ୍ରଙ୍କ ସହ ସମକକ୍ଷ ହେବାପାଇଁ ବିଜ୍ଞାନର କ୍ରମୋନ୍ନତି କରି ଚାଲିଛନ୍ତି । ଏହା ଆମ ଦେଶର ଜାତୀୟ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଆଧାର–2005ରେ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇଛି । ଜାତୀୟ ଶିକ୍ଷା ଗବେଷଣା ଓ ତାଲିମ ପରିଷଦ (NCERT) ବିଜ୍ଞାନ ଶିକ୍ଷା ପାଇଁ NCF-2005 ଆଧାରରେ ନୂତନ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ଓ ପୁସ୍ତକ ପ୍ରଣୟନ କରିଛନ୍ତି । ତାହାକୁ ଆଧାର କରି ମାଧ୍ୟମିକ ଶିକ୍ଷା ପରିଷଦ, ଓଡ଼ିଶା, ଅଷ୍ଟମ ଶ୍ରେଣୀରୁ ଦଶମ ଶ୍ରେଣୀ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିଛନ୍ତି ଏବଂ ଅଷ୍ଟମ ଶ୍ରେଣୀରେ 2011-12 ଶିକ୍ଷାବର୍ଷରୁ ନୂତନ ପୁସ୍ତକ ପ୍ରଚଳନ କରିଛନ୍ତି । 2012-13 ଶିକ୍ଷାବର୍ଷରୁ ନବମ ଶ୍ରେଣୀ ପାଇଁ ନୂତନ ପୁସ୍ତକ ପ୍ରଚଳିତ ହେଉଛି ।

ଏହି ଭୌତିକ ବିଜ୍ଞାନ ପୁସ୍ତକଟି ଲେଖିଲାବେଳେ ଆମେ ନବମ ଶ୍ରେଣୀର ବିଦ୍ୟାର୍ଥୀମାନଙ୍କୁ ଆଖି ଆଗରେ ରଖି ପୁସ୍ତକଟି ରଚନା କରିଛୁ । ବିଦ୍ୟାର୍ଥୀ ପୁସ୍ତକଟି ପଢ଼ିଲାବେଳେ ଅନୁଭବ କରିବ ଯେ, ଯେମିତି ଶିକ୍ଷକ ତା' ନିକଟରେ ବସି ତାକୁ ବିଷୟଟିକୁ ବୁଝାଇ ଚାଲିଛନ୍ତି । ଯଦି କୌଣସି ସ୍ଥାନରେ ଅଟକେ ତାହାହେଲେ ସେଠାରେ ଶିକ୍ଷକ/ଅଭିଭାବକମାନେ ସହାୟତା ଦେବାପାଇଁ ମଧ୍ୟ ସୂଚନା ରହିଛି ।

ଏହି ପୁସ୍ତକରେ ଥିବା ଦୁଇଟି ଉପାଂଶ – **"ବସ୍ତୁ"** ଓ **"ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁ"**କୁ ନଅଟି ଅଧ୍ୟାୟରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଇଛି । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଧ୍ୟାୟରେ "ତୁମ ପାଇଁ କାମ" ଶିରୋନାମାରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ବିଜ୍ଞାନ ପରୀକ୍ଷାଗୁଡ଼ିକ ବିଦ୍ୟାର୍ଥୀର ବୈଜ୍ଞାନିକ ମନୋବୃତ୍ତି ବୃଦ୍ଧି ସହ ନୂତନ ପ୍ରକଳ୍ପ (project) ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିବାରେ ସହାୟକ ହେବ । ଅଧ୍ୟାୟ ମଧ୍ୟରେ "ତୁମେ ଜାଣିଛ କି" ଶିରୋନାମାରେ ଅଧିକ ତଥ୍ୟ ସୂଚନା ବାକ୍ସରେ ଦିଆଯାଇଛି, ଯାହା ବିଦ୍ୟାର୍ଥୀଙ୍କ ପ୍ରଶ୍ନ ପଚାରିବାରେ ସହାୟକ ହେବ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଧ୍ୟାୟରେ ପର୍ଯ୍ୟାପ୍ତ ପରିମାଣର ଚିତ୍ର, ସାରଣୀ ଓ ପ୍ରଶ୍ନ ସଂଯୋଜିତ ହୋଇଛି । ଅଧ୍ୟାୟ ଶେଷରେ "ଆମେ କ'ଣ ଶିଖିଲେ" ଶିରୋନାମାରେ ଅଧ୍ୟାୟର ସାରାଂଶ ଦିଆଯାଇଛି ।

ଆଶା କରୁଛୁ ଏହି ପୁସ୍ତକ ବିଦ୍ୟାର୍ଥୀମାନଙ୍କର ବିଜ୍ଞାନ ଶିକ୍ଷା ପ୍ରତି ନୂତନ ଆଗ୍ରହ ସୃଷ୍ଟି କରିବ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ଜୀବନ ଶୈଳୀରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଣିବ । ଯଦି ପୁସ୍ତକରେ କିଛି ଅନିଚ୍ଛାକୃତ ତ୍ରୁଟି ରହିଯାଇଥାଏ ତେବେ ତାହାକୁ ମାଧ୍ୟମିକ ଶିକ୍ଷା ପରିଷଦ, ଓଡ଼ିଶାର କର୍ତ୍ତୃପକ୍ଷଙ୍କ ଦୃଷ୍ଟିଗୋଚର କରାଇଲେ ଆମେ ତାହା ସ୍ୱାଗତ କରିବୁ ଓ ପରବର୍ତ୍ତୀ ସଂସ୍କରଣରେ ସେ ତ୍ରୁଟିକୁ ସଂଶୋଧନ କରିବୁ ।

ଲେଖକମଣ୍ଡଳୀ

ସୂଚୀପତ୍ର

ଅଧ୍ୟାୟ	ବିଷୟ	ପୃଷ୍ଠା
ପ୍ରଥମ ଅଧ୍ୟାୟ	ଆମ ଚତୁଃପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା ପଦାର୍ଥ (Matter in our Surroundings)	1-15
ଦ୍ୱିତୀୟ ଅଧ୍ୟାୟ	ଆମ ଚାରିପାଖରେ ଥିବା ପଦାର୍ଥ ବିଶୁଦ୍ଧ କି ? (Is Matter Around us Pure ?)	16-34
ତୃତୀୟ ଅଧ୍ୟାୟ	ପରମାଣୁ ଓ ଅଣୁ (Atoms and Molecules)	35-46
ଚତୁର୍ଥ ଅଧ୍ୟାୟ	ପରମାଣୁ ଗଠନ (Structure of the Atom)	47-56
ପଞ୍ଚମ ଅଧ୍ୟାୟ	ଗତି (Motion)	57-74
ଷଷ୍ଠ ଅଧ୍ୟାୟ	ବଳ ଓ ଗତି ନିୟମ (Force and Laws of Motion)	75-94
ସପ୍ତମ ଅଧ୍ୟାୟ	ମହାକର୍ଷଣ (Gravitation)	95-108
ଅଷ୍ଟମ ଅଧ୍ୟାୟ	କାର୍ଯ୍ୟ ଓ ଶକ୍ତି (Work and Energy)	109-123
ନବମ ଅଧ୍ୟାୟ	ଧ୍ୱନି (Sound)	124-141

ଭାରତର ସମ୍ବିଧାନ

ପ୍ରାକ୍ କଥନ :

ଆମେ ଭାରତବାସୀ ଭାରତକୁ ଏକ ସାର୍ବଭୌମ, ସମାଜବାଦୀ, ଧର୍ମ ନିରପେକ୍ଷ, ଗଣତାନ୍ତ୍ରିକ ସାଧାରଣତନ୍ତ୍ର ରୂପେ ଗଠନ କରିବା ପାଇଁ ଦୃଢ଼ ସଂକଳ୍ପ ନେଇ ଓ ଏହାର ସମସ୍ତ ନାଗରିକଙ୍କୁ

- ସାମାଜିକ, ଅର୍ଥନୈତିକ ଓ ରାଜନୈତିକ ନ୍ୟାୟ :
- ଚିନ୍ତା, ଅଭିବ୍ୟକ୍ତି, ପ୍ରତ୍ୟୟ, ଧର୍ମୀୟ ବିଶ୍ୱାସ ଏବଂ ଉପାସନାର ସ୍ୱତନ୍ତ୍ରତା :
- ସ୍ଥିତି ଓ ସୁବିଧା ସୁଯୋଗର ସମାନତାର ସୁରକ୍ଷା ପ୍ରଦାନ କରିବାକୁ ତଥା
- ବ୍ୟକ୍ତି ମର୍ଯ୍ୟାଦା ଏବଂ ରାଷ୍ଟ୍ରର ଐକ୍ୟ ଓ ସଂହତି ନିଶ୍ଚିତ କରି ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଭ୍ରାତୃଭାବ ଉତ୍ସାହିତ କରିବାକୁ

ଏହି ୧୯୪୯ ମସିହା ନଭେମ୍ବର ୨୬ ତାରିଖ ଦିନ
ଆମର ସମ୍ବିଧାନ ପ୍ରଣୟନ ସଭାରେ ଏତଦ୍ୱାରା
ଏହି ସମ୍ବିଧାନକୁ ଗ୍ରହଣ ଓ ପ୍ରଣୟନ କରୁଅଛୁ ଏବଂ ଆମ ନିଜକୁ ଅର୍ପଣ କରୁଅଛୁ ।

ଚତୁର୍ଥ ଅଧ୍ୟାୟ (କ)
୫୧(କ) ଧାରା : ମୌଳିକ କର୍ତ୍ତବ୍ୟ

ଭାରତର ପ୍ରତ୍ୟେକ ନାଗରିକଙ୍କର କର୍ତ୍ତବ୍ୟ :-

୧। ସମ୍ବିଧାନକୁ ମାନି ଚଳିବା ଓ ଏହାର ଆଦର୍ଶ ଓ ଅନୁଷ୍ଠାନମାନଙ୍କୁ ଏବଂ ଜାତୀୟ ପତାକା ଓ ଜାତୀୟ ସଙ୍ଗୀତକୁ ସମ୍ମାନ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିବା;

୨। ଯେଉଁସବୁ ମହନୀୟ ଆଦର୍ଶ ଆମ ଜାତୀୟ ସ୍ୱାଧୀନତା ସଂଗ୍ରାମକୁ ଅନୁପ୍ରାଣିତ କରିଥିଲା, ତାହାକୁ ସ୍ମରଣ ଓ ଅନୁସରଣ କରିବା;

୩। ଭାରତର ସାର୍ବଭୌମତ୍ୱ, ଏକତା ଓ ସଂହତି ବଜାୟ ଏବଂ ସୁରକ୍ଷିତ ରଖିବା;

୪। ଦେଶର ପ୍ରତିରକ୍ଷା କରିବା ଓ ଆବଶ୍ୟକସ୍ଥଳେ ଜାତୀୟ ସେବା ପ୍ରଦାନ କରିବା;

୫। ଧର୍ମଗତ, ଭାଷାଗତ ଏବଂ ଆଞ୍ଚଳିକ କିମ୍ବା ଗୋଷ୍ଠୀଗତ ବିଭିନ୍ନତାକୁ ଅତିକ୍ରମ କରି ଭାରତର ଜନସାଧାରଣଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଐକ୍ୟ ଓ ଭ୍ରାତୃଭାବ ପ୍ରତିଷ୍ଠା କରିବା ଏବଂ ନାରୀଜାତିର ମର୍ଯ୍ୟାଦାହାନୀସୂଚକ ବ୍ୟବହାର ପରିତ୍ୟାଗ କରିବା;

୬। ଆମର ସଂସ୍କୃତିର ମୂଲ୍ୟବାନ ଐତିହ୍ୟକୁ ସମ୍ମାନ ପ୍ରଦର୍ଶନ ଓ ସଂରକ୍ଷଣ କରିବା;

୭। ଅରଣ୍ୟ, ହ୍ରଦ, ନଦୀ, ବନ୍ୟପ୍ରାଣୀ ସମେତ ପ୍ରାକୃତିକ ପରିବେଶର ସୁରକ୍ଷା ଓ ଉନ୍ନତି କରିବା ଏବଂ ଜୀବଜଗତ ପ୍ରତି ଅନୁକମ୍ପା ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିବା;

୮। ବୈଜ୍ଞାନିକ ମନୋଭାବ, ମାନବବାଦ ଏବଂ ଅନୁସନ୍ଧିତ୍ସା ଓ ସଂସ୍କାର ମନୋଭାବ ପୋଷଣ କରିବା;

୯। ସର୍ବସାଧାରଣ ସମ୍ପତ୍ତିର ସୁରକ୍ଷା କରିବା ଓ ହିଂସା ପରିତ୍ୟାଗ କରିବା;

୧୦। ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ଓ ସମଷ୍ଟିଗତ କାର୍ଯ୍ୟାବଳୀର ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଉତ୍କର୍ଷ ସାଧନ କରିବା, ଯାହାଦ୍ୱାରା ଆମ ଦେଶ ପ୍ରଚେଷ୍ଟା ଓ କୃତିତ୍ୱର ଉଚ୍ଚତର ସୋପାନକୁ ଅବିରତ ଉନ୍ନତି କରିପାରିବ;

୧୧। ମାତା ବା ପିତା ଅଭିଭାବକ, ତାଙ୍କର ଛଅ ବର୍ଷରୁ ଚଉଦ ବର୍ଷ ବୟସ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସନ୍ତାନ ବା ପାଳିତଙ୍କୁ ଶିକ୍ଷାଲାଭର ସୁଯୋଗ ଯୋଗାଇଦେବା ।

ପ୍ରଥମ ଅଧ୍ୟାୟ

ଆମ ଚତୁଃପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା ପଦାର୍ଥ

(MATTER IN OUR SURROUNDINGS)

ଆମ ଚତୁଃପାର୍ଶ୍ୱକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ, ଆମେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ବସ୍ତୁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଆକାର, ଆକୃତି ଓ ରୂପ ବିନ୍ୟାସ (texture) ଥିବାର ଦେଖିବାକୁ ପାଇବା । ଏହି ବିଶ୍ୱରେ ଥିବା ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ଯେଉଁ ଦ୍ରବ୍ୟକୁ ନେଇ ଗଢ଼ା, ତାହାକୁ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ 'ପଦାର୍ଥ' (matter) ଭାବେ ନାମକରଣ କରିଛନ୍ତି । ଆମେ ପ୍ରଶ୍ୱାସରେ ନେଉଥିବା ବାୟୁ, ଖାଉଥିବା ଖାଦ୍ୟ, ପଥର, ମେଘ, ତାରା, ଉଦ୍ଭିଦ ଓ ପଶୁପକ୍ଷୀ ଆଦି ସମସ୍ତେ ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥ । ଏପରିକି ଗୋଟିଏ ଜଳବିନ୍ଦୁ କିମ୍ବା ବାଲିର ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର କଣିକା ମଧ୍ୟ ପଦାର୍ଥ ଅଟେ । ଉପରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକଟି ଜିନିଷ ଅଥବା ଆମ ଚାରିପାଖରେ ଥିବା ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ କିଛି ସ୍ଥାନ ଅଧିକାର କରିଥାଏ । ଏହାର ମଧ୍ୟ କିଛି ବସ୍ତୁତ୍ୱ ରହିଥାଏ । ଅନ୍ୟ ଅର୍ଥରେ କହିଲେ, ପ୍ରତ୍ୟେକ ପଦାର୍ଥର ଉଭୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ଆୟତନ ଅଛି ।

ଆଦିମ କାଳରୁ ମନୁଷ୍ୟ ସର୍ବଦା ତାହାର ଚତୁଃପାର୍ଶ୍ୱକୁ ବୁଝିବା ପାଇଁ ଚେଷ୍ଟାକରି ଆସୁଅଛି । ପ୍ରାଚୀନ ଭାରତୀୟ ଦାର୍ଶନିକମାନଙ୍କ ମତରେ ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ପାଞ୍ଚଗୋଟି ମୌଳିକକୁ ନେଇ ଗଠିତ । ଏହାକୁ ପଞ୍ଚତତ୍ତ୍ୱ କୁହାଯାଏ । ସେଗୁଡ଼ିକ ହେଲା– ମାଟି (earth), ଜଳ (water), ବାୟୁ (air), ଅଗ୍ନି (fire) ଏବଂ ଆକାଶ (sky) । ସେମାନଙ୍କ ମତ ଅନୁସାରେ ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ– ସଜୀବ ବା ନିର୍ଜୀବ, ଏହି ପାଞ୍ଚଟି ମୌଳିକକୁ ନେଇ ଗଠିତ । ପ୍ରାଚୀନ ଗ୍ରୀକ୍ ଦାର୍ଶନିକମାନେ ମଧ୍ୟ ପଦାର୍ଥର ଏହି ପ୍ରକାରର ଶ୍ରେଣୀବିଭାଗ କରିଥିଲେ ।

ଆଧୁନିକ ଯୁଗର ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ସମସ୍ତ ପଦାର୍ଥକୁ ସେମାନଙ୍କର ଭୌତିକ ଧର୍ମ ଓ ରାସାୟନିକ ପ୍ରକୃତି ଅନୁସାରେ ଦୁଇ ଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ କରିଛନ୍ତି ।

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ ପଦାର୍ଥର ଭୌତିକ ଗୁଣ ସମ୍ପର୍କରେ ଜାଣିବା । ପଦାର୍ଥର ରାସାୟନିକ ଗୁଣ ବିଷୟରେ ପରବର୍ତ୍ତୀ ଅଧ୍ୟାୟମାନଙ୍କରେ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

1.1 ପଦାର୍ଥର ଭୌତିକ ପ୍ରକୃତି (Physical Nature of Matter)

1.1.1. ପଦାର୍ଥ କଣିକାକୁ ନେଇ ଗଠିତ : (Matter is made up of Particles)

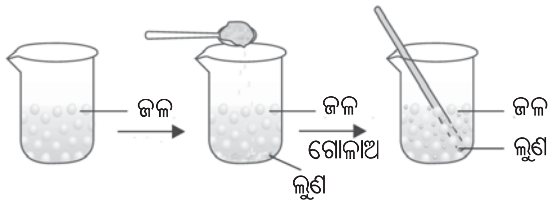
ଦୀର୍ଘକାଳ ଧରି ପଦାର୍ଥର ପ୍ରକୃତି ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଦୁଇ ପ୍ରକାର ଭିନ୍ନମତ ପ୍ରଚଳିତ ହୋଇଆସୁଥିଲା । କେତେକଙ୍କ ମତରେ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ । ଯଥା – କାଠ, କାଚ, କାଗଜ ଇତ୍ୟାଦି । ଅନ୍ୟମାନଙ୍କ ମତରେ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ କଣିକାକୁ ନେଇ ଗଠିତ, ଯେପରିକି ବାଲି ।

ଆସ ତା'ହେଲେ "ତୁମ ପାଇଁ କାମ" ମାଧ୍ୟମରେ ପଦାର୍ଥର ପ୍ରକୃତି ସମ୍ପର୍କରେ ସ୍ଥିର କରିବା – ଏହା ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ ବା କଣିକା ବିଶିଷ୍ଟ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 1.1

ଏକ 100 ମିଲି ବିକର ନିଅ । ବିକରରେ ଅଧା ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ କରି ଏହାର ଉପର ସ୍ତରକୁ ଚିହ୍ନଟ କର । କିଛି ଲୁଣ କିମ୍ବା ଚିନି ନେଇ ବିକରରେ ଥିବା ଜଳରେ ପକାଅ ଏବଂ ଏକ କାଚଦଣ୍ଡ ସାହାଯ୍ୟରେ ଗୋଳାଅ । ଲୁଣ କିମ୍ବା ଚିନି ମିଶିଲା ପରେ ଜଳ ସ୍ତରରେ କିଛି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଉଛି କି ନାହିଁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ବିକର ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଜଳରେ ଲୁଣ ବା ଚିନିର କ'ଣ ହେଲା ବୋଲି ତୁମେ ଭାବୁଛ ? ଚିନି ବା ଲୁଣ କ'ଣ କୁଆଡ଼େ ଉଭେଇଗଲା ? ଜଳସ୍ତରରେ କିଛି ପରିବର୍ତ୍ତନ ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିପାରୁଛ କି ?

ଏହି ସମସ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ପାଇଁ ଆମକୁ ମନେକରିବାକୁ ହେବ ଯେ, ପଦାର୍ଥ କଣିକାଗୁଡ଼ିକୁ ନେଇ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଚାମଚରେ ଯେଉଁ ଚିନି ବା ଲୁଣ ଥିଲା ତାହା ଜଳରେ ଚାରିଆଡ଼େ ବ୍ୟାପିଯାଇଛି । ଏହା ଚିତ୍ର 1.1ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।

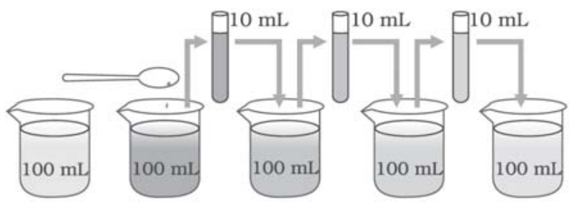


ଚିତ୍ର **1.1** ଜଳକଣା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଫାଙ୍କାସ୍ଥାନରେ ଚିନି / ଲୁଣ କଣିକାମାନେ ରହିଛନ୍ତି

1.1.2 ପଦାର୍ଥର ଏହି କଣିକାଗୁଡ଼ିକ କେତେ ଛୋଟ ! (How Small are these Particles of Matter !)

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 1.2

2-3ଟି ପୋଟାସିୟମ ପରମାଙ୍ଗାନେଟ୍ ($KMnO_4$)ର ସ୍ଫଟିକ (crystal) ନେଇ 100 ମିଲି ଜଳରେ ଦ୍ରବୀଭୂତ କର । ଏହି ଦ୍ରବଣରୁ 10 ମି.ଲି. ନେଇ 90 ମିଲି ବିଶୁଦ୍ଧ ଜଳ ସହିତ ମିଶାଅ । ଏହାଦ୍ୱାରା ଦ୍ରବଣର ଲଘୁକରଣ ହେବ । ଏହି ଦ୍ରବଣରୁ ପୁନର୍ବାର 10 ମିଲି ନେଇ ଏହାକୁ ଅନ୍ୟ 90 ମିଲି ବିଶୁଦ୍ଧ ଜଳ ସହିତ ମିଶାଅ । ଏହାଦ୍ୱାରା ଦ୍ରବଣର ଅଧିକ ଲଘୁକରଣ ହେବ । ଏହି ଦ୍ରବଣରୁ ପୁନର୍ବାର 10 ମିଲି ନେଇ ଏହାକୁ ଅନ୍ୟ 90 ମି.ଲି. ବିଶୁଦ୍ଧ ଜଳରେ ମିଶାଅ । ଏହିପରି ଭାବରେ ଉପରୋକ୍ତ ପଦ୍ଧତିକୁ ପାଞ୍ଚରୁ ଆଠ ଥର କର । ଏହାଦ୍ୱାରା ଦ୍ରବଣର ଅଧିକରୁ ଅଧିକ ଲଘୁକରଣ ହେବ । ଏହାପରେ ବି ଜଳ ରଙ୍ଗୀନ ହୋଇରହିଛି କି ?



ଚିତ୍ର **1.2** ପଦାର୍ଥର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ କେତେ ଛୋଟ !

ଉପରୋକ୍ତ ପରୀକ୍ଷା ସୂଚାଉଅଛି କି, ମାତ୍ର ଅଳ୍ପ କେତୋଟି ପୋଟାସିୟମ ପରମାଙ୍ଗନେଟ୍ ($KMnO_4$)ର ସ୍ଫଟିକ ବହୁତ ଆୟତନ ବିଶିଷ୍ଟ ଜଳକୁ ରଙ୍ଗୀନ୍ କରିପାରେ । ତେଣୁ ଆମେ ଶେଷରେ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେଲୁଯେ, ପୋଟାସିୟମ ପରମାଙ୍ଗାନେଟ୍‌ର ମାତ୍ର ଗୋଟିଏ ସ୍ଫଟିକରେ ଅସଂଖ୍ୟ କ୍ଷୁଦ୍ର କଣିକାମାନ ରହିଅଛି, ଯାହାକି ବିଭାଜିତ ହୋଇ କ୍ଷୁଦ୍ରରୁ କ୍ଷୁଦ୍ରତର କଣିକାରେ ପରିଣତ ହୋଇଥାଏ ।

ଆମେ ଏହି ପରୀକ୍ଷାଟିକୁ ପୋଟାସିୟମ୍ ପରମାଙ୍ଗାନେଟ୍ ବଦଳରେ ଡେଟଲ (2 ମିଲି) ନେଇ ମଧ୍ୟ କରିପାରିବା । ବାରମ୍ବାର ଲଘୁକରଣ (dilution) କଲେ ବି ଦ୍ରବଣରେ ଡେଟଲ୍‌ର ଉପସ୍ଥିତି ଦ୍ରବଣର ଗନ୍ଧରୁ ସହଜରେ ବାରିହେବ ।

> ପଦାର୍ଥର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଏତେ କ୍ଷୁଦ୍ର ଯେ, ତାହା ଆମେ ସହଜରେ କଳନା କରିପାରିବା ନାହିଁ । ସେମାନଙ୍କ କ୍ଷୁଦ୍ରତା ଆମ କଳ୍ପନା ବର୍ହିଭୂତ ।

1.2 ପଦାର୍ଥ କଣିକାର ଧର୍ମ / ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ (Characteristics of Particles of Matter)

1.2.1 ପଦାର୍ଥର କଣିକାମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଫାଙ୍କାସ୍ଥାନ ଅଛି : (Particles of Matter have Space between them)

ତୁମ ପାଇଁ କାମ 1.1 ଏବଂ 1.2 ରେ ଆମେ ଦେଖିଲେ ଯେ, ଚିନି, ଲୁଣ, ଡେଟଲ୍ କିମ୍ବା ପୋଟାସିୟମ୍ ପରମାଙ୍ଗାନେଟ୍‌ର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ସମଭାବରେ ବାଣ୍ଟି ହୋଇ ମିଶିଯାଉଛି । ସେହିପରି ଯେତେବେଳେ ଆମେ ଚା, କଫି କିମ୍ବା ଲେମ୍ବୁପାଣି ତିଆରି କରୁ, ଗୋଟିଏ ପ୍ରକାର ପଦାର୍ଥର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଅନ୍ୟ ପଦାର୍ଥର କଣିକା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଫାଙ୍କାସ୍ଥାନ ମଧ୍ୟରେ ରହିଯାଆନ୍ତି । ଏହା ଦର୍ଶାଉଅଛି କି, ପଦାର୍ଥର କଣିକାମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଅନେକ ଫାଙ୍କାସ୍ଥାନ ରହିଛି ।

1.2.2 ପଦାର୍ଥର କଣିକାମାନେ ଅନବରତ ଗତି କରିଥାନ୍ତି : (Particles of Matter are Continuously Moving)

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 1.3

ଗୋଟିଏ ନିଆଁ ଲାଗିନଥିବା ଧୂପକାଠି ନେଇ ଶ୍ରେଣୀଗୃହର ଗୋଟିଏ କୋଣରେ ରଖ । ଏହାର ବାସ୍ନାକୁ ବାରିବା ପାଇଁ ଧୂପକାଠିର ପାଖକୁ ଯିବାକୁ ପଡ଼ିବ ? ବର୍ତ୍ତମାନ ଧୂପକାଠିକୁ ଜଳାଅ । କ'ଣ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଲା ? ତୁମେ ଦୂରରେ ଠିଆ ହେଲେ ମଧ୍ୟ ଧୂପକାଠିର ବାସ୍ନା ବାରିପାରୁଛ କି ? ଏହି ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକୁ ଲେଖି ରଖ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 1.4

ଦୁଇଟି ଗ୍ଲାସ କିମ୍ବା ବିକର ନେଇ ତାହାକୁ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ କର । ଗୋଟିଏ ଟୋପା ନୀଳ ବା ନାଲି ରଙ୍ଗର କାଳି ଅତି ଧୀରେ ଓ ସତର୍କତାର ସହ ଗୋଟିଏ ବିକର କିମ୍ବା ଗ୍ଲାସର ଧାରରେ ପକାଅ । ମହୁ ଟୋପାଏ ନେଇ ପୂର୍ବପରି ଅନ୍ୟ ବିକର ବା ଗ୍ଲାସରେ ପକାଅ । ଘରର ଗୋଟିଏ କୋଣରେ ଏହି ଦୁଇଟି ବିକର କିମ୍ବା ଗ୍ଲାସକୁ ହଲଚଲ ନ କରି ସେମିତି ରଖିଦିଅ । କାଳି ଟୋପାଟି ପକାଇବାର ଠିକ୍ ପରେ ପରେ ତୁମେ କ'ଣ ନିରୀକ୍ଷଣ କଲ ? ସେହିପରି ମହୁ ଟୋପାଟି ମିଶାଇବା ପରେ ତୁମେ କ'ଣ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲ ? କାଳି ଟୋପାଟି ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ସମଭାବରେ ମିଶିଯିବା ପାଇଁ କେତେ ସମୟ ନେଲା ?

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 1.5

ଦୁଇଟି ଗ୍ଲାସ ନେଇ ଗୋଟିକରେ ଗରମ ଜଳ ଓ ଅନ୍ୟଟିରେ ଥଣ୍ଡା ଜଳ ଭର୍ତ୍ତି କର । କପର ସଲ୍‌ଫେଟ୍ ($CuSO_4$) କିମ୍ବା ପୋଟାସିୟମ୍ ପରମାଙ୍ଗାନେଟ୍‌ର ଗୋଟିଏ ଲେଖାଏଁ ସ୍ଫଟିକ ଉଭୟ ଗ୍ଲାସରେ ପକାଅ ମାତ୍ର ଉଭୟ ଗ୍ଲାସକୁ ଗୋଳାଅ ନାହିଁ । ସ୍ଫଟିକ ଦ୍ୱୟକୁ ଧୀରେ ଧୀରେ ଗ୍ଲାସ ଦୁଇଟିର ନିମ୍ନରେ ବସିଯିବାକୁ ଦିଅ । କଠିନ ସ୍ଫଟିକର ଉପରି ଭାଗକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ କି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବାର ତୁମେ ଦେଖୁଛ ? ସମୟାନୁସାରେ କ'ଣ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟୁଛି ? କଠିନ ଓ ତରଳର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ସମ୍ପର୍କରେ ଏହା କି ସୂଚନା ପ୍ରଦାନ କରୁଅଛି ? ସ୍ଫଟିକ ମିଳେଇ ଯିବାର ହାର ଜଳର ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରୁଛି କି ? କେଉଁ ଜଳରେ ସ୍ଫଟିକ ଶୀଘ୍ର ମିଳେଇ ଗଲା ? କାହିଁକି ଓ କିପରି ?

ଉପରୋକ୍ତ ତୁମ ପାଇଁ କାମ (1.3, 1.4 ଓ 1.5)ରୁ ଆମେ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେଲୁ ଯେ, ପଦାର୍ଥର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଅବିରତ ଗତି କରିଥାନ୍ତି । ତେଣୁ ସେମାନଙ୍କର ଗତିଜ ଶକ୍ତି (kinetic energy) ଥାଏ । ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ହେଲେ କଣିକାଗୁଡ଼ିକର ଗତି ଦ୍ରୁତତର ହୋଇଥାଏ । ଫଳରେ ତାପ ପ୍ରୟୋଗ ଯୋଗୁଁ କଣିକାଗୁଡ଼ିକର ଗତିଜ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ବୃଦ୍ଧିପାଏ ।

ଉପରୋକ୍ତ ତିନୋଟି 'ତୁମ ପାଇଁ କାମ'ରୁ ଆମେ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ କଲୁ ଯେ, ପଦାର୍ଥର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଆପେ ଆପେ ପରସ୍ପର ସହ ମିଶି ରହିଥାନ୍ତି । ଏହି ମିଶିବା ବେଳେ କଣିକା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଫାଙ୍କାସ୍ଥାନ ମଧ୍ୟରେ ଅନ୍ୟ କଣିକାମାନେ ଅବସ୍ଥାପିତ ହୋଇଯାଆନ୍ତି । ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପଦାର୍ଥର କଣିକାଗୁଡ଼ିକର ଅନ୍ତଃ ମିଶ୍ରଣକୁ ବିସରଣ (diffusion) କୁହାଯାଏ । ଆମେ ମଧ୍ୟ ଉପଲବ୍ଧି କଲେ ଯେ, ତାପ ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ବିସରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଦ୍ରୁତତର ହୋଇଥାଏ । ଏପରି କାହିଁକି ହୁଏ ?

1.2.3 ପଦାର୍ଥର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରକୁ ଆକର୍ଷଣ କରନ୍ତି : (Particles of Matter Attract Each Other)

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 1.6

ଖୋଲାପଡ଼ିଆରେ ଖେଳ ମାଧ୍ୟମରେ ଏହି କାମଟି ସମ୍ପାଦନ କରିପାରିବ । ଶ୍ରେଣୀର ସମସ୍ତ ପିଲାଙ୍କୁ ନେଇ ଚାରୋଟି ଦଳ ଗଠନ କର । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଦଳରେ ସମାନ ସଂଖ୍ୟକ ପିଲା ରହିବେ । ପ୍ରଥମ ଦଳର ପିଲାମାନେ ଆଦିବାସୀ ନାଚ ଶୈଳୀରେ ପରସ୍ପର ସହ ଛନ୍ଦାଛନ୍ଦି ହୋଇ (ପ୍ରତ୍ୟେକଙ୍କର ପଛପଟରେ ଅନ୍ୟ ଜଣଙ୍କର ହାତ ରହିବ ।) ରହିବେ ।

ଚିତ୍ର 1.3

ଦ୍ୱିତୀୟ ଦଳର ପିଲାମାନେ ପରସ୍ପର ହାତ ଧରି ଏକ ମାନବ ଶୃଙ୍ଖଳ ଗଠନ କରିବେ । ତୃତୀୟ ଦଳର ପିଲାମାନେ କେବଳ ଆଙ୍ଗୁଳିର ଟିପ ସାହାଯ୍ୟରେ ପରସ୍ପରକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରି ଛିଡ଼ାହେବେ । ଚତୁର୍ଥ ଦଳର ପିଲାମାନେ ପ୍ରଥମ ତିନୋଟି ଦଳର ପିଲାମାନଙ୍କ ଚାରିପାଖରେ ପୃଥକ୍ ପୃଥକ୍ ଭାବେ ଘୂରିବୁଲିବେ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଦଳକୁ ଭାଙ୍ଗି ଯେତେଦୂର ସମ୍ଭବ ଛୋଟ ଛୋଟ ଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ କରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା

କରିବେ । କୁହ ଦେଖି କେଉଁ ଦଳକୁ ଭାଙ୍ଗିବାକୁ ସହଜ ହେଲା ଓ କାହିଁକି ?

ଆମେ ଯଦି ପ୍ରତ୍ୟେକ ପିଲାମାନଙ୍କୁ ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ କଣିକା ବୋଲି ମନେକରିବା, ତେବେ କେଉଁ ଦଳର ପିଲାମାନେ ବା କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ସବୁଠାରୁ ଅଧିକ ବଳଦ୍ୱାରା ପରସ୍ପର ସହିତ ବାନ୍ଧି ହୋଇ ରହିଥିଲେ ?

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 1.7

ଗୋଟିଏ ଲୁହା କଣ୍ଟା, ଖଣ୍ଡିଏ ଚକ୍ ଏବଂ ଗୋଟିଏ ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡ ନିଅ । ସେଗୁଡ଼ିକୁ ବାଡ଼େଇ, କାଟି କିମ୍ବା ଟାଣି ଖଣ୍ଡ ଖଣ୍ଡ କରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟାକର । ଉପରୋକ୍ତ ତିନୋଟି ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁ ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା କଣିକାମାନ ପରସ୍ପର ସହ ଅଧିକ ବଳ ଦ୍ୱାରା ବାନ୍ଧିହୋଇ ରହିଥିଲେ ବୋଲି ତୁମେ ଭାବୁଛ ?

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 1.8

ଗୋଟିଏ ପାଣି ଟ୍ୟାପ୍ (water tap)କୁ ଖୋଲ । ସେଥିରୁ ନିର୍ଗତ ଜଳଧାରକୁ ନିଜ ଆଙ୍ଗୁଳି ସାହାଯ୍ୟରେ କାଟି କାଟି ବିଖଣ୍ଡିତ କରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କର । ଜଳଧାରକୁ ତୁମେ କାଟି କାଟି ଛୋଟ ଛୋଟ ଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ କରିପାରୁଛ ତ ? ଜଳର ସ୍ରୋତ ଏକାଠି ରହିବାର କାରଣ କ'ଣ ?

ଉପରୋକ୍ତ ତିନୋଟି 'ତୁମ ପାଇଁ କାମ' (1.6, 1.7 ଓ 1.8) ସୂଚାଉଅଛିକି, ପଦାର୍ଥର କଣିକାମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ଆକର୍ଷଣ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଛି । ଯାହା କଣିକାଗୁଡ଼ିକୁ ଏକାଠି କରି ରଖିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରିଥାଏ । ପଦାର୍ଥରେ କଣିକାମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଏହି ଆକର୍ଷଣ ବଳର ସାମର୍ଥ୍ୟ (strength) ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପଦାର୍ଥ ମଧ୍ୟରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ନିମ୍ନୋକ୍ତ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଗୁଡ଼ିକ ପଦାର୍ଥ ?

   କାଠ, ବାୟୁ, ଗନ୍ଧ, ଘୃଣା, ବାଦାମ, ଭାବନା, ଥଣ୍ଡା, ଥଣ୍ଡା ପାନୀୟ, ଅତରର ବାସ୍ନା, ଚାପ, ସଲ୍‌ଫର, ତାପମାତ୍ରା, ଅଣ୍ଡା, ଶ୍ରଦ୍ଧା ।

2. କାରଣ ଦର୍ଶାଅ ।

   ସିଝା ହୋଇଥିବା ଗରମ ଖାଦ୍ୟର ବାସ୍ନା ଦୂରରେ ଥାଇ ତୁମେ ଜାଣିପାରୁଥିବାବେଳେ ଥଣ୍ଡା ଖାଦ୍ୟର ବାସ୍ନା ଜାଣିବା ପାଇଁ ତୁମକୁ ଖାଦ୍ୟର ନିକଟକୁ କାହିଁକି ଯିବାକୁ ପଡ଼ିଥାଏ ?

3. ଜଣେ ସନ୍ତରଣକାରୀ ନଈ ବା ପୋଖରୀରେ ପହଁରିଲାବେଳେ ଜଳକୁ କାଟି କାଟି ଭାଗ କରି ପହଁରିଥାଏ । ଏହା ପଦାର୍ଥର କେଉଁ ଗୁଣକୁ ସୂଚାଉଅଛି ?

4. ପଦାର୍ଥର କଣିକାଗୁଡ଼ିକର ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ (characteristics) ଗୁଡ଼ିକୁ ଲେଖ ।

1.3 ପଦାର୍ଥର ଅବସ୍ଥା (States of Matter)

ତୁମ ଚାରିପଟେ ଥିବା ବିଭିନ୍ନ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟକର । ଏମାନେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଥାଆନ୍ତି । ଆମ ଚାରିପାଖରେ ଥିବା ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ ମୁଖ୍ୟତଃ ତିନୋଟି ଅବସ୍ଥାରେ ଥା'ନ୍ତି । ଯଥା– କଠିନ (solid), ତରଳ (liquid) ଓ ଗ୍ୟାସୀୟ (gaseous) । ପଦାର୍ଥର ଏହି ଅବସ୍ଥା ତାହା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା କଣିକାଗୁଡ଼ିକର ଗୁଣ ବା ଲକ୍ଷଣ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟରେ ଥିବା ବିଭିନ୍ନତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଆସ, ପଦାର୍ଥର ବିଭିନ୍ନ ଅବସ୍ଥାରେ ତାହାର ପ୍ରକୃତି / ସ୍ୱଭାବ ବିଷୟରେ ଜାଣିବା ।

1.3.1 କଠିନ ଅବସ୍ଥା (Solid State) :

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 1.9

ଇଟା, କଲମ, ବହି, ହାତୁଡ଼ି, କାଠବାଡ଼ି, ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ୍ ସ୍କେଲ – ପ୍ରତ୍ୟେକରୁ ଗୋଟିଏ ଲେଖାଏଁ ସଂଗ୍ରହ କର । ପେନ୍‌ସିଲ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ଉପରୋକ୍ତ ଜିନିଷଗୁଡ଼ିକର ଆକୃତି ତୁମ ଖାତାରେ ଅଙ୍କନ କର । ଏହିସବୁ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକର କ'ଣ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆକାର, ପରିସୀମା ଓ ଆୟତନ ଅଛି କି ? ଏଗୁଡ଼ିକୁ ପିଟିଲେ, ଟାଣିଲେ କିମ୍ବା ଫୋପାଡ଼ିଲେ କ'ଣ ହେବ ? ସେମାନେ କ'ଣ ପରସ୍ପର ମଧ୍ୟରେ ବିସରିତ ହେବା ପାଇଁ ସମର୍ଥ ? ଏଗୁଡ଼ିକୁ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ସଙ୍କୁଚିତ କରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କର । ଏଗୁଡ଼ିକୁ ସଙ୍କୁଚିତ କରିବାରେ ତୁମେ ସଫଳ ହେଲ କି ?

ଉପରୋକ୍ତ ପ୍ରତ୍ୟେକଟି ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ କଠିନ ପଦାର୍ଥର ଉଦାହରଣ । ଆମେ ଦେଖିଲୁ ଯେ, କଠିନ ପଦାର୍ଥର

ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆକାର, ଆକୃତି ଓ ଆୟତନ ଥାଏ । ଏଗୁଡ଼ିକର ଖୁବ୍ କମ୍ ସଙ୍କୋଚନ ହୋଇଥାଏ । କଠିନ ପଦାର୍ଥ ସର୍ବଦା ନିଜର ଆକାର ବଜାୟ ରଖିଥାଏ । ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି କଠିନ ପଦାର୍ଥକୁ ଭଙ୍ଗାଯାଇପାରେ, ହେଲେ ଏହାର ଆକାର ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିବା କଷ୍ଟକର । ତେଣୁ ଏଗୁଡ଼ିକ କଠିନ ଅଟନ୍ତି ।

ନିମ୍ନ ପ୍ରଦତ୍ତକୁ ବିଚାର କର :-

(a) ଏକ ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡକୁ ଟାଣିବା ଦ୍ୱାରା ତାହା କ'ଣ ନିଜ ଆକାର ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିପାରେ ? ଏହା କ'ଣ ଏକ କଠିନ ପଦାର୍ଥ ?

(b) ଲୁଣ ଓ ଚିନିକୁ ଯେତେବେଳେ ଆମେ ବିଭିନ୍ନ ଆକାରର ଜାର୍ ମଧ୍ୟରେ ରଖୁ, ସେହି ଲୁଣ ବା ଚିନି ସମୂହ ଜାର୍ ଆକାର ଧାରଣ କରେ । ଏଗୁଡ଼ିକ କ'ଣ କଠିନ ପଦାର୍ଥ ?

(c) ସ୍ପଞ୍ଜ ଯଦିଓ କଠିନ ଅଟେ ତଥାପି ଆମେ ଏହାକୁ ସହଜରେ ଚିପି ସଙ୍କୁଚିତ କରିପାରୁ କାହିଁକି ?

ଉପରୋକ୍ତ ସମସ୍ତ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ କଠିନ ଅଟନ୍ତି, କାରଣ,

(a) ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡରେ ଟଣାବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ଏହାର ଆକାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୋଇଥାଏ । କିନ୍ତୁ ବଳ ଅପସାରଣ କଲେ ଏହା ପୁନର୍ବାର ପୂର୍ବାବସ୍ଥାକୁ ଫେରିଆସେ । ଯଦି ଅଧିକ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ, ତେବେ ଏହା ଛିଣ୍ଡିଯାଏ ।

(b) ପ୍ରତ୍ୟେକ ଲୁଣ ବା ଚିନି କଣିକାର ଆକାର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅଟେ । ଆମେ ତାହାକୁ ହାତରେ, ପ୍ଲେଟରେ କିମ୍ବା ବିଭିନ୍ନ ଆକୃତିର ଜାର୍‌ରେ ରଖିଲେ ମଧ୍ୟ ସେମାନଙ୍କର କଣିକାର ଆକାର ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରୁହେ ।

(c) ସ୍ପଞ୍ଜରେ ଅନେକ କ୍ଷୁଦ୍ର ଛିଦ୍ର ରହିଛି । ଯାହା ମଧ୍ୟରେ ବାୟୁ ଭରି ରହିଥାଏ । ଯେତେବେଳେ ଆମେ ସ୍ପଞ୍ଜକୁ ଚାପୁ ସେତେବେଳେ ତାହାର ଛିଦ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବାୟୁ ବାହାରି ଆସେ । ତେଣୁ ଏହାକୁ ସହଜରେ ସଙ୍କୁଚିତ କରିବା ସମ୍ଭବପର ହୋଇଥାଏ ।

1.3.2 ତରଳ ଅବସ୍ଥା (The Liquid State) :

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 1.10

ଜଳ, ସୋରିଷତେଲ, କ୍ଷୀର, ସରବତ, ଜୁସ୍ ଓ ଥଣ୍ଡାପାନୀୟ ସଂଗ୍ରହ କର । ବିଭିନ୍ନ ଆକୃତିର ପାତ୍ର ନିଅ । ମାପ ସିଲିଣ୍ଡର ବ୍ୟବହାର କରି ନେଇଥିବା ପାତ୍ରମାନଙ୍କରେ 50 ମିଲି ସ୍ଥାନରେ ଦାଗ ଦିଅ । ଏହି ତରଳଗୁଡ଼ିକ ଚଟାଣରେ ଢାଳି ହୋଇଗଲେ କ'ଣ ହେବ ? 50 ମିଲି ମାପର ଯେ କୌଣସି ତରଳ ନେଇ ବିଭିନ୍ନ ଆକୃତିର ଅଲଗା ଅଲଗା ପାତ୍ରରେ ଢାଳ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାତ୍ରରେ ତରଳର ଆୟତନ ସମାନ ରହୁଛି କି ? ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାତ୍ରରେ ତରଳର ଆକୃତି କ'ଣ ସମାନ ଅଛି, ଏହା ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ତରଳକୁ ଗୋଟିଏ ପାତ୍ରରୁ ଅନ୍ୟ ପାତ୍ର ମଧ୍ୟକୁ ଢାଳିଲେ, ଏହା କ'ଣ ସହଜରେ ବୋହିଯାଏ ?

ଆମେ ନିରୀକ୍ଷଣ କଲୁ ଯେ, ତରଳ ପଦାର୍ଥର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆକାର ନାହିଁ, କିନ୍ତୁ ଏହାର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆୟତନ ରହିଛି । ଏହା ଯେଉଁ ପାତ୍ରରେ ରହେ, ତାହାର ଆକାର ଧାରଣ କରିଥାଏ । ତରଳ ପ୍ରବାହିତ ହୋଇଥାଏ ଓ ଆକାର ମଧ୍ୟ ବଦଳାଇଥାଏ, ତେଣୁ ଏହା କଠିନ ପଦାର୍ଥ ପରି ଦୃଢ଼ ନୁହେଁ । ଏହା ସହଜରେ ବହିଯାଇପାରେ ବୋଲି ତରଳ ପଦାର୍ଥକୁ ପ୍ରବହ (fluid) ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ 1.4 ଏବଂ 1.5କୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଆମେ ଦେଖିବା ଯେ, କଠିନ ଓ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ତରଳ ମଧ୍ୟରେ ବିସରିତ ହୋଇଥାଏ । ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଗ୍ୟାସଗୁଡ଼ିକ ଜଳରେ ବିସରିତ ଓ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହୋଇଥାନ୍ତି । ଏହି ଗ୍ୟାସଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରୁ ମୁଖ୍ୟତଃ କାର୍ବନଡାଇଅକ୍‌ସାଇଡ୍ ଓ ଅକ୍‌ସିଜେନ ଜଳୀୟ ପ୍ରାଣୀ ଓ ଉଦ୍ଭିଦମାନଙ୍କର ବଞ୍ଚିରହିବା ପାଇଁ ଅତ୍ୟାବଶ୍ୟକ ହୋଇଥାଏ ।

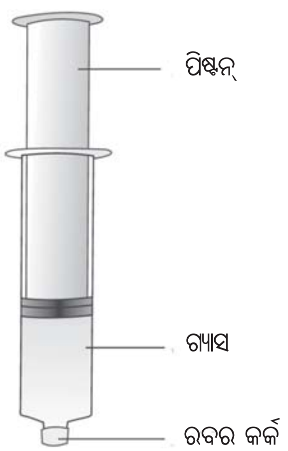
ଅକ୍‌ସିଜେନ ଜୀବଜଗତର ଶ୍ୱାସକ୍ରିୟାରେ ଦରକାର ହୋଇଥାଏ । ଜଳଚର ପ୍ରାଣୀମାନେ ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ଦ୍ରବୀଭୂତ ଅକ୍‌ସିଜେନକୁ ସେମାନଙ୍କ ପ୍ରଶ୍ୱାସରେ ଗ୍ରହଣ କରିଥାନ୍ତି । ଆମେ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେଲୁ ଯେ, କଠିନ, ତରଳ ଓ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥ ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ବିସରିତ ହୋଇପାରେ । ବିସରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟାର ହାର କଠିନ ଅପେକ୍ଷା ତରଳ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅଧିକ ଅଟେ । କାରଣ କଠିନ ତୁଳନାରେ ତରଳର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ଅଧିକ ଫାଙ୍କାସ୍ଥାନ ଥାଏ ଓ ସେମାନେ ସହଜରେ ଗତି କରିପାରନ୍ତି ।

1.3.3 ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥା (The Gaseous State) :

ଜଣେ ବେଲୁନ୍ ବିକାଳୀ ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ୍ ସିଲିଣ୍ଡରରୁ ଅନେକଗୁଡ଼ିଏ ବେଲୁନ୍‌ରେ ଗ୍ୟାସ୍ ଭର୍ତ୍ତି କରିବାର ତୁମେ କେବେ ନିରୀକ୍ଷଣ କରିଛ କି ? ତୁମେ ତାଙ୍କ ଠାରୁ ଜାଣିବାକୁ ଚେଷ୍ଟାକର ଯେ, ଗୋଟିଏ ଗ୍ୟାସ ସିଲିଣ୍ଡର ସାହାଯ୍ୟରେ କେତୋଟି ବେଲୁନ୍‌ରେ ଗ୍ୟାସ୍ ଭର୍ତ୍ତି ହୋଇପାରିବ ? ସେହି ସିଲିଣ୍ଡର ମଧ୍ୟରେ କେଉଁ ଗ୍ୟାସ ରହିଛି, ତୁମେ ତାଙ୍କଠାରୁ ଜାଣିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କର ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 1.11

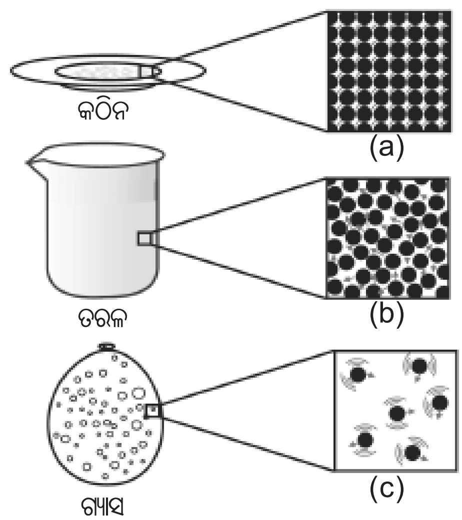
ତିନୋଟି 100 ମିଲି ସିରିଞ୍ଜ୍ ନିଅ । 1.4 ଚିତ୍ରରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ଏହାର ମୁହଁଗୁଡ଼ିକୁ ରବର କର୍କ ଦ୍ୱାରା ବନ୍ଦ କରିଦିଅ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ସିରିଞ୍ଜ୍ ମଧ୍ୟରୁ ପିଷ୍ଟନଗୁଡ଼ିକୁ କାଢ଼ିଦିଅ । ଗୋଟିଏ ସିରିଞ୍ଜକୁ ଛାଡ଼ି ଦ୍ୱିତୀୟ ସିରିଞ୍ଜରେ ପାଣି ଓ ତୃତୀୟ ସିରିଞ୍ଜରେ ଖଣ୍ଡିଏ ଚକ ଭର୍ତ୍ତି କର । ପିଷ୍ଟନ୍‌କୁ ସହଜରେ ସିରିଞ୍ଜ ଉପରେ ପୂରାଇବା ପାଇଁ ପିଷ୍ଟନ ଉପରେ କିଛି ଭେସ୍‌ଲିନ୍ ଲଗାଇ ଦିଅ । ବର୍ତ୍ତମାନ ପ୍ରତ୍ୟେକ ସିରିଞ୍ଜ ଭିତରେ ଥିବା ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକୁ ସଙ୍କୁଚିତ କରିବା ନିମନ୍ତେ ପିଷ୍ଟନଗୁଡ଼ିକୁ ସିରିଞ୍ଜରେ ପୂରାଇ ଚାପ । କ'ଣ ଦେଖିଲ ? କେଉଁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପିଷ୍ଟନ୍‌ଟି ସହଜରେ ଭିତରକୁ ଚାଲିଗଲା ? ତୁମେ ଏହି ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା କେଉଁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେଲ ?



ଚିତ୍ର **1.4**

ପରୀକ୍ଷାରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ, ଚାପ ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ କଠିନ ଓ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ତୁଳନାରେ ସହଜରେ ଅଧିକ ସଙ୍କୁଚିତ ହୋଇଥାନ୍ତି । ରୋଷେଇ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ତରଳୀକୃତ ପେଟ୍ରୋଲିୟମ୍ ଗ୍ୟାସ (LPG) ଏବଂ ଡାକ୍ତରଖାନାରେ ରୋଗୀମାନଙ୍କୁ ଯୋଗାଇ ଦିଆଯାଉଥିବା ଅକ୍‌ସିଜେନ୍ ସିଲିଣ୍ଡରରେ ଅକ୍‌ସିଜେନ୍ ଗ୍ୟାସ ସଂପୀଡ଼ିତ ଗ୍ୟାସ ଅଟେ । କାର, ଅଟୋରିକ୍ସା ଆଦି ଯାନରେ ଆଜିକାଲି ସଂପୀଡ଼ିତ ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ (Compressed Natural Gas - CNG) କୁ ଇନ୍ଧନ ରୂପେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଉଛି । ଗ୍ୟାସର ଅଧିକ ସଂପୀଡ଼ନ ସମ୍ଭବ ହୋଇପାରୁଥିବା ଯୋଗୁଁ ଅଧିକ ପରିମାଣର ଗ୍ୟାସକୁ ଚାପ ପ୍ରୟୋଗ କରି ସଂପୀଡ଼ିତ କରି ଛୋଟ ଛୋଟ ସିଲିଣ୍ଡରରେ ଭର୍ତ୍ତି କରାଯାଇପାରୁଛି, ଯାହାକୁ କି ସହଜରେ ନେବା ଆଣିବାରେ ବିଶେଷ ସୁବିଧା ହୋଇଥାଏ ।

ରୋଷେଇ ଘର ଭିତରକୁ ନ ଯାଇ ରୋଷେଇ ଘରେ କ'ଣ ରନ୍ଧା ହେଉଛି ତାହାର ବାସ୍ନା ଆମେ ଘର ବାହାରେ ଥାଇ କହିପାରିବା । ଏହି ବାସ୍ନା ଆମ ପାଖକୁ କିପରି ଆସିଲା ? ଯଦିଓ ଖାଦ୍ୟ ଆମଠାରୁ ଦୂରରେ ଥାଏ, ଏହାର ବାସ୍ନାର ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ବାୟୁର ଅଣୁମାନଙ୍କ ସହିତ ମିଶି ଗତିକରି ଚାରିଆଡ଼େ ବ୍ୟାପିଯାଏ । ଗରମ ଖାଦ୍ୟର ବାସ୍ନା ଆମ ପାଖରେ ଅତି ଶୀଘ୍ର କେତୋଟି ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ପହଞ୍ଚିଯାଏ, କାରଣ କଠିନ ଓ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ବିସରଣ ହାରଠାରୁ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥର ବିସରଣହାର ଯଥେଷ୍ଟ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ । ଗ୍ୟାସର ଅଣୁମାନଙ୍କ ଦ୍ରୁତ ବେଗ ଓ ଅଣୁମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଅଧିକ ଫାଙ୍କାସ୍ଥାନ ଯୋଗୁ ଗ୍ୟାସର ବିସରଣ ଅନ୍ୟ ଗ୍ୟାସମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଅତି ଶୀଘ୍ର ହୋଇଥାଏ ।



ଚିତ୍ର **1.5** ପଦାର୍ଥର ତିନୋଟି ଅବସ୍ଥାର ପରିବର୍ଦ୍ଧିତ ଚିତ୍ର

ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ଦ୍ରୁତ ବେଗରେ ଏଣେତେଣେ ଅନିୟମିତ ଭାବେ ଘୂରିବୁଲନ୍ତି । ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ଏହି ଗତିଯୋଗୁଁ ସେମାନେ ନିଜ ନିଜ ମଧ୍ୟରେ ଓ ଧାରକପାତ୍ରର କାନ୍ଥରେ ବାଡ଼େଇ ହୁଅନ୍ତି ଓ କାନ୍ଥ ଉପରେ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରନ୍ତି । **ଗ୍ୟାସୀୟ ଅଣୁମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଧାରକ କାନ୍ଥର ପ୍ରତି ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ବଳକୁ ଗ୍ୟାସର ଚାପ କୁହାଯାଏ ।**

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. କୌଣସି ବସ୍ତୁର ଏକକ ଆୟତନରେ ଥିବା ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ସେହି ବସ୍ତୁର ସାନ୍ଦ୍ରତା (density) କୁହାଯାଏ ।

$$\left(\text{ସାନ୍ଦ୍ରତା} = \frac{\text{ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{\text{ଆୟତନ}} \right)$$

ନିମ୍ନଲିଖିତଗୁଡ଼ିକୁ ସାନ୍ଦ୍ରତାର ବର୍ଦ୍ଧିତ କ୍ରମରେ ସଜାଅ । ବାୟୁ, ଚିମିନିରୁ ନିର୍ଗତ ଧୂଆଁ, ମହୁ, ଜଳ, ଚକ୍, ତୁଳା ଏବଂ ଲୁହା ।

2. (a) ପଦାର୍ଥର ବିଭିନ୍ନ ଅବସ୍ଥାର ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟଗୁଡ଼ିକୁ ସାରଣୀ କରି ସୂଚିତ କର ।

   (b) ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ଟିପ୍ପଣୀ ପ୍ରଦାନ କର ।

   ଦୃଢ଼ତା, ସଂପୀଡ଼୍ୟତା, ପ୍ରବହତା, ଗ୍ୟାସ ଟାଙ୍କିରେ ଗ୍ୟାସ ଭର୍ତ୍ତି ହେବା ପ୍ରକ୍ରିୟା, ଗତିଜ ଶକ୍ତି ଓ ସାନ୍ଦ୍ରତା ।

3. କାରଣ ଦର୍ଶାଅ ।

   (a) ଗ୍ୟାସକୁ ଏକ ଆଧାର ପାତ୍ରରେ ରଖିଲେ, ତାହା ସେହି ପାତ୍ରରେ ବ୍ୟାପିଯାଇ ପାତ୍ର ମଧ୍ୟସ୍ଥ ସ୍ଥାନକୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ଅଧିକାର କରି ରହେ ।

   (b) ଗୋଟିଏ କାଠ ନିର୍ମିତ ଟେବୁଲକୁ କଠିନ ପଦାର୍ଥ ବୋଲି କୁହାଯାଏ ।

   (c) ଆମେ ସହଜରେ ନିଜ ହାତକୁ ବାୟୁ ମଧ୍ୟରେ ଗତିଶୀଳ କରାଇପାରିବା, କିନ୍ତୁ କାଠପଟା ମଧ୍ୟରେ ଏହି ପ୍ରକାର କରିପାରିବା ନାହିଁ ।

   (d) କଠିନ ତୁଳନାରେ ତରଳ ଅପେକ୍ଷାକୃତ କମ୍ ସାନ୍ଦ୍ରତା ବିଶିଷ୍ଟ ହୋଇଥାଏ, ମାତ୍ର ବରଫ ଜଳରେ ଭାସେ, କାହିଁକି ?

1.4 ପଦାର୍ଥ ତାହାର ଅବସ୍ଥାର ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିପାରେ କି ?

(Can Matter Change its State ?)

ପଦାର୍ଥର ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ । ଆମେ ସମସ୍ତେ ଜାଣିଛେ ଯେ, ଜଳ ତିନୋଟି ଅବସ୍ଥାରେ ରହିପାରେ ।

- କଠିନ ରୂପରେ – ବରଫ
- ତରଳ ରୂପରେ – ଜଳ
- ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ – ଜଳୀୟବାଷ୍ପ / ବାମ୍ଫ ।

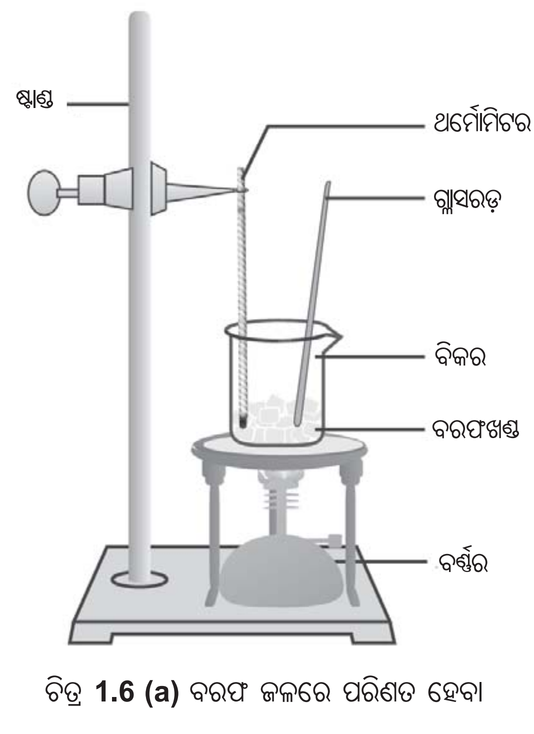
ଅବସ୍ଥା ପରିବର୍ତ୍ତନ ବେଳେ ପଦାର୍ଥର ଆଭ୍ୟନ୍ତରରେ କ'ଣ ଘଟିଥାଏ ? ପଦାର୍ଥର ଅବସ୍ଥାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ବେଳେ ତାହାର ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର କ'ଣ ହୁଏ ? ଆମକୁ ଏଗୁଡ଼ିକର ଉତ୍ତର ଜାଣିବାକୁ ହେବ ।

1.4.1 ତାପମାତ୍ରା ପରିବର୍ତ୍ତନର ପ୍ରଭାବ :

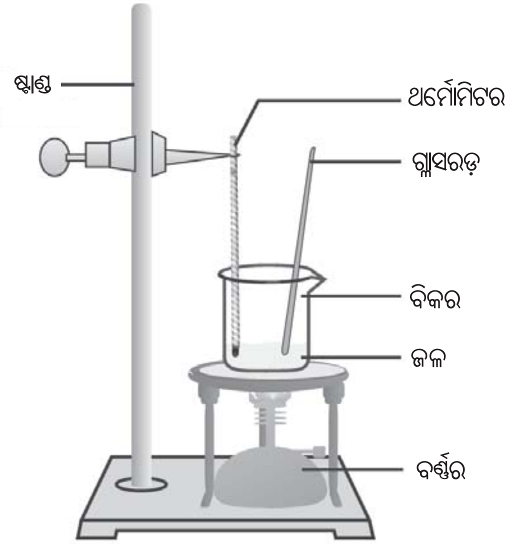
(Effect of Change of Temperature)

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 1.12

150 ଗ୍ରାମ ଓଜନର ଏକ ବରଫଖଣ୍ଡକୁ ଗୋଟିଏ ବିକରରେ ନେଇ ଏହା ମଧ୍ୟରେ ଥର୍ମୋମିଟରକୁ ଏପରି ଭାବରେ ରଖ ଯେପରିକି ଥର୍ମୋମିଟରରେ ପାରଦ ରହିଥିବା ବଲ୍‌ବ ବରଫର ସଂସ୍ପର୍ଶରେ (ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ) ଆସୁଥିବ ।



ଚିତ୍ର **1.6 (a)** ବରଫ ଜଳରେ ପରିଣତ ହେବା



ଚିତ୍ର **1.6 (b)** ଜଳ ଜଳୀୟବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହେବା

ଅଳ୍ପ ଶିଖାଦ୍ୱାରା ବିକରକୁ ଗରମ କର । ଏହାଦ୍ୱାରା ବରଫର ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିବ । ଯେଉଁ ତାପମାତ୍ରାରେ ବରଫ ତରଳିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରିବ ତାହା ଥର୍ମୋମିଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ମାପି ଟିପି ରଖ । ଯେଉଁ ତାପମାତ୍ରାରେ ବରଫ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବେ ତରଳି ଜଳରେ ରୂପାନ୍ତରିତ ହେଲା, ତାହାକୁ ମଧ୍ୟ ମାପ ଓ ଟିପି କରି ରଖ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଗୋଟିଏ ଗ୍ଲାସ ରଡ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ଜଳକୁ ଗୋଳାଇ ଗୋଳାଇ ତାହା ଫୁଟିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗରମ କରିଚାଲ । ଜଳ ଫୁଟିଲେ ତାହା ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହେବାକୁ ଆରମ୍ଭ ହୁଏ । ଅଧିକାଂଶ ଜଳ ବାଷ୍ପୀଭୂତ ହେଲା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଥର୍ମୋମିଟରରେ ସୂଚିତ ତାପମାତ୍ରାକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରୁଥାଅ । ଜଳ ତରଳ ଅବସ୍ଥାରୁ ବାଷ୍ପୀୟ ଅବସ୍ଥାକୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଲାବେଳେ ଥର୍ମୋମିଟର ସୂଚିତ କରୁଥିବା ତାପମାତ୍ରାକୁ ନିରୀକ୍ଷଣ କର ଓ ଟିପି ରଖ ।

କଠିନର ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ାଇଲେ, ଏହାର ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ଗତିଜ ଶକ୍ତି ବୃଦ୍ଧି ପାଇଥାଏ । ଗତିଜ ଶକ୍ତିର ବୃଦ୍ଧି ଯୋଗୁଁ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ଅଧିକ ବେଗରେ ଦୋଳାୟମାନ ହେବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରନ୍ତି । ତାପ ପ୍ରୟୋଗ ହେଲେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ତାପ ଶକ୍ତି ଅବଶୋଷଣ କରି ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳର ସୀମାକୁ ଟପିଯାଇଥାନ୍ତି ଓ ଅଧିକ ଗତିଶୀଳ ହୁଅନ୍ତି । ଏହି କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ସେମାନଙ୍କର ସ୍ଥିର ସ୍ଥାନ ପରିତ୍ୟାଗ କରି ଅଧିକ ବେଗରେ ମୁକ୍ତଭାବରେ ଗତି କରନ୍ତି । ଏପରି ଏକ ଅବସ୍ଥା ଆସି ପହଞ୍ଚିଯାଏ, ଯେତେବେଳେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଦୂରେଇ ଯାଆନ୍ତି, କଠିନ ତରଳିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ ଓ ତରଳରେ ପରିଣତ ହୁଏ । **ଯେଉଁ ତାପମାତ୍ରାରେ ଏକ କଠିନ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଚାପରେ ତରଳି ଏକ ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ପରିଣତ ହୁଏ, ତାହାକୁ ସେହି କଠିନ ପଦାର୍ଥର ଗଳନାଙ୍କ (melting point) କୁହାଯାଏ ।**

ଗୋଟିଏ କଠିନର ଗଳନାଙ୍କ, ଏହା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା କଣିକାମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ରହିଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳର ସାମର୍ଥ୍ୟର ସୂଚନା ଦିଏ ।

ବରଫର ଗଳନାଙ୍କ (melting point) 273.16K । **ପଦାର୍ଥ କଠିନ ଅବସ୍ଥାରୁ ତରଳ ଅବସ୍ଥାକୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଉଥିବା ପ୍ରକ୍ରିୟା ଅର୍ଥାତ୍ ପଦାର୍ଥର ତରଳିବା ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ବିଗଳନ ବା ତରଳନ (fusion) କୁହାଯାଏ ।**

ଯେତେବେଳେ ତାପ ପ୍ରଦାନ ଯୋଗୁ କୌଣସି ପଦାର୍ଥ ତରଳିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ, ସେତେବେଳେ ତାହାର ତାପମାତ୍ରା ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହେ । ତା'ହେଲେ ସେହି ତାପଶକ୍ତି କୁଆଡ଼େ ଯାଏ ?

ବରଫ ତରଳିବା ପରୀକ୍ଷଣ ଚାଲିଥିବା ସମୟରେ ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ ଯେ ଗଳନାଙ୍କରେ ପହଞ୍ଚିବାପରେ ସବୁ ବରଫ ନତରଳିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାହାର ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ନାହିଁ । ଆମେ ବିକରଟିକୁ ଗରମ କରିବାପାଇଁ ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ ଭାବେ ତାପ ପ୍ରଦାନ କରିବା ସତ୍ତ୍ୱେ ବି ଏହାହିଁ ଘଟିଥାଏ । ଏହି ତାପ କଣିକା-କଣିକାମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳର ବନ୍ଧନକୁ ଟପି କେବଳ ଅବସ୍ଥା ପରିବର୍ତ୍ତନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ନିୟୋଜିତ ହୁଏ । ଅବସ୍ଥାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଚାଲିଥିଲା ସମୟରେ ଆମେ ଯୋଗାଉଥିବା ତାପ ଶକ୍ତି, ବରଫ ଦ୍ୱାରା ଶୋଷିତ ହୋଇଯାଇ କେବଳ ବରଫକୁ ତରଳାଇବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ ମାତ୍ର ତାପମାତ୍ରାରେ କୌଣସି ବୃଦ୍ଧି କରାଏନାହିଁ । ସତେ ଯେମିତି ଏହି ତାପ ବରଫ ଭିତରେ ଲୁଚିଯାଏ । ତେଣୁ ଅବସ୍ଥା ପରିବର୍ତ୍ତନବେଳେ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ତାପକୁ ଗୁପ୍ତତାପ (latent heat) କୁହାଯାଏ । ଏଠାରେ "ଗୁପ୍ତ" ଶବ୍ଦ ଅର୍ଥ ଲୁକାୟିତ । ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଚାପରେ **1 କିଗ୍ରାର ଏକ କଠିନ ପଦାର୍ଥକୁ ତା'ର ଗଳନାଙ୍କ ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳରେ ପରିଣତ କରିବାକୁ ଯେତିକି ପରିମାଣର ତାପଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ, ତାହାକୁ ସେହି ପଦାର୍ଥର ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପ (latent heat of**

fusion) କୁହାଯାଏ । (0⁰C ବା 273K)ରେ ରହିଥିବା ଜଳର କଣିକାମାନଙ୍କର ଶକ୍ତି ସେହି ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ବରଫ କଣିକାମାନଙ୍କ ଶକ୍ତି ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ।

ଆମେ ଯେତେବେଳେ ଜଳମଧ୍ୟକୁ ତାପଶକ୍ତି ଯୋଗାଇଥାଉ, ଜଳ ମଧ୍ୟସ୍ଥ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଅଧିକ ଶକ୍ତି ହାସଲ କରି ଅଧିକ ବେଗରେ ଗତି କରନ୍ତି । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ପହଞ୍ଚିଲା ପରେ ସେହି କଣିକାମାନଙ୍କର ଯଥେଷ୍ଟ ଶକ୍ତି ହୋଇଯାଇଥାଏ ଯାହା ଫଳରେ ସେମାନେ ପରସ୍ପର ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳର ବନ୍ଧନରୁ ମୁକ୍ତ ହୋଇ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଦୂରେଇ ଯାଆନ୍ତି । ଏହି ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳ, ବାଷ୍ପ ବା ଗ୍ୟାସରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ । **ଯେଉଁ ତାପମାତ୍ରାରେ ଏକ ତରଳ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଚାପରେ ଫୁଟିବା ଆରମ୍ଭ କରେ ତାହାକୁ ସେହି ତରଳର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ କୁହାଯାଏ ।** ଫୁଟିବା (boiling) ଏକ ସାମଗ୍ରିକ ପରିଘଟଣା (bulk phenomenon) । ତରଳର ସମସ୍ତ ଅଂଶର କଣିକାମାନେ ଯଥେଷ୍ଟ ଶକ୍ତି ହାସଲ କରି ଫୁଟିବା ସମୟରେ ବାଷ୍ପୀୟ ଅବସ୍ଥାକୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଆନ୍ତି ।

ଜଳର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ତାପମାତ୍ରା ହେଉଛି 100⁰C ବା 373K [100⁰C = (273 + 100)K = 373K] ବାଷ୍ପୀଭବନର ଗୁପ୍ତତାପକୁ (latent heat of vapourisation) ତୁମେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିପାରିବ କି ? ଗଳନର ଗୁପ୍ତତାପକୁ ତୁମେ ଯେପରି ଭାବେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରିଛ ଠିକ୍ ସେହିପରି ଭାବେ ଏହାର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କର । 373K (100⁰C)ରେ ଥିବା ବାଷ୍ପର କଣିକାମାନେ ସେହି ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ଜଳର କଣିକାମାନଙ୍କ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ଶକ୍ତି ବହନ କରିଥାଆନ୍ତି । ଏହାର କାରଣ ହେଲା, ବାଷ୍ପର କଣିକାମାନେ ବାଷ୍ପୀଭବନ ଗୁପ୍ତତାପ ରୂପରେ ଅଧିକ ଶକ୍ତି ଶୋଷଣ କରିଥାନ୍ତି ।

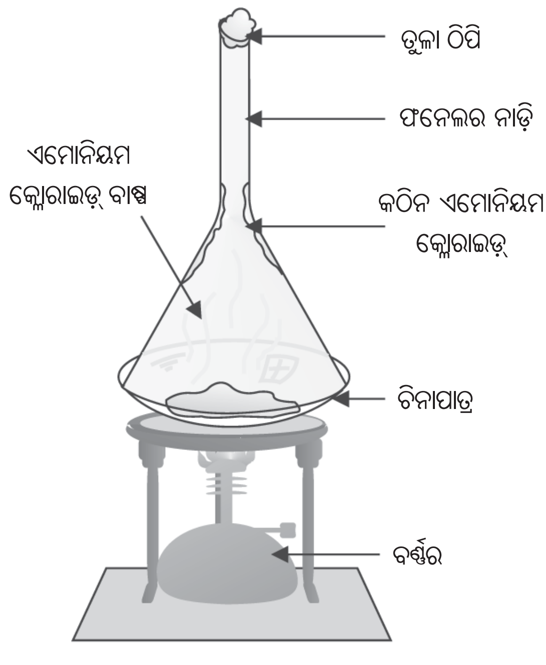
ଏହି ସବୁ ଆଲୋଚନା ପରେ ଆମେ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେଲୁଯେ ତାପମାତ୍ରାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଦ୍ୱାରା ପଦାର୍ଥର ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୋଇପାରିବ ଅର୍ଥାତ୍ ପଦାର୍ଥ ଗୋଟିଏ ଅବସ୍ଥାରୁ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଅବସ୍ଥାକୁ ଯାଇପାରିବ ।

କଠିନ ଅବସ୍ଥା ⇄ (ତାପ / ଥଣ୍ଡା) ତରଳଅବସ୍ଥା ⇄ (ତାପ / ଥଣ୍ଡା) ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥା

ଆମେ ଏହା ଶିଖିଲୁ ଯେ, ଆମ ଚାରିପଟେ ଥିବା ବିଭିନ୍ନ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ ତାପ ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ଅବସ୍ଥା ପରିବର୍ତ୍ତନ କରି କଠିନରୁ ତରଳ ଓ ତରଳରୁ ଗ୍ୟାସୀୟକୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଆନ୍ତି । କିନ୍ତୁ ଏପରି କେତେକ ପଦାର୍ଥ ଅଛନ୍ତି ଯେଉଁମାନେ କଠିନ ଅବସ୍ଥାରୁ ତରଳ ଅବସ୍ଥାକୁ ନ ଯାଇ ସିଧାସଳଖ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥାକୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଆନ୍ତି ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 1.13

କିଛି ପରିମାଣର କର୍ପୂର କିମ୍ବା ଏମୋନିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ନିଅ । ଏହାକୁ ଗୁଣ୍ଡକରି ଏକ ଚିନାମାଟିର ପାତ୍ରରେ ରଖ । ଏକ କାଚ ଫନେଲକୁ ଚିନାମାଟିର ପାତ୍ର ଉପରେ ଓଲଟାଇ



ଚିତ୍ର **1.7** ଏମୋନିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ଼ର ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନ

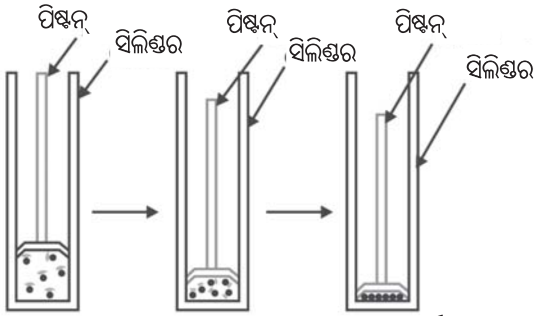
(ଚିତ୍ର ସଦୃଶ) ରଖ । ଫନେଲ୍ ନାଡ଼ିର ଅଗ୍ରଭାଗରେ ତୁଳା ଠିପି ଦିଅ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଏହାକୁ ଧୀରେ ଧୀରେ ଗରମ କର ଓ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ଉକ୍ତ ପରୀକ୍ଷାରୁ ତୁମେ କ'ଣ ଅନୁଧ୍ୟାନ କଲ ?

ଯେଉଁ ଅବସ୍ଥା ପରିବର୍ତ୍ତନରେ କଠିନ ତରଳ ଅବସ୍ଥାକୁ ନ ଯାଇ ସିଧାସଳଖ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥାକୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ ଏବଂ ସଂଯୁକ୍ତି ନ ବଦଳାଇ ଗ୍ୟାସ୍‌ରୁ କଠିନ ଅବସ୍ଥାକୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ ତାହାକୁ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନ (sublimation) କୁହାଯାଏ ।

1.4.2 ଚାପ ପରିବର୍ତ୍ତନର ପ୍ରଭାବ :
(Effect of Change of Pressure)

ଆମେ ପୂର୍ବରୁ ପଢ଼ିଛେ ଯେ, ପଦାର୍ଥର ଅଣୁମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଲେ ଏହାର ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୋଇଥାଏ । ଏକ ଗ୍ୟାସକୁ ଗୋଟିଏ ସିଲିଣ୍ଡର ମଧ୍ୟରେ ରଖି ଏହା ଉପରେ ଚାପ ପ୍ରୟୋଗ କରି ସଙ୍କୁଚିତ କଲେ ଏହାର କ'ଣ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିବ ? ଏଥିରେ ଥିବା ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରର ନିକଟତର ହେବେ କି ?

ତୁମେ କ'ଣ ଭାବୁଛ କି ଚାପ ବୃଦ୍ଧି କିମ୍ବା ହ୍ରାସ ଦ୍ୱାରା ପଦାର୍ଥର ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବ କି ?

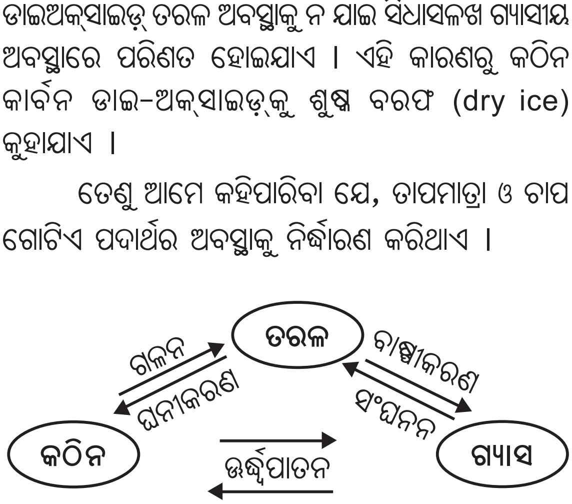


ଚିତ୍ର **1.8** ଚାପ ପ୍ରୟୋଗକରି ପଦାର୍ଥର କଣିକାଗୁଡ଼ିକୁ ପାଖାପାଖି ଆଣିହୁଏ

ଚାପର ପ୍ରୟୋଗ ଏବଂ ତାପମାତ୍ରାର ହ୍ରାସ ଯୋଗୁଁ ଗ୍ୟାସଗୁଡ଼ିକ ତରଳୀକୃତ ହୋଇଥାନ୍ତି ।

ତୁମେ କେବେ କଠିନ କାର୍ବନ୍ ଡାଇଅକ୍ସାଇଡ୍ (CO_2) ବିଷୟରେ ଶୁଣିଛ କି ? ଏହାକୁ ଅତ୍ୟଧିକ ଚାପ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଗଚ୍ଛିତ କରାଯାଇଥାଏ । ଏହି ଚାପକୁ ଏକକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଚାପକୁ କମାଇ ଆଣିଲେ, କଠିନ କାର୍ବନ ଡାଇଅକ୍ସାଇଡ୍ ତରଳ ଅବସ୍ଥାକୁ ନ ଯାଇ ସିଧାସଳଖ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଏ । ଏହି କାରଣରୁ କଠିନ କାର୍ବନ ଡାଇ-ଅକ୍ସାଇଡ୍‌କୁ ଶୁଷ୍କ ବରଫ (dry ice) କୁହାଯାଏ ।

ତେଣୁ ଆମେ କହିପାରିବା ଯେ, ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପ ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥର ଅବସ୍ଥାକୁ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିଥାଏ ।



ଚିତ୍ର **1.9** ପଦାର୍ଥର ତିନୋଟି ଅବସ୍ଥାର ଅନ୍ତଃପରିବର୍ତ୍ତନ

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ନିମ୍ନୋକ୍ତ ତାପମାତ୍ରାକୁ ସେଲସିୟସ୍ ସ୍କେଲରେ ପରିଣତ କର ।

   (a) 300K (b) 573K

2. ନିମ୍ନୋକ୍ତ ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳର ଭୌତିକ ଅବସ୍ଥା କ'ଣ ହୁଏ ?

   (a) 250^0C (b) 100^0C (c) -10^0 C

3. ପ୍ରତ୍ୟେକ ପଦାର୍ଥର ଅବସ୍ଥା ପରିବର୍ତ୍ତନ ବେଳେ ତାପମାତ୍ରା କାହିଁକି ସ୍ଥିର ରହିଥାଏ ?

4. ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଗ୍ୟାସଗୁଡ଼ିକରେ ତରଳୀକରଣ ପାଇଁ ଏକ ପ୍ରଣାଳୀ ସମ୍ପର୍କରେ ପ୍ରସ୍ତାବ ଦିଅ ।

1.5 ବାଷ୍ପୀଭବନ (Evaporation)

ଆମକୁ କ'ଣ ସବୁବେଳେ ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥର ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଣିବା ପାଇଁ ଏହାକୁ ଗରମ କରିବା କିମ୍ବା ଚାପରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଣିବା ଦରକାର ପଡ଼ିବ ? ତୁମ ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଘଟୁଥିବା କିଛି ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରି ଉଦାହରଣ ଦେଇପାରିବ କି ଯେଉଁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତରଳ ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ତାପମାତ୍ରାରେ ନ ରହି ମଧ୍ୟ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହେଉଛି ?

ଜଳକୁ ଘୋଡ଼ାଇ ନ ରଖିଲେ ଏହାର ପରିମାଣ ଧିରେ ଧିରେ ହ୍ରାସ ପାଏ । ଓଦା ଲୁଗା ଶୁଖିଯାଏ । ଉପରୋକ୍ତ ଦୁଇଟି ଉଦାହରଣରେ ଜଳର କ'ଣ ଘଟିଥାଏ ?

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ ପଦାର୍ଥର ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ସର୍ବଦା ଗତି କରୁଥାନ୍ତି । ସେମାନେ କେବେ ହେଲେ ସ୍ଥିର ରୁହନ୍ତି ନାହିଁ ।

କୌଣସି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଗ୍ୟାସ, ତରଳ ଅଥବା କଠିନ ପଦାର୍ଥରେ ରହିଥିବା କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପରିମାଣର ଗତିଜ ଶକ୍ତିର ଅଧିକାରୀ ହୋଇଥାନ୍ତି । ତରଳର ପୃଷ୍ଠଭାଗରେ ଥିବା ଅଳ୍ପ ସଂଖ୍ୟକ ଅଣୁର ଅଧିକ ଗତିଜ ଶକ୍ତି ଥାଏ । ସେମାନେ ଅନ୍ୟ କଣିକାମାନଙ୍କ ଆକର୍ଷଣ ବଳର ପ୍ରଭାବରୁ ମୁକ୍ତ ହୋଇ ତରଳରୁ ଅଲଗା ହୋଇ ବାଷ୍ପରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଆନ୍ତି । ଏହାକୁ ବାଷ୍ପୀଭବନ କୁହାଯାଏ ।

ଯେଉଁ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ଠାରୁ କମ୍ ଥିବା ଯେ କୌଣସି ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଗ୍ୟାସରେ ପରିଣତ ହୋଇଥାଏ, ତାହାକୁ ବାଷ୍ପୀଭବନ କୁହାଯାଏ ।

1.5.1 ବାଷ୍ପୀଭବନକୁ ପ୍ରଭାବିତ କରୁଥିବା କାରକ : (Factors Affecting Evaporation)

ଆସ ନିମ୍ନ "ତୁମ ପାଇଁ କାମ" ମାଧ୍ୟମରେ ଏହାକୁ ବୁଝିବା ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 1.14

ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷା ନଳୀରେ 5 ମିଲି ଜଳ ନିଅ ଏବଂ ଏହାକୁ ଝରକା ନିକଟରେ କିମ୍ବା ପଙ୍ଖା ତଳେ ରଖ । ଗୋଟିଏ ଚଉଡ଼ା ଚିନାମାଟି ପାତ୍ରରେ 5 ମିଲି ଜଳନେଇ ଏହାକୁ ମଧ୍ୟ ସେହିପରି ଝରକା ପାଖରେ ବା ପଙ୍ଖା ତଳେ ରଖ । ଅନ୍ୟ ଏକ ଖୋଲା ଚିନାମାଟି ପାତ୍ରରେ ମଧ୍ୟ 5 ମିଲି ଜଳନେଇ ଏହାକୁ ଏକ କପ୍‌ବୋର୍ଡ଼ କିମ୍ବା ଶ୍ରେଣୀ ଗୃହର ଥାକରେ ରଖ । ଶ୍ରେଣୀଗୃହର ତାପମାତ୍ରାକୁ ଟିପିରଖ । ଉପରୋକ୍ତ ତିନୋଟି ପାତ୍ରରେ ଥିବା ଜଳ ବାଷ୍ପୀଭୂତ ହେବାପାଇଁ କେତେ ସମୟ ବା କେତେ ଦିନ ନେଉଅଛି, ତାହା ଲେଖିରଖ । ଏହି ସମସ୍ତ ପରୀକ୍ଷାକୁ ବର୍ଷାଦିନେ କରି ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଗୁଡ଼ିକୁ ଟିପିରଖ ।

ପରିପାର୍ଶ୍ୱର ତାପମାତ୍ରା, ଆଧାର ପାତ୍ରର ପୃଷ୍ଠଭାଗର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଏବଂ ପବନର ବେଗ ବାଷ୍ପୀଭବନ ଉପରେ କିପରି ପ୍ରଭାବ ପକାଇଥାଏ ବୋଲି ତୁମେ ଭାବୁଛ ?

ତୁମେ ନିଶ୍ଚୟ ନିରୀକ୍ଷଣ କରିଥିବ ଯେ, ଏହି କାରକମାନଙ୍କ ଉପରେ ବାଷ୍ପୀଭବନର ହାର ନିର୍ଭର କରିଥାଏ । ଏହା ତଳେ ଆଲୋଚନା କରାଯାଇଛି ।

(i) ପୃଷ୍ଠତଳ କ୍ଷେତ୍ରଫଳର ବୃଦ୍ଧି :

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ, ବାଷ୍ପୀଭବନ ପୃଷ୍ଠଭାଗରେ ସମ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ଏକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଅଟେ । ପୃଷ୍ଠଭାଗର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଲେ ବାଷ୍ପୀଭବନର ବେଗ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଥାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, ଆମେ ଲୁଗାକୁ ଶୁଖେଇବା ବେଳେ ଏହାକୁ ମେଲା କରି ଶୁଖାଇଲେ ଏହା ଶୀଘ୍ର ଶୁଖିଯାଏ ।

(ii) ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି :

ତରଳର ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ପାଇଲେ ଅଧିକ ସଂଖ୍ୟକ ଅଣୁମାନେ ତାପଶକ୍ତି ଗ୍ରହଣ କରି ଅଧିକ ଗତିଜ ଶକ୍ତିର ଅଧିକାରୀ ହୋଇଥାନ୍ତି ଓ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥାକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଥାନ୍ତି ।

(iii) ଆର୍ଦ୍ରତାର ହ୍ରାସ :

ବାୟୁରେ ଉପସ୍ଥିତ ଥିବା ଜଳୀୟବାଷ୍ପର ପରିମାଣକୁ ଆର୍ଦ୍ରତା କୁହାଯାଏ । ଆମ ଚାରିପାଖରେ ଥିବା ବାୟୁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ସୀମିତ ପରିମାଣର ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ଧାରଣ କରିପାରେ ଏବଂ ତାହାଠାରୁ ଅଧିକ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଧାରଣ କରିପାରିବ ନାହିଁ । ଯଦି ବାୟୁରେ ପୂର୍ବରୁ ଅଧିକ ଜଳୀୟବାଷ୍ପ ଉପସ୍ଥିତ ଥିବ ତେବେ ବାଷ୍ପୀଭବନର ବେଗ ହ୍ରାସ ପାଇବ ।

(iv) ପବନବେଗର ବୃଦ୍ଧି :

ସାଧାରଣତଃ ପବନ ବହୁଥିବା ଦିନଗୁଡ଼ିକରେ ଓଦା ଲୁଗା ଶୀଘ୍ର ଶୁଖିଯାଏ । ପବନର ବେଗ ବଢ଼ିଲେ ଜଳୀୟବାଷ୍ପର ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ପବନ ସହ ଏକାଠି ହୋଇ ଉଡ଼ିଯାଏ । ଫଳ ସ୍ୱରୂପ, ପରିପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା ଜଳୀୟବାଷ୍ପର ପରିମାଣ କମିଯାଏ । ଏହାଯୋଗୁଁ ବାଷ୍ପୀଭବନର ହାର ବୃଦ୍ଧିପାଏ ।

1.5.2 ବାଷ୍ପୀଭବନ ଶୀତଳତା ସୃଷ୍ଟି କରେ : (Evaporation Causes Cooling)

ଗୋଟିଏ ଖୋଲା ପାତ୍ରରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ରଖିଲେ, ଏହା ନିରବଚ୍ଛିନ୍ନ ଭାବରେ ଧୀରେ ଧୀରେ ବାଷ୍ପୀଭୂତ ହୋଇଥାଏ । ଏହି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଅଣୁମାନେ ପରିପାର୍ଶ୍ୱରୁ ଶକ୍ତି ଅବଶୋଷଣ କରି ବାଷ୍ପୀଭବନ ବେଳେ ହରାଇଥିବା ଶକ୍ତିକୁ ପୁନଃଭରଣ କରିଥାନ୍ତି । ପରିପାର୍ଶ୍ୱ ବା ଚାରିପାଖରୁ ଶକ୍ତି ଅବଶୋଷିତ ହେଉଥିବାରୁ ଏହା ପରିପାର୍ଶ୍ୱକୁ ଥଣ୍ଡା ରଖିଥାଏ ।

ନଖ ପଲିସ୍ ଛଡ଼ାଇବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା କିଛି ପରିମାଣର ଏସିଟୋନ୍ ଆମ ହାତ ପାପୁଲି ଉପରେ ଢାଳିଲେ କ'ଣ ହୁଏ ? ଏହାର ଅଣୁ ହାତପାପୁଲିରୁ ଶକ୍ତି ଗ୍ରହଣ କରେ ଓ ପରିପାର୍ଶ୍ୱରୁ ମଧ୍ୟ କିଛି ଶକ୍ତି ଗ୍ରହଣ କରିଥାଏ । ଏହା ଯୋଗୁ ଏସିଟୋନ୍‌ର ବାଷ୍ପୀଭବନ ହୁଏ ଯାହା ଫଳରେ ଆମ ହାତପାପୁଲିକୁ ତାହା ଥଣ୍ଡା ଲାଗେ ।

ଆମେ ଖରାଦିନେ କାହିଁକି ସୂତା ପୋଷାକ ପିନ୍ଧିବା ?

ଖରାଦିନେ ଆମ ଦେହରୁ ବହୁତ ଝାଳ ବାହାରେ ଯାହା ଫଳରେ ଆମ ଦେହ ଥଣ୍ଡା ରହେ । ଆମେଜାଣୁ ଯେ ବାଷ୍ପୀଭବନ ସମୟରେ ତରଳର ପୃଷ୍ଠରେ ଥିବା କଣିକାମାନେ ପରିପାର୍ଶ୍ୱରୁ କିମ୍ବା ଶରୀର ପୃଷ୍ଠରୁ ଶକ୍ତି ଆହରଣ କରି ବାଷ୍ପୀଭୂତ ହୋଇଥାନ୍ତି । ବାଷ୍ପୀଭବନର ଗୁପ୍ତ ତାପ ସହିତ ସମାନ ତାପ ଶକ୍ତି ଶରୀରରୁ ଅବଶୋଷିତ ହୁଏ ଯାହା ଫଳରେ ଶରୀର ଶୀତଳ ରୁହେ । ସୂତା ପୋଷାକ ଜଳର ଭଲ ଅବଶୋଷକ । ସୂତା ପୋଷାକ ଶରୀରର ଝାଳକୁ ଭଲ ଭାବରେ ଅବଶୋଷଣ କରେ ଯାହା ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସେ ଓ ଶୀଘ୍ର ବାଷ୍ପୀଭୂତ ହୋଇଯାଏ ।

ଥଣ୍ଡା ବରଫ-ଜଳ ନିଆଯାଇଥିବା ଗ୍ଲାସର ବାହାର ପୃଷ୍ଠରେ କାହିଁକି ଜଳର ବିନ୍ଦୁକ (droplets) ମାନଙ୍କୁ ଦେଖିବାକୁ ମିଳେ ?

ଗୋଟିଏ ଗ୍ଲାସରେ କିଛି ଥଣ୍ଡା ବରଫ ଜଳ ଆମେ ନେବା । ଅଳ୍ପ ସମୟ ପରେ ସେହି ଗ୍ଲାସର ବାହାର ପଟେ ଜଳର ଅନେକ ବିନ୍ଦୁକମାନେ ଲାଗି ରହିଥିବାର ଆମେ ଦେଖିବା । ବାୟୁରେ ଥିବା ଜଳୀୟବାଷ୍ପ କଣିକାମାନେ ଗ୍ଲାସର ଶୀତଳ ପୃଷ୍ଠର ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସିଲେ ଶକ୍ତି ହରାଇଥାନ୍ତି । ଏହା ଯୋଗୁଁ ସେମାନେ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥାରୁ ତରଳ ଅବସ୍ଥାକୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଅନ୍ତି, ଯାହାକୁ ଆମେ ଗ୍ଲାସ୍‌ର ବାହାର ପୃଷ୍ଠରେ ଜଳ ବିନ୍ଦୁକ ରୂପରେ ଦେଖୁ ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ଏକ କୁଲ୍‌ର (cooler) କାହିଁକି ଶୁଷ୍କ ଗରମ ଦିନରେ ପରିପାର୍ଶ୍ୱକୁ ଅଧିକ ଭଲ ଭାବରେ ଥଣ୍ଡା କରିଥାଏ ?
2. ମାଟି ପାତ୍ରରେ ରଖାଯାଇଥିବା ଜଳ କାହିଁକି ଖରାଦିନେ ଥଣ୍ଡା ରୁହେ ?
3. ହାତ ପାପୁଲିରେ କିଛି ଏସିଟୋନ୍ ବା ପେଟ୍ରୋଲ ବା ସୁଗନ୍ଧି (perfume) ରଖିଲେ କାହିଁକି ଆମେ ଥଣ୍ଡା ଅନୁଭବ କରୁ ?
4. ଆମେ କାହିଁକି ଗରମ ଚା ବା ଗରମ କ୍ଷୀରକୁ କପ୍‌ରୁ ପ୍ଲେଟରେ ଢାଳି ପିଇବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରୁ ?
5. ଖରା ଦିନେ ଆମେ କେଉଁ ପ୍ରକାରର ପୋଷାକ ପିନ୍ଧିବା ଉଚିତ ?

ଅଧିକ ଜାଣିବା :

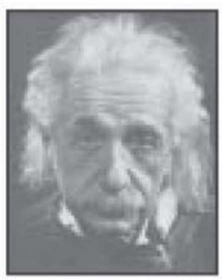
ଆଜିକାଲି ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ପଦାର୍ଥର ପାଞ୍ଚଟି ଅବସ୍ଥା ଅଛି ବୋଲି ଜାଣିଲେଣି । ସେ ଗୁଡ଼ିକ ହେଲା – କଠିନ, ତରଳ, ଗ୍ୟାସୀୟ, ପ୍ଲାଜମା ଓ ବୋଷ-ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍ ସଂଘନିତ (condensate) ଅବସ୍ଥା ।

ପ୍ଲାଜମା :

ପଦାର୍ଥର ଏହି ଅବସ୍ଥା, ଅତି ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଓ ଅତି ଉତ୍ତେଜିତ କଣିକାମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ । ଏହି କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଆୟନନ ହୋଇଥିବା ଗ୍ୟାସରେ (ionised gas) ଆୟନ ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଆନ୍ତି । ନିୟନ ନିଦର୍ଶନ ବଲ୍‌ବ (sign lamp)ରେ ନିୟନ ଗ୍ୟାସ ଥାଏ । ପ୍ରତିଦୀପ୍ତ (fluorescent tube) ନଳୀ ଭିତରେ ହିଲିୟମ ବା ଅନ୍ୟ କିଛି ଗ୍ୟାସ ରହିଥାଏ । ଏହି ଗ୍ୟାସମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଯେତେବେଳେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ, ସେତେବେଳେ ସେମାନଙ୍କର କଣିକାମାନେ ଚାର୍ଜିତ ହୋଇଯାଆନ୍ତି ଓ ଗ୍ୟାସରେ ପ୍ଲାଜମା କଣିକାମାନେ ସୃଷ୍ଟି ହୁଅନ୍ତି । ପ୍ଲାଜମା କଣିକାମାନଙ୍କ ଉପସ୍ଥିତି ଯୋଗୁଁ ଆମେ ପ୍ରତିଦୀପ୍ତ ନଳୀରେ ଏକ ଶିଖାହୀନ ଆଲୋକ ଦୀପ୍ତି (glow) ଦେଖିପାରୁ । ଏହି ଦୀପ୍ତିର ରଙ୍ଗ ଗ୍ୟାସର ଗୁଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଗ୍ୟାସରେ ଏହି ଦୀପ୍ତିର ରଙ୍ଗ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । ସୂର୍ଯ୍ୟ ଓ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ତାରାମାନେ ଯେଉଁ ଦୀପ୍ତି ପ୍ରକାଶ କରନ୍ତି ତାହା ସେଠାରେ ଥିବା ଅସଂଖ୍ୟ ପ୍ଲାଜମା କଣିକାମାନଙ୍କ ଉପସ୍ଥିତି ଯୋଗୁ ସମ୍ଭବପର ହୋଇଥାଏ । ତାରାମାନଙ୍କରେ ଅତି ଉଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରା ଯୋଗୁ ପ୍ଲାଜମା ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ ।

ବୋଷ-ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍ ସଂଘନିତ (Bose-Einstein Condensate) :

Satyendranath Bose


Albert Einstein

1920 ମସିହାରେ ଭାରତୀୟ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ ସତ୍ୟେନ୍ଦ୍ରନାଥ ବୋଷ ପଦାର୍ଥର ପଞ୍ଚମ ଅବସ୍ଥା ସମ୍ପର୍କରେ କେତେକ ଗଣନା କରିଥିଲେ । ତାଙ୍କର ସେହି ଗଣନାକୁ ଭିତ୍ତିକରି ଆଲବର୍ଟ ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍ ପଦାର୍ଥର ଏକ ନୂତନ ଅବସ୍ଥା ବୋଷ-ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍ ସଂଘନିତ ଅବସ୍ଥା (BEC) ର ଭବିଷ୍ୟ ସୂଚନା (prediction) ଦେଇଥିଲେ ଯାହାକୁ ପଦାର୍ଥର ପଞ୍ଚମ ଅବସ୍ଥା କୁହାଗଲା । ଏରିକ୍.ଏ.କର୍ଣ୍ଣେଲ (Eric. A. Cornell), ଓ୍ୱାଲଫଗାଙ୍ଗ କେଟେର୍ଲି (Wolfgang Ketterle) ଏବଂ କାରଲ୍ ଇ. ଉଇମ୍ୟାନ୍ (Carl E. Wieman) 'ବୋଷ୍- ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍ ସଂଘନନ' (Condensation) ଉପରେ ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ଗବେଷଣା କରି 2001 ମସିହାରେ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ନୋବେଲ୍ ପୁରସ୍କାର ପାଇଥିଲେ । ଅତି କମ୍ ସାନ୍ଦ୍ରତାରେ (ସାଧାରଣ ବାୟୁର ଏକ-ଶତ-ସହସ୍ରାଂଶ ସାନ୍ଦ୍ରତା) କୌଣସି ଏକ ଗ୍ୟାସକୁ ଅତ୍ୟଧିକ ଥଣ୍ଡା କରିଲେ ପଦାର୍ଥରେ ବୋଷ-ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍ ସଂଘନିତ ଅବସ୍ଥା (BEC) ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । କମ୍ପ୍ୟୁଟରରେ ଇଣ୍ଟରନେଟରେ www.chem4kids.com ଠିକଣାରୁ ପଦାର୍ଥର ଚତୁର୍ଥ ଓ ପଞ୍ଚମ ଅବସ୍ଥା ସମ୍ପର୍କରେ ତୁମେ ଅଧିକ ତଥ୍ୟ ପାଇ ପାରିବ । **(ଆଜିର ଯୁଗ ହେଲା କମ୍ପ୍ୟୁଟରର ଯୁଗ । କମ୍ପ୍ୟୁଟର ବ୍ୟବହାର କରିବା ଶିଖ ।)**

ଆମେ କ'ଣ ଶିଖିଲେ :

- ପଦାର୍ଥ ଅସଂଖ୍ୟ ଛୋଟ ଛୋଟ କଣିକାମାନଙ୍କୁ ନେଇ ଗଠିତ ।
- ଆମ ଚାରିପାଖରେ ଥିବା ପଦାର୍ଥମାନେ ତିନୋଟି ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଥାଆନ୍ତି, ଯଥା- କଠିନ, ତରଳ ଓ ଗ୍ୟାସୀୟ ।
- ଅଣୁ ଅଣୁମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳ କଠିନ ପଦାର୍ଥ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସର୍ବାଧିକ ହୋଇଥିବାବେଳେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ କ୍ଷେତ୍ରରେ ମଧ୍ୟମ ଧରଣର ଏବଂ ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥରେ ସର୍ବନିମ୍ନ ହୋଇଥାଏ ।
- ପଦାର୍ଥ ଗଠିତ ହୋଇଥିବା କଣିକାମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଫାଙ୍କା ସ୍ଥାନ ଓ ସେହି କଣିକାମାନଙ୍କର ଗତିଜ ଶକ୍ତି, କଠିନରେ ସର୍ବନିମ୍ନ, ତରଳରେ ମଧ୍ୟମ ଧରଣର ଓ ଗ୍ୟାସରେ ସର୍ବାଧିକ ହୋଇଥାଏ ।
- କଠିନ ପଦାର୍ଥର ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କ୍ରମରେ ସଜ୍ଜିତ ହୋଇ ରହିଥାଏ । ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ସ୍ତର ସ୍ତର (layer) ହୋଇ ରହିଥାନ୍ତି ଓ ଅଣୁକଣିକାର ସ୍ତରଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପର ସହିତ ଘଷି ହୋଇ ପରସ୍ପର ଉପରେ ଖସି (slide) ପାରନ୍ତି । ମାତ୍ର ଗ୍ୟାସୀୟ ପଦାର୍ଥରେ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ କୌଣସି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କ୍ରମରେ ନ ରହି ଏଣେତେଣେ ଅନିୟମିତ ଭାବେ ଗତି କରିଥାନ୍ତି ।
- ପଦାର୍ଥର ଅବସ୍ଥା ଅନ୍ତଃ-ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ । ତାପମାତ୍ରା ବା ଚାପ ପରିବର୍ତ୍ତନ କଲେ ପଦାର୍ଥ ଗୋଟିଏ ଅବସ୍ଥାରୁ ଅନ୍ୟ ଅବସ୍ଥାକୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇପାରେ ।
- ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ପଦାର୍ଥ କଠିନ ଅବସ୍ଥାରୁ ତରଳ ଅବସ୍ଥାକୁ ନ ଯାଇ ସିଧାସଳଖ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥାକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଥାଏ ଯାହା ବିପରୀତକ୍ରମୀ (vice-versa) ମଧ୍ୟ ହୋଇପାରେ ।
- ତରଳର ସ୍ଫୁଟନ (boiling) ଏକ ସାମଗ୍ରିକ ପରିଘଟଣା (bulk phenomenon) । ସ୍ଫୁଟନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ତରଳର ସମଗ୍ର ଅଂଶରୁ କଣିକା ସମୂହ ବାଷ୍ପୀୟ ଅବସ୍ଥାକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୁଅନ୍ତି ।
- ବାଷ୍ପୀଭବନ ଏକ ପୃଷ୍ଠଭିତ୍ତିକ ପରିଘଟଣା ଅଟେ । ପୃଷ୍ଠତଳରେ ଥିବା ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ ଯଥେଷ୍ଟ ଶକ୍ତି ଆହରଣ କରି ଅଣୁ ଅଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳର ବଳୟକୁ ଟପି ତରଳ ଅବସ୍ଥାରୁ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥାକୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଯାନ୍ତି ।
- ବାଷ୍ପୀଭବନର ବେଗ, ବାୟୁମଣ୍ଡଳକୁ ଉନ୍ମୁକ୍ତ ଥିବା ତରଳ ପୃଷ୍ଠର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ, ତାପମାତ୍ରା, ଆର୍ଦ୍ରତା ଏବଂ ପବନ ବେଗ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ ।

- ବାଷ୍ପୀଭବନ ଯୋଗୁଁ ଶୀତଳୀକରଣ ହୁଏ ।
- ବାଷ୍ପୀଭବନର ଗୁପ୍ତତାପ ହେଉଛି ଏକକ ବାୟୁମଣ୍ଡଳୀୟ ଚାପ ଏବଂ ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥିବା ଏକ କିଗ୍ରା ତରଳକୁ ଗ୍ୟାସରେ ପରିଣତ କରିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପଶକ୍ତି ।
- ତରଳୀକରଣର ଗୁପ୍ତତାପ ହେଉଛି ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ତାପଶକ୍ତି ଯାହାଦ୍ୱାରା ଏକ କି.ଗ୍ରା କଠିନ ପଦାର୍ଥ ଗଳନାଙ୍କ ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳରେ ପରିଣତ ହୋଇଥାଏ ।
- କେତେକ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ମାପ ଓ ଏହାର ଏକକ :

ମାପ	ଏକକ	ପ୍ରତୀକ
ତାପମାତ୍ରା	କେଲଭିନ୍	K
ଦୂରତା	ମିଟର	m
ବସ୍ତୁତ୍ୱ	କିଲୋଗ୍ରାମ	kg
ଓଜନ	ନିଉଟନ	N
ଆୟତନ	ଘନ ମିଟର	m^3
ସାନ୍ଦ୍ରତା	କିଗ୍ରା / ମି^{3}	$kg\ m^{-3}$
ଚାପ	ପାସକାଲ୍	Pa

ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ନିମ୍ନୋକ୍ତ ତାପମାତ୍ରାକୁ ସେଲ୍‌ସିୟସ୍ ସ୍କେଲରେ ପରିଣତ କର ।

   (a) 300K (b) 470 K (c) 237 K

2. ନିମ୍ନୋକ୍ତ ତାପମାତ୍ରାକୁ କେଲଭିନ୍ ସ୍କେଲରେ ପରିଣତ କର ।

   (a) 27^0C (b) 100^0C (c) 273^0C (d) 0^0C (c) -20^0C

3. କାରଣ ଦର୍ଶାଅ ।

   (a) ଗନ୍ଧକର୍ପୂର ଗୁଳିଗୁଡ଼ିକ କିଛିଦିନ ପରେ ଅଦୃଶ୍ୟ ହୋଇଯାଏ ।

   (b) ଆମେ ଅତର ଶିଶିଠାରୁ ଅନେକ ଦୂରତାରେ ଥାଇ ମଧ୍ୟ ଅତରର ବାସ୍ନା ଅନୁଭବ କରିପାରୁ ।

4. ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକୁ ସେମାନଙ୍କ ଅଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣକୁ ଆଧାର କରି ସାନରୁ ବଡ଼ କ୍ରମରେ ଲେଖ ।

   ଜଳ, ଚିନି, ଅକ୍‌ସିଜେନ

5. ଜଳର ଭୌତିକ ଅବସ୍ଥା ନିମ୍ନୋକ୍ତ ତାପମାତ୍ରାରେ କ'ଣ ହେବ ?

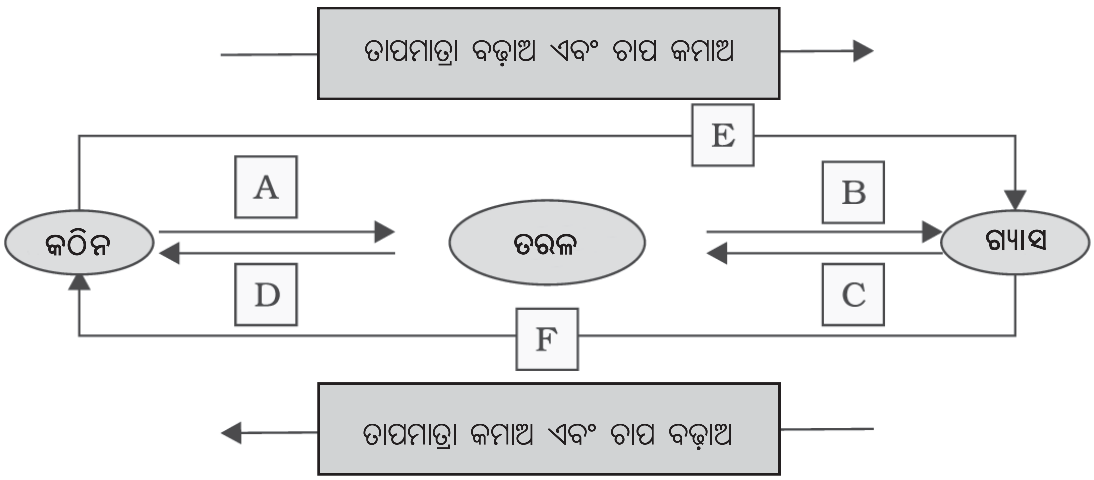
   (a) 25^0C (b) 0^0C (c) 373K

6. ନିମ୍ନ ପ୍ରଦତ୍ତ ଉକ୍ତିଗୁଡ଼ିକୁ / ବାକ୍ୟଗୁଡ଼ିକୁ ବୁଝାଇବା ନିମନ୍ତେ ଦୁଇଟି ଲେଖାଏଁ କାରଣ ପ୍ରଦାନ କର ।
   (a) ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳ ତରଳ ଅଟେ ।
   (b) ଏକ ଲୁହା ଆଲମାରୀ ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାରେ କଠିନ ଅଟେ ।

7. ବରଫ ଓ ଜଳ ଉଭୟ 273K ତାପମାତ୍ରାରେ ଅଛନ୍ତି । କିଏ ଅଧିକ ଥଣ୍ଡା ଜଣାପଡ଼ିବ ? କାହିଁକି ?

8. କିଏ ଆମ ଶରୀରରେ ଅଧିକ ଦହନ ସୃଷ୍ଟି କରେ, ଫୁଟୁଥିବା ଜଳ ନା ବାମ୍ପ ?

9. ନିମ୍ନ ଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ଅବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ଦେଖି A, B, C, D, E ଓ F ର ନାମକରଣ କର ।



●●●

ଦ୍ୱିତୀୟ ଅଧ୍ୟାୟ

ଆମ ଚାରିପାଖରେ ଥିବା ପଦାର୍ଥ ବିଶୁଦ୍ଧ କି ?

(IS MATTER AROUND US PURE ?)

ଆମେ ବଜାରରୁ କିଣୁଥିବା କ୍ଷୀର, ଘିଅ, ଲହୁଣୀ, ଲୁଣ, ମସଲା, ପିଇବା ପାଣି ବା ଫଳରସ ଆଦି ବିଶୁଦ୍ଧ ବୋଲି ଜାଣିବା କିପରି ?

ଚିତ୍ର **2.1** କେତେକ ବ୍ୟବହାର୍ଯ୍ୟ ଦ୍ରବ୍ୟ

ବଜାରରୁ କିଣି ଆଣିଥିବା ଖାଦ୍ୟ ବା ପାନୀୟ ପ୍ୟାକେଟ ଉପରେ କେବେ "ବିଶୁଦ୍ଧ" ଲେଖା ହୋଇଥିବାର ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଛ କି ? ଜଣେ ସାଧାରଣ ମଣିଷ ପାଇଁ ବିଶୁଦ୍ଧର ଅର୍ଥ ହେଉଛି କୌଣସି ଅପମିଶ୍ରଣ ନଥିବା । ମାତ୍ର ଜଣେ ବୈଜ୍ଞାନିକଙ୍କ ପାଇଁ ଏହି ସମସ୍ତ ଜିନିଷ ବା ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରକୃତ ପକ୍ଷେ ବିଭିନ୍ନ ପଦାର୍ଥର ମିଶ୍ରଣ ଅଟେ ଏବଂ ବିଶୁଦ୍ଧ ନୁହେଁ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, କ୍ଷୀର ହେଉଛି ଜଳ, ସ୍ନେହସାର, ପୁଷ୍ଟିସାର ଆଦିର ମିଶ୍ରଣ ।

ଜଣେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଯେତେବେଳେ କୌଣସି ଏକ ପଦାର୍ଥକୁ ବିଶୁଦ୍ଧ ବୋଲି କହିଥାନ୍ତି, ତାହାର ଅର୍ଥ ହେଉଛି ସେହି ପଦାର୍ଥର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ରାସାୟନିକ ଗୁଣ ସମାନ । ଗୋଟିଏ ବିଶୁଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥ କେବଳ ଏକପ୍ରକାରର ଅଣୁଗୁଡ଼ିକୁ ନେଇ ଗଠିତ । ଆମେ ଯଦି ଚତୁଃପାର୍ଶ୍ୱକୁ ଦେଖିବା ତେବେ ଲକ୍ଷ୍ୟକରିବା ଯେ, ଅଧିକାଂଶ ବସ୍ତୁ ଦୁଇ କିମ୍ବା ତତୋଃଧିକ ଶୁଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥର ମିଶ୍ରଣକୁ ନେଇ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ । ଯଥା- ସମୁଦ୍ରଜଳ, ଖଣିଜପଦାର୍ଥ, ମାଟି ଇତ୍ୟାଦି ।

2.1 ମିଶ୍ରଣ କ'ଣ ? (What is a Mixture ?)

ମିଶ୍ରଣ ଏକାଧିକ ପ୍ରକାରର ବିଶୁଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥକୁ ନେଇ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ । କୌଣସି ଭୌତିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥର ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକରୁ ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାରର ପଦାର୍ଥ ଉତ୍ପନ୍ନ କରାଯାଇପାରିବ ନାହିଁ । ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ ଜଳରେ ଦ୍ରବୀଭୂତ ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ଼କୁ ବାଷ୍ପୀଭବନଭଳି ଭୌତିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ଜଳରୁ ଅଲଗା କରାଯାଇପାରିବ । ମାତ୍ର ସୋଡ଼ିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ଼ ନିଜେ ଏକ ପଦାର୍ଥ ଯାହାର ରାସାୟନିକ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକୁ ଭୌତିକ ପ୍ରକ୍ରିୟାଦ୍ୱାରା ଅଲଗା କରାଯାଇପାରିବ ନାହିଁ । ସେହିପରି ଚିନି ଏକ ପଦାର୍ଥ ଅଟେ, କାରଣ ଏହା କେବଳ ଗୋଟିଏ ପ୍ରକାର ବିଶୁଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥରେ ଗଠିତ ଏବଂ ଏହାର ସଂଯୋଜନ ସମସ୍ତ ଅଂଶରେ ସମାନ ଅଟେ ।

ମୃଦୁ ପାନୀୟ ଓ ମାଟି ଗୋଟିଏ ପ୍ରକାର ପଦାର୍ଥକୁ ନେଇ ଗଠିତ ହୋଇନଥାଏ । ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥର ଉତ୍ସ ଯାହା ହେଉନା କାହିଁକି, ଏହାର ଲକ୍ଷଣ ସୂଚକ ଧର୍ମମାନ ସର୍ବଦା ସମାନ ରହିଥାଏ । ତେଣୁ ଆମେ କହିପାରିବା ଯେ ମିଶ୍ରଣରେ ଏକାଧିକ ପଦାର୍ଥ ରହିଥାଏ ।

2.1.1 ମିଶ୍ରଣର ପ୍ରକାର ଭେଦ (Types of Mixtures)

ଗୋଟିଏ ମିଶ୍ରଣ ଯେଉଁ ପ୍ରକାରର ଉପାଦାନମାନଙ୍କୁ ନେଇ ଗଠିତ, ସେମାନଙ୍କ ଗୁଣକୁ ଭିତ୍ତିକରି ମିଶ୍ରଣକୁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଇପାରିବ ।

ତୁମପାଇଁ କାମ : 2.1

- ଗୋଟିଏ ଶ୍ରେଣୀର ପିଲାମାନଙ୍କୁ A, B, C, D ନାମକ ଚାରୋଟି ଗ୍ରୁପରେ ବିଭକ୍ତ କର ।
- A ଗ୍ରୁପର ପିଲାମାନେ 50 ମିଲି ଜଳ ଥିବା ଏକ ବିକର ଓ ଏକ ଚାମଚ ପରିମାଣର କପର ସଲଫେଟ୍ ଗୁଣ୍ଡ ନେବେ ।
- B ଗ୍ରୁପର ପିଲାମାନେ 50 ମିଲି ଜଳ ଥିବା ଏକ ବିକର ଓ ଦୁଇ ଚାମଚ ପରିମାଣର କପର ସଲଫେଟ୍ ଗୁଣ୍ଡ ନେବେ ।
- ଗ୍ରୁପ C ଓ Dର ପିଲାମାନେ ଭିନ୍ନ ପରିମାଣର କପର ସଲ୍‌ଫେଟ୍ ଏବଂ ପୋଟାସିୟମ ପରମାଙ୍ଗାନେଟ କିମ୍ବା

ସାଧାରଣ ଲୁଣ (ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ଼) ନେଇ ପାରିବେ । ପିଲାମାନେ ନେଇଥିବା ଉପାଦାନମାନଙ୍କୁ ମିଶାଇ ଅଲଗା ଅଲଗା ମିଶ୍ରଣ କରିବେ ।

- ମିଶ୍ରଣମାନଙ୍କର ରଙ୍ଗ ଓ ରୂପବିନ୍ୟାସ (texture) ସମ୍ପର୍କରେ ସବୁ ଗ୍ରୁପ୍‌ର ପିଲାମାନଙ୍କଠାରୁ ତଥ୍ୟ ସଂଗ୍ରହ କର ।
- ଗ୍ରୁପ୍ A ଓ Bର ପିଲାମାନେ ଯେଉଁ ମିଶ୍ରଣ ପାଇଲେ ତାହାର ସଂଯୋଜନ (composition), ମିଶ୍ରଣର ସବୁ ଅଂଶରେ ସମାନ ଅଟେ । ଏହି ପ୍ରକାର ମିଶ୍ରଣକୁ ସମଜାତୀୟ ମିଶ୍ରଣ ବା ଦ୍ରବଣ କୁହାଯାଏ ।

  ଏହି ପ୍ରକାର ମିଶ୍ରଣର ଆଉ କେତୋଟି ଉଦାହରଣ ହେଲା–

  (a) ଚିନିପାଣି

  (b) ଲୁଣ ପାଣି

A ଓ B ଗ୍ରୁପ୍‌ର ପିଲାମାନେ ପାଇଥିବା ଦ୍ରବଣର ରଙ୍ଗକୁ ତୁଳନାକର । ଯଦିଓ ଦୁଇଟିଯାକ ଗ୍ରୁପର ପିଲାମାନେ କପର ସଲଫେଟ୍ ଦ୍ରବଣ କରିଛନ୍ତି ତଥାପି ସେମାନଙ୍କର ରଙ୍ଗର ଗାଢ଼ତା ପୃଥକ୍ ଅଟେ । ଏଥିରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ହୁଏ ଯେ ଏକ ସମଜାତୀୟ ମିଶ୍ରଣର ସଂଯୋଜନ (composition) ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ହୋଇପାରେ ।

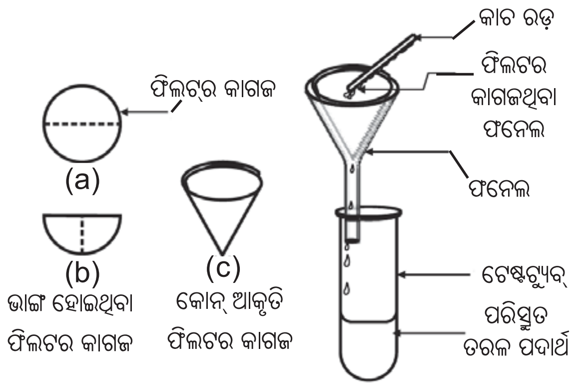
ଗ୍ରୁପ୍ C ଓ Dର ପିଲାମାନେ ଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ମିଶ୍ରଣ ପାଇଲେ ଯେଉଁଥିରେ ଅଲଗା ଅଲଗା ଅଂଶ ରହିଛି ଓ ଏପରି ମିଶ୍ରଣକୁ ଅସମଜାତୀୟ (heterogeneous) ମିଶ୍ରଣ କୁହାଯାଏ । ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ଼ ଓ ଲୁହା ଗୁଣ୍ଡର ମିଶ୍ରଣ, ଲୁଣ ଓ ଗନ୍ଧକ (sulphur)ର ମିଶ୍ରଣ, ତେଲ ଓ ଜଳର ମିଶ୍ରଣ ଇତ୍ୟାଦି ଅସମଜାତୀୟ ମିଶ୍ରଣର ଉଦାହରଣ ଅଟେ ।

ତୁମପାଇଁ କାମ : 2.2

ପୁଣିଥରେ ଶ୍ରେଣୀକୁ ଚାରୋଟି ଗ୍ରୁପ୍ A, B, C ଓ D ନାମରେ ବିଭକ୍ତ କର । ନିମ୍ନଲିଖିତ ନମୁନାଗୁଡ଼ିକୁ ଗ୍ରୁପ୍ ମଧ୍ୟରେ ବାଣ୍ଟିଦିଅ । A ଗ୍ରୁପ୍‌କୁ ଅଳ୍ପ ପରିମାଣର କପର ସଲ୍‌ଫେଟ୍ ସ୍ଫଟିକ ଦିଅ । ଗ୍ରୁପ୍ Bକୁ ଏକ ପୂରା ଚାମଚ କପର ସଲ୍‌ଫେଟ୍ ଦିଅ । ଗ୍ରୁପ୍ Cକୁ ଚକଗୁଣ୍ଡ ବା ଅଟାଗୁଣ୍ଡ ଦିଅ । ଗ୍ରୁପ୍ Dକୁ ଅଳ୍ପ କେତେ ଟୋପା କ୍ଷୀର ବା କାଳି ଦିଅ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଗ୍ରୁପକୁ ଦିଆଯାଇଥିବା ନମୁନାକୁ ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ ପାତ୍ରରେ ନେଇ ତହିଁରେ ଜଳ ମିଶାଅ ଓ କାଚରଡ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ଗୋଳାଅ । ମିଶ୍ରଣର କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ ଆଖିକୁ ଦେଖାଯାଉଛି କି ?

ଗୋଟିଏ ଟର୍ଚ୍ଚରୁ ନିର୍ଗତ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିକୁ ବିକରରେ ଥିବା ମିଶ୍ରଣ ଉପରେ ଗୋଟାଏ ପଟରୁ ପକାଅ ଓ ଅନ୍ୟ ପଟରୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ଆଲୋକ ରଶ୍ମିର ଗତିପଥ ଦେଖାଯାଉଛି କି ?

ମିଶ୍ରଣକୁ କିଛି ସମୟ ପାଇଁ ସ୍ଥିର ରଖ । (ଏହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ପରିସ୍ରବଣ ଉପକରଣକୁ ସଜାଡ଼ି ରଖ) । ମିଶ୍ରଣଟି ସ୍ଥିର (stable)ରହିଛି, ନା ତା'ର କଣିକା ଗୁଡ଼ିକ ବିକରର ନିମ୍ନରେ ବସି ଯିବାପାଇଁ କିଛି ସମୟ ଆବଶ୍ୟକ କରୁଛନ୍ତି ? ମିଶ୍ରଣକୁ ଫିଲ୍‌ଟର କାଗଜ ବ୍ୟବହାର କରି ଛାଣ । ଫିଲଟର କାଗଜରେ କିଛି ଅବଶେଷ ରହିଛି କି ? ଫଳାଫଳଗୁଡ଼ିକୁ ଆଲୋଚନା କର ଏବଂ ନିଜର ମତାମତ ଦିଅ ।



ଚିତ୍ର **2.2** ପରିସ୍ରବଣ

- ଗ୍ରୁପ୍ A ଓ B ଗୋଟିଏ ଲେଖାଏଁ ଦ୍ରବଣ ପାଇଲେ ।
- ଗ୍ରୁପ୍ C ଗୋଟିଏ ସସ୍‌ପେନସନ୍ ପାଇଲେ ।
- ଗ୍ରୁପ୍ D ଏକ କଲଏଡ଼ୀୟ ଦ୍ରବଣ ପାଇଲେ । ଆସ ଏମାନଙ୍କ ସମ୍ପର୍କରେ ଆମେ ଅଧିକ ଜାଣିବା ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ପଦାର୍ଥ (substance) କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝ ?
2. ସମଜାତୀୟ ଓ ଅସମଜାତୀୟ ମିଶ୍ରଣ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପାର୍ଥକ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ଲେଖ ।

2.2 ଦ୍ରବଣ କ'ଣ ?
(What is a Solution ?)

ଦୁଇ ବା ତତୋଽଧିକ ପଦାର୍ଥର ସମଜାତୀୟ ମିଶ୍ରଣକୁ ଦ୍ରବଣ କୁହାଯାଏ । ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଦ୍ରବଣ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ତୁମେ ଆସୁଥିବ । ଲେମ୍ବୁସର୍ବତ, ଚିନିପାଣି, ସୋଡ଼ାପାଣି ଆଦି ଦ୍ରବଣର ଉଦାହରଣ ଅଟେ । ସାଧାରଣତଃ ଦ୍ରବଣ କହିଲେ ତରଳରେ କଠିନ ବା ତରଳ ବା ଗ୍ୟାସ ଜାତୀୟ ବସ୍ତୁ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହୋଇଥାଏ ବୋଲି ଆମେ ଭାବୁ । ମାତ୍ର ଦ୍ରବଣ କଠିନ ଦ୍ରବଣ (ଏଲୟ ବା ମିଶ୍ରଧାତୁ) ଓ ଗ୍ୟାସୀୟ ଦ୍ରବଣ (ବାୟୁ) ମଧ୍ୟ ହୋଇପାରେ । ଦ୍ରବଣରେ କଣିକାସ୍ତରରେ ସମଜାତୀୟତା (homogeneity) ରହିଥାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ : ଲେମ୍ବୁସର୍ବତର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଂଶର ସ୍ୱାଦ ସମାନ ଥାଏ । ଏହା ସୂଚିତ କରୁଛି ଯେ, ଚିନି କିମ୍ବା ଲୁଣର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଏହାର ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟରେ ସମାନ ଭାବରେ ବାଣ୍ଟି ହୋଇ ରହିଥାଏ ।

ଆସ ଅଧିକ ଜାଣିବା :

ଏଲୟ ହେଉଛି ଦୁଇ ବା ତତୋଽଧିକ ଧାତୁର ମିଶ୍ରଣ କିମ୍ବା ଧାତୁ ଓ ଅଧାତୁର ମିଶ୍ରଣ ଏବଂ କୌଣସି ଭୌତିକ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ଏହାର ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକୁ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଅଲଗା କରଯାଇପାରିବ ନାହିଁ । ଏଲୟକୁ ଏକ ମିଶ୍ରଣ ଭାବେ ଗ୍ରହଣ କରାଯାଏ, କାରଣ ଏହା ତାହାର ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର ଧର୍ମ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ ଏବଂ ଏହାର ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ସଂଯୋଜନ (variable composition) ରହିପାରେ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ : ପିତ୍ତଳ ହେଉଛି ଗୋଟିଏ ମିଶ୍ରଣ, ଯେଉଁଥିରେ ପ୍ରାୟ 30% ଜିଙ୍କ୍ ଓ 70% କପର ରହିଥାଏ ।

ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟରେ ଦ୍ରବ (solute) ଓ ଦ୍ରାବକ (solvent) ତାହାର ଉପାଦାନ ଭାବେ ରହିଥାଏ । ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟରେ ଯେଉଁ ଉପାଦାନଟି ସାଧାରଣତଃ ଅଧିକ ପରିମାଣରେ ଥାଏ ଏବଂ ଯାହା ମଧ୍ୟରେ ଅନ୍ୟ ଉପାଦାନଟି ଦ୍ରବୀଭୂତ ହୋଇଥାଏ ତାହାକୁ ଦ୍ରାବକ ଏବଂ ଯେଉଁ ଉପାଦାନଟି ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟରେ କମ୍ ପରିମାଣରେ ଥାଏ ଓ ଦ୍ରାବକ ଭିତରେ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହୋଇଥାଏ ବା ମିଳାଇଯାଇଥାଏ ତାହାକୁ ଦ୍ରବ କୁହାଯାଏ ।

ଦ୍ରବଣ = ଦ୍ରବ + ଦ୍ରାବକ

ଉଦାହରଣ :

(i) ଚିନିପାଣି ଦ୍ରବଣରେ ଜଳରେ ଚିନି ଦ୍ରବୀଭୂତ ହୋଇ ମିଶି ଯାଇଥାଏ । ତେଣୁ ଚିନିପାଣି ହେଉଛି ତରଳରେ କଠିନର ଏକ ଦ୍ରବଣ । ଏଥିରେ ଜଳ (ତରଳ) ହେଲା ଦ୍ରାବକ ଏବଂ ଚିନି (କଠିନ) ଦ୍ରବ ଅଟେ ।

(ii) ଆଲ୍‌କହଲରେ ଆୟୋଡ଼ିନ୍‌ର ଦ୍ରବଣକୁ ଆୟୋଡ଼ିନର ଅର୍କ କୁହାଯାଏ । ଏଥିରେ ଆୟୋଡ଼ିନ (କଠିନ) ଦ୍ରବ ଓ ଆଲ୍‌କହଲ୍ (ତରଳ) ଦ୍ରାବକ ଅଟେ ।

(iii) ସୋଡ଼ାପାଣି ଭଳି କାର୍ବନଡାଇଅକ୍‌ସାଇଡ୍ ଗ୍ୟାସ ମିଶିଥିବା ପାନୀୟଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି ତରଳରେ ଗ୍ୟାସର ଦ୍ରବଣ । ଏଥିରେ କାର୍ବନଡାଇଅକ୍‌ସାଇଡ୍ (ଗ୍ୟାସ) ଦ୍ରବ ଓ ଜଳ (ତରଳ) ଦ୍ରାବକ ଭାବେ ରହିଥାଏ । କାର୍ବନଡାଇଅକ୍‌ସାଇଡ୍ ଗ୍ୟାସ ଜଳରେ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହୋଇ ରହିଥାଏ ।

(iv) ବାୟୁ ହେଉଛି ଗ୍ୟାସରେ ଗ୍ୟାସର ଏକ ମିଶ୍ରଣ । ବାୟୁ ଅନେକ ସଂଖ୍ୟକ ଗ୍ୟାସର ଏକ ସମଜାତୀୟ (homogeneous) ମିଶ୍ରଣ । ଏହାର ଦୁଇଟି ମୁଖ୍ୟ ଉପାଦାନ ହେଲା- ଅକ୍‌ସିଜେନ (21%) ଏବଂ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ୍ (78%) । ବାୟୁରେ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଗ୍ୟାସଗୁଡ଼ିକର ପରିମାଣ ଖୁବ୍ କମ୍ ଥାଏ ।

ଦ୍ରବଣର ଧର୍ମ :
(Properties of a Solution)

1. ଏକ ଦ୍ରବଣ ହେଉଛି ସମଜାତୀୟ ମିଶ୍ରଣ ।
2. ଏହାର କଣିକା ଗୁଡ଼ିକର ବ୍ୟାସ ଏକ ନାନୋମିଟର (1nm ବା 10^{-9}m) ଠାରୁ ଛୋଟ । ତେଣୁ ଏଗୁଡ଼ିକ ଖାଲିଆଖିରେ ଦେଖାଯାଆନ୍ତି ନାହିଁ ।
3. ଅତି କ୍ଷୁଦ୍ର ଆକାର ଯୋଗୁ ଦ୍ରବଣର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟରେ ଗତି କରୁଥିବା ଆଲୋକ ରଶ୍ମିକୁ ବିଚ୍ଛୁରିତ (scatter) କରିପାରନ୍ତି ନାହିଁ । ତେଣୁ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିର ଗତିପଥ ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟରେ ଦୃଶ୍ୟମାନ ହୁଏ ନାହିଁ ।
4. ପରିସ୍ରବଣ ପଦ୍ଧତି ଦ୍ୱାରା ଦ୍ରବଣରୁ ଦ୍ରବର କଣିକାମାନଙ୍କୁ ଅଲଗା କରାଯାଇ ପାରିବ ନାହିଁ । ଦ୍ରବଣକୁ ସ୍ଥିର ଭାବେ ରଖିଦେଲେ ଏହାର ଦ୍ରବର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ତଳେ ବସିଯାଆନ୍ତି ନାହିଁ । ତେଣୁ ଦ୍ରବଣ ସ୍ଥାୟୀ (stable) ଅଟେ ।

2.2.1 ଦ୍ରବଣର ଗାଢ଼ତା :

(Concentration of a Solution)

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 2.2ରେ ଆମେ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ କଲୁଯେ ଗ୍ରୁପ୍ A ଓ Bରୁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଗାଢ଼ତାର ଦ୍ରବଣ ମିଳୁଛି । ତେଣୁ ଆମେ ବୁଝିପାରିଲୁ ଯେ, ଗୋଟିଏ ଦ୍ରବଣରେ ଦ୍ରବ ଓ ଦ୍ରାବକର ଆପେକ୍ଷିକ ଅନୁପାତ ବଦଳିପାରେ । ଗୋଟିଏ ଦ୍ରବଣରେ ଥିବା ଦ୍ରବର ପରିମାଣ ଅନୁସାରେ ଦ୍ରବଣଟିକୁ ଗାଢ଼ କିମ୍ବା ଲଘୁ କିମ୍ବା ପୃକ୍ତ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଦ୍ରବଣଟି ଲଘୁ ବା ଗାଢ଼ ତାହା କେବଳ ତୁଳନା କରି କୁହାଯାଇଥାଏ । ତୁମପାଇଁ କାମ : 2.2 ରେ ଗ୍ରୁପ୍ Aରୁ ପାଇଥିବା ଦ୍ରବଣଟି ଗ୍ରୁପ୍ Bରେ ପାଇଥିବା ଦ୍ରବଣଠାରୁ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଅଧିକ ଲଘୁ (dilute) ଅଟେ ।

ତୁମପାଇଁ କାମ : 2.3

ଦୁଇଟି ବିକରରେ ପାଖାପାଖି 50 ମିଲି ଲେଖାଏଁ ଜଳ ନିଅ । ଗୋଟିଏ ବିକରରେ ଲୁଣ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ବିକରରେ ଚିନି ମିଶାଇମିଶାଇ ଗୋଳାଇ ଚାଲ । ଯେତେବେଳେ ଆଉ ଅଧିକ ଦ୍ରବ ମିଶିପାରିବ ନାହିଁ, ସେତେବେଳେ ବିକରକୁ ଗରମ କରି ସେଥିରେ ଥିବା ଦ୍ରବଣର ତାପମାତ୍ରା ପ୍ରାୟ 5^0C ବୃଦ୍ଧି କର । ପୁନଶ୍ଚ ସେଥିରେ ଦ୍ରବ ମିଶାଇବା ଆରମ୍ଭକର ।

ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଜଳରେ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହୋଇପାରୁଥିବା ଲୁଣ ଓ ଚିନିର ପରିମାଣ କ'ଣ ସମାନ ? ଚିନି ବଦଳରେ ବେରିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ଼ ନେଇ ଏହି କାର୍ଯ୍ୟ ମଧ୍ୟ ତୁମେ କରିପାରିବ ।

ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଯେତେବେଳେ ଦ୍ରବଣରେ ଆଉ ଅଧିକ ଦ୍ରବ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହୋଇପାରିବ ନାହିଁ, ତାହାକୁ ପୃକ୍ତ ଦ୍ରବଣ (saturated solution) କୁହାଯାଏ । ଏକ ପୃକ୍ତ ଦ୍ରବଣରେ ଏହି ତାପମାତ୍ରାରେ ଯେଉଁ ପରିମାଣର ଦ୍ରବ ରହିଥାଏ, ତାହାକୁ ଏହାର ଦ୍ରବଣୀୟତା (solubility) କୁହାଯାଏ । ଯଦି ଗୋଟିଏ ଦ୍ରବଣରେ ଦ୍ରବର ପରିମାଣ ଏହାର ପୃକ୍ତ ସ୍ତରଠାରୁ କମ୍ ଥାଏ ତେବେ ତାହାକୁ ଅପୃକ୍ତ ଦ୍ରବଣ (unsaturated solution) କୁହାଯାଏ ।

> **ପ୍ରଶ୍ନ :** ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଗୋଟିଏ ପୃକ୍ତ ଦ୍ରବଣ ନେଇ ତାହାକୁ ଧୀରେ ଧୀରେ ଥଣ୍ଡା କଲେ କ'ଣ ହେବ ?

ଆମେ ତୁମ ପାଇଁ କାମ 2.3ରୁ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ପହଞ୍ଚିପାରିବା ଯେ, ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ ଏକ ପ୍ରଦତ୍ତ ଦ୍ରାବକରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁର ଦ୍ରବଣୀୟତା ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ ।

ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣ (ବସ୍ତୁତ୍ୱ କିମ୍ବା ଆୟତନ)ର ଦ୍ରବଣ ବା ଦ୍ରାବକରେ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହୋଇଥିବା ଦ୍ରବର ପରିମାଣ ଦ୍ୱାରା ଦ୍ରବଣର ଗାଢ଼ତା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

$$\text{ଦ୍ରବଣର ଗାଢ଼ତା} = \frac{\text{ଦ୍ରବର ପରିମାଣ}}{\text{ଦ୍ରବଣର ପରିମାଣ}}$$

$$\text{କିମ୍ବା,} \quad \frac{\text{ଦ୍ରବର ପରିମାଣ}}{\text{ଦ୍ରାବକର ପରିମାଣ}}$$

ଦ୍ରବଣର ଗାଢ଼ତାକୁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଭାବରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇପାରିବ, କିନ୍ତୁ ଏଠାରେ ଆମେ କେବଳ ଦୁଇଟି ପଦ୍ଧତି ବିଷୟରେ ଜାଣିବା ।

(i) ଏକ ଦ୍ରବଣର **ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଭକ୍ତ ବସ୍ତୁତ୍ୱ** ଶତକଡ଼ା ଅନୁପାତ

$$= \frac{\text{ଦ୍ରବର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{\text{ଦ୍ରବଣର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}} \times 100$$

(ii) ଏକ ଦ୍ରବଣର **ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଭକ୍ତ ଆୟତନ** ଶତକଡ଼ା ଅନୁପାତ

$$= \frac{\text{ଦ୍ରବର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{\text{ଦ୍ରବଣର ଆୟତନ}} \times 100$$

ଉଦାହରଣ : 2.1

ଗୋଟିଏ ଦ୍ରବଣରେ 320 ଗ୍ରାମ ଜଳ ଓ 40 ଗ୍ରାମ ସାଧାରଣ ଲୁଣ ରହିଛି । ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଭକ୍ତ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଶତକଡ଼ା ଅନୁପାତରେ ଦ୍ରବଣର ଗାଢ଼ତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ଉତ୍ତର :

ଦତ୍ତ ଅଛି,

ଦ୍ରବ (ଲୁଣ)ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 40 ଗ୍ରାମ

ଦ୍ରାବକ (ଜଳ)ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 320 ଗ୍ରାମ

ଆମେ ଜାଣୁ, ଦ୍ରବଣର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

= ଦ୍ରବର ବସ୍ତୁତ୍ୱ + ଦ୍ରାବକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

= 40 ଗ୍ରାମ + 320 ଗ୍ରାମ

= 360 ଗ୍ରାମ

ଦ୍ରବଣର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଶତକଡ଼ା ଅନୁପାତ

$$= \frac{\text{ଦ୍ରବର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{\text{ଦ୍ରବଣର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}} \times 100$$

$$= \frac{40}{360} \times 100 = 11.1\%$$

2.2.2 ସସ୍‌ପେନ୍‌ସନ କ'ଣ ?

(What is a suspension ?)

ତୁମପାଇଁ କାମ : 2.2 ରେ ଗ୍ରୁପ୍ C ଦ୍ୱାରା ପାଇଥିବା ଅସମଜାତୀୟ ନମୁନାରେ ତରଳ ମଧ୍ୟରେ କଠିନ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ ଖେଳେଇ ହୋଇ ଭାସମାନ ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଏ, ଏହି ପ୍ରକାର ମିଶ୍ରଣକୁ ସସ୍‌ପେନ୍‌ସନ କୁହାଯାଏ । **ସସ୍‌ପେନ୍‌ସନ ଏକ ଅସମଜାତୀୟ ମିଶ୍ରଣ, ଯେଉଁଥିରେ ଦ୍ରବ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଦ୍ରବୀଭୂତ ନହୋଇ ଦ୍ରବଣ ମାଧ୍ୟମର ସବୁଆଡ଼େ ଭାସମାନ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିଥାଏ ।** ସସ୍‌ପେନ୍‌ସନର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଖାଲି ଆଖିରେ ଦେଖାଯାଆନ୍ତି ।

ସସ୍‌ପେନ୍‌ସନର ଧର୍ମ :

(Properties of a Suspension)

- ସସ୍‌ପେନ୍‌ସନ ଏକ ଅସମଜାତୀୟ ମିଶ୍ରଣ ।
- ସସ୍‌ପେନ୍‌ସନର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଖାଲି ଆଖିକୁ ଦେଖାଯାଆନ୍ତି ।
- ସସ୍‌ପେନ୍‌ସନର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ସସ୍‌ପେନ୍‌ସନ ମଧ୍ୟରେ ଗତି କରୁଥିବା ରଶ୍ମିଗୁଚ୍ଛକୁ ବିଚ୍ଛୁରିତ କରିଥାଆନ୍ତି, ଯାହାଫଳରେ ସସ୍‌ପେନ୍‌ସନ୍ ମଧ୍ୟରେ ଆଲୋକର ଗତିପଥ ଦୃଶ୍ୟମାନ ହୋଇଥାଏ ।
- ସସ୍‌ପେନ୍‌ସନ ରହିଥିବା ପାତ୍ରକୁ ସ୍ଥିର ରଖିଲେ ଦ୍ରବର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ପାତ୍ରର ନିମ୍ନଭାଗରେ ବସିଯାଆନ୍ତି । ତେଣୁ ସସ୍‌ପେନସନ ଅସ୍ଥାୟୀ (unstable) ଅଟେ । ଦ୍ରବର କଣିକାଗୁଡ଼ିକୁ ମିଶ୍ରଣରୁ ପରିସ୍ରବଣ ପଦ୍ଧତିରେ ପୃଥକ୍ କରାଯାଇପାରିବ । ଯେତେବେଳେ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ବସିଯାଏ ସେତେବେଳେ ସସ୍‌ପେନ୍‌ସନ ଭାଙ୍ଗିଯାଏ ଏବଂ ଏହା ଆଉ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିକୁ ବିଚ୍ଛୁରିତ କରିପାରେ ନାହିଁ ।

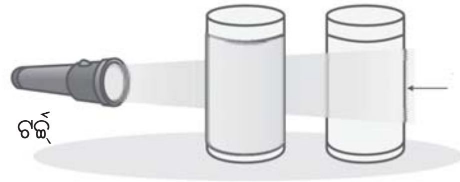
2.2.3 କଲଏଡ଼ୀୟ ଦ୍ରବଣ କ'ଣ ?

(What is a Colloidal Solution ?)

ତୁମପାଇଁ କାମ 2.2ରେ ଗ୍ରୁପ୍ Dରୁ ପାଇଥିବା ମିଶ୍ରଣକୁ କଲଏଡ୍ ବା କଲଏଡ଼ୀୟ ଦ୍ରବଣ କୁହାଯାଏ । କଲଏଡ୍‌ର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟରେ ସମାନ ଭାବରେ ଖେଳେଇ ହୋଇ ରହିଥାଏ । ତୁଳନାତ୍ମକ ଭାବେ ସସ୍‌ପେନ୍‌ସନର କଣିକାଠାରୁ କଲଏଡ଼ୀୟ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ କ୍ଷୁଦ୍ର ଆକାର ବିଶିଷ୍ଟ ହୋଇଥିବାରୁ କଲଏଡ଼ୀୟ ମିଶ୍ରଣ ଦେଖିବାକୁ ସମଜାତୀୟ ହୋଇଥାଏ । କିନ୍ତୁ ପ୍ରକୃତରେ କଲଏଡ଼ୀୟ ଦ୍ରବଣଟି ଏକ ବିଷମ ଜାତୀୟ ମିଶ୍ରଣ ଅଟେ । ଯଥା- କ୍ଷୀର ।

କଲଏଡ଼ୀୟ କଣିକାଗୁଡିକର କ୍ଷୁଦ୍ର ଆକାର ପାଇଁ ଆମେ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ଖାଲି ଆଖିରେ ଦେଖି ପାରୁନାହିଁ କିନ୍ତୁ ଏହି କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ସହଜରେ ଆଲୋକରଶ୍ମିକୁ ବିଚ୍ଛୁରିତ କରାଇଥାଏ (ଯାହା ତୁମପାଇଁ କାମ 2.2ରୁ ଜଣାପଡୁଛି) । ଆଲୋକର ଏହି ବିଚ୍ଛୁରିତ ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ଟିଣ୍ଡାଲ୍ ପ୍ରଭାବ (Tyndall Effect) କୁହାଯାଏ । ଯେଉଁ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଏହାକୁ ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ ତାଙ୍କ ନାମ ଅନୁସାରେ ଏପରି ନାମକରଣ କରାଯାଇଛି ।

ଟିଣ୍ଡାଲ ସିଦ୍ଧାନ୍ତକୁ ମଧ୍ୟ ସହଜରେ ପରୀକ୍ଷା କରାଯାଇପାରିବ । ଯେତେବେଳେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର ଛିଦ୍ର ମଧ୍ୟଦେଇ ଏକ ଘର ଭିତରକୁ ପ୍ରବେଶକରେ ସେତେବେଳେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିର ଗତିପଥକୁ ଆମେ ଦେଖିପାରୁ । ବାୟୁରେ ଥିବା ଧୂଳିକଣା ଓ ଧୂଆଁର କଣିକାମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଆଲୋକ ରଶ୍ମିର ବିଚ୍ଛୁରଣ ଯୋଗୁଁ ଏହା ଦୃଶ୍ୟମାନ ହୋଇଥାଏ ।



ଚିତ୍ର **2.3** (a) କପର ସଲ୍‌ଫେଟର ଦ୍ରବଣ ଟିଣ୍ଡାଲ୍ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଦେଖାଏ ନାହିଁ
(b) ଜଳ ଏବଂ କ୍ଷୀରର ମିଶ୍ରଣ ଟିଣ୍ଡାଲ୍ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଦେଖାଏ

ଘନ ଜଙ୍ଗଲର ବିତାନ (canopy) ମଧ୍ୟଦେଇ ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକର ରଶ୍ମିଗୁଚ୍ଛ ଗତିକଲାବେଳେ ଟିଣ୍ଡାଲ୍ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଦେଖିହୁଏ । ଜଙ୍ଗଲରେ କୁହୁଡ଼ି ମଧ୍ୟରେ ଛୋଟ ଛୋଟ

ଜଳକଣା ରହିଥାଏ । ଏହା ବାୟୁ ମଧ୍ୟରେ ବିକ୍ଷେପିତ ହୋଇଥାଏ ଓ କଲଏଡ଼ୀୟ କଣିକା ସଦୃଶ କାର୍ଯ୍ୟକରେ । ତେଣୁ ଘନ ଜଙ୍ଗଲରେ ବଡ଼ ବଡ଼ ଗଛ ଫାଙ୍କ ଦେଇ ଆଲୋକ ଗତିକଲାବେଳେ ଆଲୋକର ଗତିପଥ ଦେଖିହୁଏ ।

ଚିତ୍ର **2.4** ଟିଣ୍ଡାଲ୍ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ

କଲଏଡ଼୍‌ର ଧର୍ମ :

(Properties of a Colloid)

- କଲଏଡ଼୍ ଏକ ଅସମଜାତୀୟ ମିଶ୍ରଣ ।
- କଲଏଡ଼୍ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ବହୁତ ଛୋଟ ଓ ଏଗୁଡ଼ିକୁ ଗୋଟି ଗୋଟି କରି ଖାଲି ଆଖିରେ ଦେଖିବା ଅନେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ ।
- କଲଏଡ଼୍‌ର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ କିନ୍ତୁ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ପାଇଁ ବହୁତ ବଡ଼, ଯାହାଫଳରେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମିଗୁଡ଼ିକ ଏହା ମଧ୍ୟଦେଇ ଗତିକଲାବେଳେ ବିଚ୍ଛୁରିତ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ଏହାର ଗତିପଥ କଲଏଡ଼୍ ଭିତରେ ଦେଖାଯାଏ ।
- ଏହାକୁ ହଲଚଲ ନକରି ରଖିଲେ ମଧ୍ୟ ଏହି କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ତଳେ ବସିଯାଏ ନାହିଁ । ତେଣୁ କଲଏଡ଼୍ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ସ୍ଥିର ଅଟେ ।
- ପରିସ୍ରବଣ ପଦ୍ଧତି ଦ୍ୱାରା କଲଏଡ଼୍ କଣିକାଗୁଡ଼ିକୁ ମିଶ୍ରଣରୁ ପୃଥକ୍ କରାଯାଇପାରିବ ନାହିଁ । ମାତ୍ର ଏକ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର କେନ୍ଦ୍ରାପସାରଣ (centrifugation) ପଦ୍ଧତି ଦ୍ୱାରା କଲଏଡ଼ୀୟ କଣିକାଗୁଡ଼ିକୁ ଦ୍ରବଣରୁ ଅଲଗା କରାଯାଇପାରିବ ।

କଲଏଡ଼ୀୟ ଦ୍ରବଣର ଉପାଦାନ ଗୁଡ଼ିକ ହେଲା ବିକ୍ଷେପିତ ପ୍ରାବସ୍ଥା (dispersed phase) ଓ ବିକ୍ଷେପଣ ମାଧ୍ୟମ (dispersion medium) । କଲଏଡ଼୍ ଆକାରରେ ଥିବା ଦ୍ରବ ସଦୃଶ ଉପାଦାନ ବା ବିକ୍ଷେପିତ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ବିସ୍ତାରିତ ଭାବେ ଭାସି ବୁଲୁଥିବା ମାଧ୍ୟମକୁ ବିକ୍ଷେପଣ ମାଧ୍ୟମ କୁହାଯାଏ । ବିକ୍ଷେପଣ ମାଧ୍ୟମରେ ବିକ୍ଷେପିତ କଲଏଡ଼୍ କଣିକାଗୁଡ଼ିକର ଅବସ୍ଥା ଅନୁସାରେ କଲଏଡ଼୍‌ର ତିନିପ୍ରକାରର ଶ୍ରେଣୀବିଭାଗ କରାଯାଏ ଯଥା- କଠିନ, ତରଳ କିମ୍ବା ଗ୍ୟାସୀୟ ।

ନିମ୍ନ ସାରଣୀ 2.1ରେ କେତୋଟି ସାଧାରଣ ଉଦାହରଣ ଦିଆଯାଇଛି, ଯାହାକି ଆମେ ନିତିଦିନିଆ ଜୀବନରେ ଦେଖିବାକୁ ପାଇଥାଉ ।

ସାରଣୀ : 2.1 କଲଏଡ଼୍‌ର ସାଧାରଣ ଉଦାହରଣ

ବିକ୍ଷେପିତ ପ୍ରାବସ୍ଥା	ବିକ୍ଷେପଣ ମାଧ୍ୟମ	ପ୍ରକାର	ଉଦାହରଣ
ତରଳ	ଗ୍ୟାସ	ଏରୋସଲ	ଘନ କୁହୁଡ଼ି, ବାଦଲ, ଘନୀଭୂତ ବାଷ୍ପ
କଠିନ	ଗ୍ୟାସ	ଏରୋସଲ	ଧୂଆଁ, ମଟରଗାଡ଼ିରୁ ନିର୍ଗତ ବାଷ୍ପ
ଗ୍ୟାସ	ତରଳ	ଫୋମ୍	ଖିଅର ହେବା କ୍ରିମ୍
ତରଳ	ତରଳ	ତରଳ ମିଶ୍ରିତ ପଦାର୍ଥ	କ୍ଷୀର, ମୁହଁଲଗା କ୍ରିମ
କଠିନ	ତରଳ	ସୋଲ୍	ମିଲ୍କ ଅଫ୍ ମ୍ୟାଗ୍ନେସିଆ, କାଦୁଅ
ଗ୍ୟାସ	କଠିନ	ଫୋମ୍	ଫୋମ୍, ରବର, ସ୍ପଞ୍ଜ
ତରଳ	କଠିନ	ଜେଲ୍	ଜେଲି, ଛେନା, ଲହୁଣି
କଠିନ	କଠିନ	କଠିନ ସୋଲ୍	ବହୁ ମୂଲ୍ୟ ରଙ୍ଗୀନ ପଥର, ମିଲ୍କି କାଚ

ପ୍ରଶ୍ନ :

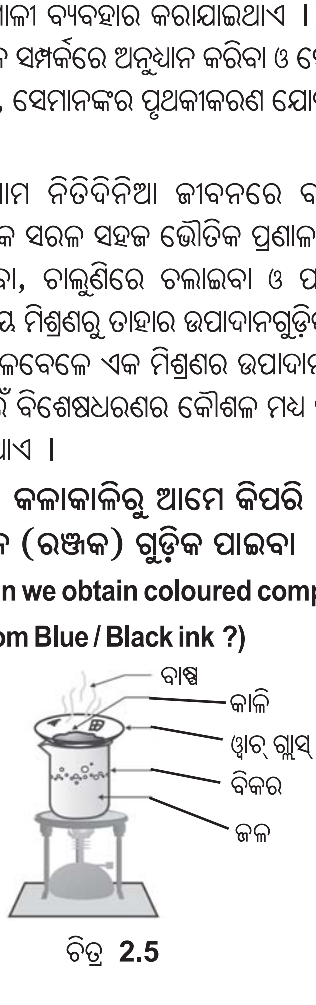
1. ଉଦାହରଣ ସହ ସମଜାତୀୟ ଓ ଅସମଜାତୀୟ ମିଶ୍ରଣ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଅ ।
2. ସୋଲ୍, ଦ୍ରବଣ ଓ ଭାସମାନ କଣିକା ପରସ୍ପରଠାରୁ କିପରି ପୃଥକ୍, ବୁଝାଇଦିଅ ।
3. 293K ତାପମାତ୍ରାରେ 100 ଗ୍ରାମ୍ ଜଳରେ 36 ଗ୍ରାମ୍‌ର ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ଼ ମିଶାଇ ଏକ ପୃକ୍ତ ଦ୍ରବଣ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଗଲା । ଏହାର ଗାଢ଼ତା ଉପରୋକ୍ତ ତାପମାତ୍ରାରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

2.3 ମିଶ୍ରଣର ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର ପୃଥକୀକରଣ (Separating the Components of a Mixture)

ଆମେ ପଢ଼ିଲୁ ଯେ, ଅଧିକାଂଶ ପ୍ରାକୃତିକ ବସ୍ତୁ ରାସାୟନିକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ଶୁଦ୍ଧ ନୁହେଁ । ଗୋଟିଏ ମିଶ୍ରଣରୁ ସେଥିରେ ଥିବା ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକୁ ପାଇବା ନିମନ୍ତେ ବିଭିନ୍ନ ପୃଥକୀକରଣ ପ୍ରଣାଳୀ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇଥାଏ । ମିଶ୍ରଣର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଉପାଦାନ ସମ୍ପର୍କରେ ଅନୁଧ୍ୟାନ କରିବା ଓ ସେମାନଙ୍କୁ ବ୍ୟବହାର କରିବା, ସେମାନଙ୍କର ପୃଥକୀକରଣ ଯୋଗୁଁ ସମ୍ଭବ ହୋଇଥାଏ ।

ଆମେ ଆମ ନିତିଦିନିଆ ଜୀବନରେ ବ୍ୟବହାର କରୁଥିବା କେତେକ ସରଳ ସହଜ ଭୌତିକ ପ୍ରଣାଳୀ ଯଥା : ବାଛିବା, ପାଛୁଡ଼ିବା, ଚାଲୁଣିରେ ଚଲାଇବା ଓ ପରିସ୍ରବଣ ଦ୍ୱାରା ଅସମଜାତୀୟ ମିଶ୍ରଣରୁ ତାହାର ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକୁ ପୃଥକ୍ କରିଥାଉ । ବେଳେବେଳେ ଏକ ମିଶ୍ରଣର ଉପାଦାନ ଗୁଡ଼ିକୁ ପୃଥକ୍ କରିବାପାଇଁ ବିଶେଷଧରଣର କୌଶଳ ମଧ୍ୟ ପ୍ରୟୋଗ କରିବାକୁ ହୋଇଥାଏ ।

2.3.1 ନୀଳ ବା କଳାକାଳିରୁ ଆମେ କିପରି ରଙ୍ଗୀନ ଉପାଦାନ (ରଞ୍ଜକ) ଗୁଡ଼ିକ ପାଇବା ? (How can we obtain coloured component (Dye) from Blue / Black ink ?)



ଚିତ୍ର **2.5**

ତୁମପାଇଁ କାମ : 2.4

ଗୋଟିଏ ବିକରର ଅଧା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପାଣି ନିଅ । ଏକ ୱାଚ୍ ଗ୍ଲାସ ବିକର ଉପରେ ରଖ । (ଚିତ୍ର 2.5) । କିଛି ବୁନ୍ଦା କାଳି ଏହି ୱାଚ୍ ଗ୍ଲାସ ଉପରେ ପକାଅ । ଏବେ ବିକରଟିକୁ ଗରମ କରିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କର । (ଆମେ ସିଧାସଳଖ ଭାବେ କାଳିକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରିବା ନାହିଁ) । ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ ୱାଚ୍ ଗ୍ଲାସରୁ ବାଷ୍ପୀଭବନ ହେଉଛି । ଗରମ କରିବା ଚାଲୁ ରଖିଲେ ବାଷ୍ପୀଭବନ ଘଟିବ ଏବଂ ଗରମ କରିବା ବନ୍ଦ କରିଦେଲେ ତୁମେ ୱାଚ୍ ଗ୍ଲାସରେ ଆଉ ଅଧିକ କିଛି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଦେଖିପାରିବ ନାହିଁ । ଭଲଭାବରେ ୱାଚ୍ ଗ୍ଲାସକୁ ନିରୀକ୍ଷଣ କର ଏବଂ ତୁମର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକୁ ଟିପି ରଖ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଉତ୍ତର ଦିଅ :

- ୱାଚ୍ ଗ୍ଲାସରୁ କିଏ ବାଷ୍ପୀଭୂତ ହୋଇଛି ବୋଲି ତୁମେ ଭାବୁଛ ?
- ୱାଚ୍ ଗ୍ଲାସରେ କିଛି ଅବଶେଷ ରହିଛି କି ?
- ତୁମର ମତ କ'ଣ ? କାଳି ଗୋଟିଏ ଏକକ ବସ୍ତୁ (ଶୁଦ୍ଧ) ନା ଏକ ମିଶ୍ରଣ ?

ଆମେ ଜାଣିଲୁ ଯେ, କାଳି ହେଉଛି ତରଳରେ ରଙ୍ଗର ଏକ ମିଶ୍ରଣ । ବାଷ୍ପୀଭବନ ପ୍ରଣାଳୀରେ ଉଦ୍‌ବାୟୀ ଉପାଦାନ (ତରଳ ଦ୍ରାବକ)କୁ ଅଣ ଉଦ୍‌ବାୟୀ ଉପାଦାନ (ଦ୍ରବ)ଠାରୁ ଅଲଗା କରିହେବ ।

2.3.2 ଆମେ କିପରି କ୍ଷୀରରୁ ସରକୁ ଅଲଗା କରିବା ? (How can We Separate Cream from Milk ?)

ଆଜିକାଲି ଆମେ ବଜାରରୁ ପଲିପ୍ୟାକ୍‌ରେ ପୂର୍ଣ୍ଣଲହୁଣୀଯୁକ୍ତ ବା ସ୍ୱାସ୍ଥ୍ୟ ଉପଯୋଗୀ ଆଂଶିକ ଲହୁଣୀଯୁକ୍ତ କ୍ଷୀର (Toned & double toned milk) ପାଉଛେ । ଏହି ପ୍ରକାର କ୍ଷୀର ଗୁଡ଼ିକରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପରିମାଣର ଚର୍ବି ଅଂଶ ରହିଥାଏ ।

ତୁମପାଇଁ କାମ : 2.5

ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ସରଥିବା କ୍ଷୀର ଏକ ପରୀକ୍ଷାନଳୀରେ ନିଅ । ଦୁଇ ମିନିଟ୍ ପାଇଁ ଏକ ସେଣ୍ଟ୍ରିଫ୍ୟୁଜିଂ ଯନ୍ତ୍ର (centrifusing machine) ସାହାଯ୍ୟରେ ଏହାକୁ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କର । ଯଦି ସ୍କୁଲରେ ସେଣ୍ଟ୍ରିଫ୍ୟୁଜିଂ ଯନ୍ତ୍ର ନମିଳେ, ଘରେ ରୋଷାଇଶାଳରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ମନ୍ଥନ ଦଣ୍ଡ ସାହାଯ୍ୟରେ ଏହି ଘୂରେଇବା କାର୍ଯ୍ୟ କରିପାରିବ । ଏପରି ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କଲେ କ'ଣ ହୁଏ ?

ଯଦି ନିକଟରେ ଦୁଗ୍ଧ ଉତ୍ପାଦନ କେନ୍ଦ୍ର (dairy farm) ଅଛି ସେଠାକୁ ଯାଅ ଏବଂ ପଚାରିବୁଝ (i) କ୍ଷୀରରୁ କିପରି ସରକୁ ସେମାନେ ଅଲଗା କରୁଛନ୍ତି ଏବଂ (ii) କ୍ଷୀରରୁ କିପରି ସେମାନେ ପନିର୍ ତିଆରି କରୁଛନ୍ତି ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଉତ୍ତର ଦିଅ :

- କ୍ଷୀରକୁ ମନ୍ଥନ କରିସାରିବାପରେ ତୁମେ କ'ଣ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲ ?
- କ୍ଷୀରରୁ ସର କିପରି ଅଲଗା କରାଯାଇପାରିବ, ବୁଝାଇ ଦିଅ ।

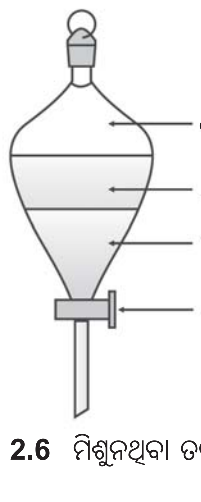
ବେଳେ ବେଳେ କୌଣସି ଏକ ତରଳରେ ଥିବା ଘନ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଅତି କ୍ଷୁଦ୍ର ହୋଇଥାଏ ଓ ଫିଲଟର କାଗଜ ମଧ୍ୟଦେଇ ଗତିକରି ପାରେ । ଏହି ପ୍ରକାର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ପୃଥକୀକରଣ ନିମନ୍ତେ ପରିସ୍ରବଣ କୌଶଳ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇପାରିବ ନାହିଁ । କେନ୍ଦ୍ରାପସାରଣ ପଦ୍ଧତି ଦ୍ୱାରା ଏହି ମିଶ୍ରଣକୁ ପୃଥକ୍ କରାଯାଇପାରିବ ।

ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ ମିଶ୍ରଣର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଦ୍ରୁତ ବେଗରେ ଘୂରିଲା ବେଳେ ଅଧିକ ସାନ୍ଦ୍ରତା ବିଶିଷ୍ଟ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ତଳେ ବସିଯାଏ ଏବଂ ହାଲୁକା କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଉପରେ ରହିଯାଏ । ତେଣୁ ସେଗୁଡ଼ିକର ପୃଥକୀକରଣ ହୋଇଥାଏ ।

କେନ୍ଦ୍ରାପସାରଣ ପଦ୍ଧତିର ପ୍ରୟୋଗ :

- ରୋଗନିର୍ଣ୍ଣୟ ବିଜ୍ଞାନାଗାରରେ ରକ୍ତ ଓ ମୂତ୍ର ପରୀକ୍ଷା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
- ଦୁଗ୍ଧଜାତୀୟ ପଦାର୍ଥର ଉତ୍ପାଦନ କେନ୍ଦ୍ର ଓ ଘରେ ସରରୁ ଲହୁଣୀ ପ୍ରସ୍ତୁତ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।
- ଲୁଗାସଫା ମେସିନ୍‌ରେ ଓଦା ଲୁଗାରୁ ଜଳ ଅପସାରଣ କରିବାପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

2.3.3 ଆମେ କିପରି ଦୁଇଟି ମିଶୁନଥିବା ତରଳ ପଦାର୍ଥର ମିଶ୍ରଣକୁ ଅଲଗା କରିପାରିବା ? (How can We Separate A Mixture of Two Immiscible Liquids ?)



ଚିତ୍ର **2.6** ମିଶୁନଥିବା ତରଳଗୁଡ଼ିକର ପୃଥକୀକରଣ

ତୁମପାଇଁ କାମ : 2.6

- ଆସ ଆମେ ଏକ ପୃଥକ୍‌କାରୀ ଫନେଲ ସାହାଯ୍ୟରେ କିରୋସିନ୍ ତେଲକୁ ଜଳରୁ ଅଲଗା କରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରିବା ।
- କିରୋସିନ ତେଲ ଓ ଜଳର ମିଶ୍ରଣକୁ ଏକ ପୃଥକ୍‌କାରୀ ଫନେଲରେ ଢାଳ ।
- ଏହାକୁ କିଛି ସମୟ ପାଇଁ ହଲଚଲ ନକରି ରଖ । ଏହା ଯୋଗୁଁ କିରୋସିନ ଓ ଜଳର ପୃଥକ୍ ପୃଥକ୍ ସ୍ତର ସୃଷ୍ଟି ହେବ ।
- ପୃଥକ୍‌କାରୀ ଫନେଲର ଷ୍ଟପକକ୍ (stopcock) ଖୋଲିଦିଅ ଓ ତଳ ସ୍ତରରେ ଥିବା ଜଳକୁ ଯତ୍ନ ସହକାରେ ତଳ ମୁହଁ ବାଟେ କାଢ଼ି ନିଅ ।
- ପୃଥକ୍‌କାରୀ ଫନେଲର ଉପର ସ୍ତରରେ ଥିବା ତେଲ ଯେତେବେଳେ ଷ୍ଟପକକ୍ ନିକଟକୁ ଖସି ଆସିବ ସେତେବେଳେ ଷ୍ଟପକକ୍‌କୁ ମୋଡ଼ି ପୁନର୍ବାର ବନ୍ଦ କରିଦିଅ ।

ପ୍ରୟୋଗ :

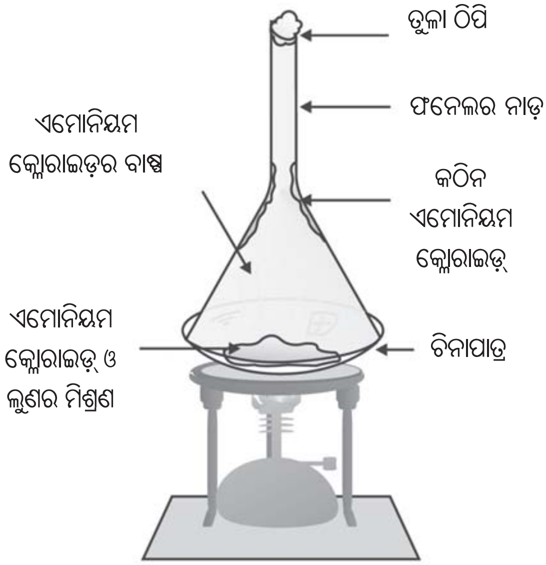
- ଏହା ତେଲ ଓ ଜଳର ମିଶ୍ରଣକୁ ଅଲଗା କରେ ।
- ଲୁହାକୁ ତାହାର ଧାତୁପିଣ୍ଡରୁ ଅଲଗା କଲାବେଳେ ଏହି ପଦ୍ଧତି ଦ୍ୱାରା ହାଲୁକା ଧାତୁମଳ (slag)କୁ ଉପର ସ୍ତରରୁ ଅଲଗା କରି ଦିଆଯାଏ, ଯାହାଫଳରେ ତରଳ ଲୁହା ଫର୍ଣ୍ଣେସର ତଳେ ରହିଯାଏ ।

ଏହି ପଦ୍ଧତି ଦ୍ୱାରା ଦୁଇଟି ମିଶି ପାରୁନଥିବା ତରଳକୁ ସେମାନଙ୍କର ସାନ୍ଦ୍ରତା ପାର୍ଥକ୍ୟ ଯୋଗୁଁ ଦୁଇଟି ସ୍ତରରେ ପୃଥକ କରିହୁଏ ।

2.3.4 ଆମେ କିପରି ସାଧାରଣ ଲୁଣ ଏବଂ ଏମୋନିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ମିଶ୍ରଣକୁ ପୃଥକ କରିପାରିବା ?

ଆମେ ପ୍ରଥମ ଅଧ୍ୟାୟରୁ ଜାଣିଛୁ ଯେ ଏମୋନିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍‌କୁ ଗରମ କଲେ ତାହା କଠିନ ଅବସ୍ଥାରୁ ସିଧାସଳଖ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥାକୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ । ତେଣୁ ଏହି ପ୍ରକାର ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତୀ ଉପାଦାନ ରହିଥିବା ମିଶ୍ରଣର ପୃଥକୀକରଣ ପାଇଁ ଆମେ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନ ପ୍ରଣାଳୀ ଅନୁସରଣ କରୁ, ଯାହାକି ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତୀ (sublimable) ଉଦବାୟୀ ଉପାଦାନକୁ ଅଣ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତୀ (non-sublimable) ଅପଦ୍ରବ (ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ

ଲୁଣ) ଠାରୁ ଅଲଗା କରିଦିଏ । କେତେକ କଠିନ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତୀର ଉଦାହରଣ ହେଲା : ଏମୋନିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ୍, କର୍ପୂର, ନାଫ୍‌ଥାଲିନ୍ ଏବଂ ଆନ୍ଥ୍ରାସିନ୍ (anthracene) ।

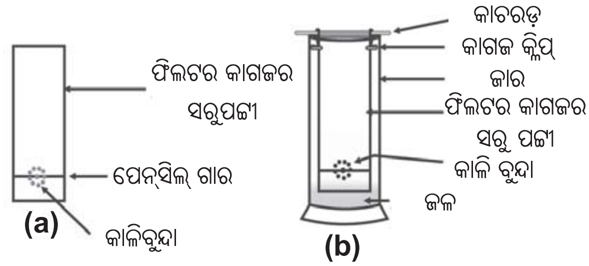


ଚିତ୍ର **2.7** ଏମୋନିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ଼୍ ଓ ଲୁଣର ପୃଥକୀକରଣ

2.3.5 କଳା କାଳିର ରଞ୍ଜକ ଏକ ରଙ୍ଗ ବିଶିଷ୍ଟ କି ? (Is the Dye in Black Ink a Single Colour ?)

ତୁମପାଇଁ କାମ : 2.7

- ଫିଲ୍‌ଟର କାଗଜର ଏକ ସରୁପଟ୍ଟୀ (strip) ନିଅ ।
- ଏହି ପଟ୍ଟୀର ତଳଧାରରୁ ପ୍ରାୟ 3 ସେ.ମି. ଉପରେ ପେନସିଲ୍ ବ୍ୟବହାର କରି ଏକ ଗାର ଟାଣ ।
- ଗୋଟିଏ କାଳି କଲମରୁ ଏକ ଛୋଟ ବୁନ୍ଦା କାଳି ଏହି ଗାରର ମଧ୍ୟଭାଗରେ ପକାଅ ଓ ଏହାକୁ ଶୁଖିବାକୁ ଦିଅ ।
- ଜଳଥିବା ଏକ ବିକର ଭିତରେ ଫିଲ୍‌ଟର ପେପରକୁ ପୂରାଅ ଯେପରି କାଳି ବୁନ୍ଦାଟି ଜଳ ସ୍ତରର ଠିକ୍ ଉପରକୁ ରହିବ । [ଚିତ୍ର 2.8 (a, b)] ଏହାକୁ ହଲଚଲ ନ କରି ରଖ ।
- ଜଳ ଫିଲ୍‌ଟର ପେପରରେ ଉପରକୁ ଉଠିଲା ବେଳେ କ'ଣ ହେଉଛି ଭଲ ଭାବରେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ନିଜର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣକୁ ଲେଖିରଖ ।



ଚିତ୍ର **2.8** କଳା କାଳିରୁ କ୍ରୋମାଟୋଗ୍ରାଫି ଦ୍ୱାରା ରଞ୍ଜକର ପୃଥକୀକରଣ

ବର୍ତ୍ତମାନ ଉତ୍ତର ଦିଅ :

- ଜଳ ଉପରକୁ ଉଠିଲାବେଳେ ଫିଲଟର କାଗଜ ଉପରେ ତୁମେ କ'ଣ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ କରୁଛ ?
- ତୁମେ କ'ଣ ଫିଲ୍‌ଟର କାଗଜ ପଟ୍ଟୀରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ରଙ୍ଗ ପାଉଛ କି ?
- ତୁମ ମତରେ ଫିଲ୍‌ଟର କାଗଜ ପଟ୍ଟୀରେ ରଙ୍ଗୀନ ଦାଗ ଉପରକୁ ଉଠିବାର କାରଣ କ'ଣ ହୋଇପାରେ ?

ଆମେ ଯେଉଁ କାଳି ବ୍ୟବହାର କରୁ ସେଥିରେ ଜଳ ଦ୍ରାବକ ଭାବେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ ରଞ୍ଜକ ତାହା ମଧ୍ୟରେ ଦ୍ରବଣୀୟ ହୋଇ ରହିଥାଏ । ଯେତେବେଳେ ଜଳ ଫିଲ୍‌ଟର କାଗଜରେ ଉପରକୁ ଉଠେ ସେତେବେଳେ ସେହି ଜଳ ନିଜ ସାଙ୍ଗରେ ରଞ୍ଜକର କଣିକାଗୁଡ଼ିକୁ ନେଇ ଉପରକୁ ଉଠେ । ଗୋଟିଏ ରଞ୍ଜକ ସାଧାରଣତଃ ଦୁଇ ବା ତତୋଽଧିକ ରଙ୍ଗର ମିଶ୍ରଣ ଅଟେ । ରଙ୍ଗର ଯେଉଁ ଉପାଦାନ ଜଳରେ ବେଶୀ ଦ୍ରବଣୀୟ ହୋଇଥାଏ ତାହା ଶୀଘ୍ର ଉପରକୁ ଉଠିଯାଏ ଏବଂ ଏହି ପ୍ରଣାଳୀରେ ରଞ୍ଜକର ରଙ୍ଗଗୁଡ଼ିକ ଅଲଗା ଅଲଗା ହୋଇଯାଏ ।

ମିଶ୍ରଣର ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର ପୃଥକୀକରଣର ଏହି ପ୍ରଣାଳୀକୁ କ୍ରୋମାଟୋଗ୍ରାଫି (chromatography) କୁହାଯାଏ । ଗ୍ରୀକ୍ ଭାଷାରେ 'କ୍ରୋମା'ର ଅର୍ଥ ରଙ୍ଗ । ରଙ୍ଗଗୁଡ଼ିକୁ ପୃଥକୀକରଣ କରିବାପାଇଁ ପ୍ରଥମେ ଏହି ପ୍ରଣାଳୀ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଉଥିଲା । ତେଣୁ ଏହି ପ୍ରଣାଳୀର ନାମ ଏପରି ଦିଆଯାଇଛି । କ୍ରୋମାଟୋଗ୍ରାଫି ଏପରି ଏକ ପ୍ରଣାଳୀ ଯାହାକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ଗୋଟିଏ ଦ୍ରାବକରେ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହୋଇଥିବା ଏକାଧିକ ଦ୍ରବ ପୃଥକ୍ କରିହୁଏ ।

ପ୍ରଯୁକ୍ତି ବିଦ୍ୟାର ଉନ୍ନତିଯୋଗୁ କ୍ରୋମାଟୋଗ୍ରାଫିର ନୂତନଧରଣର ଉନ୍ନତ କୌଶଳ ବାହାରିପାରିଛି । ତୁମେ ଉଚ୍ଚ ଶ୍ରେଣୀରେ ଏହି କ୍ରୋମାଟୋଗ୍ରାଫି ବିଷୟରେ ଅଧିକ ପଢ଼ିବ ।

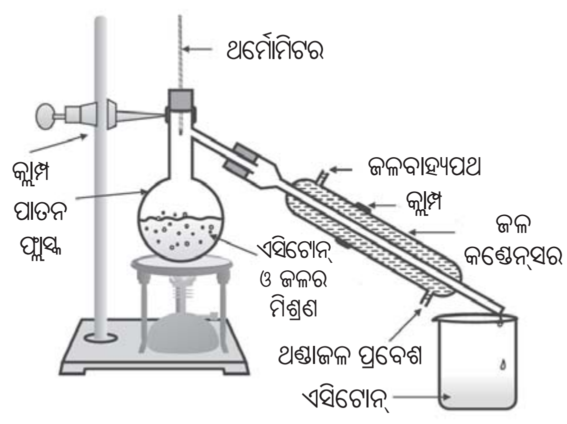
ପ୍ରୟୋଗ :

- ଏହା ରଞ୍ଜକରେ ଥିବା ରଙ୍ଗମାନଙ୍କୁ ଅଲଗା କରେ ।
- ଏହା ପ୍ରାକୃତିକ ରଙ୍ଗରୁ ବର୍ଣ୍ଣକଣା (pigments) ଗୁଡ଼ିକୁ ଅଲଗା କରେ ।
- ଏହା ନିଶାଦ୍ରବ୍ୟକୁ ରକ୍ତରୁ ଅଲଗା କରେ ।

2.3.6 ଆମେ କିପରି ଏକ ମିଶ୍ରଣରୁ ଦୁଇଟି ମିଶିଯାଇଥିବା ତରଳକୁ ଅଲଗା କରିପାରିବା ? (How can We Separate a Mixture of two Miscible Liquids ?

ତୁମପାଇଁ କାମ : 2.8

- ଆମେ ପ୍ରଥମେ ଏସିଟୋନ୍ ଏବଂ ଜଳକୁ ସେମାନଙ୍କର ମିଶ୍ରଣରୁ ପୃଥକ୍ କରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରିବା ।
- ଏହି ମଶ୍ରଣକୁ ଏକ ପାତନ ଫ୍ଲାସ୍କରେ ନିଅ । ଏଥିରେ ଏକ ଥର୍ମୋମିଟର ସଂଯୋଗ କର ।
- ଚିତ୍ର 2.9 ଅନୁସାରେ ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକୁ ସଜାଅ ।
- ଥର୍ମୋମିଟର ଉପରେ ଲକ୍ଷ୍ୟ ରଖି ଏହି ମିଶ୍ରଣକୁ ଧୀରେ ଧୀରେ ଗରମ କର ।
- ଏସିଟୋନ୍ ବାଷ୍ପୀଭୂତ ହୋଇ କଣ୍ଡେନ୍‌ସର (condenser)କୁ ଚାଲିଯିବ ଓ ସେଥିରେ ଘନୀଭୂତ ହେବ । ଏହାକୁ କଣ୍ଡେନ୍‌ସରର ବହିର୍ଗମନ ପଥ ଦେଇ ସଂଗ୍ରହ କରିହେବ ।
- ପାତନ ଫ୍ଲାସ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଜଳ ରହିଯିବ ।



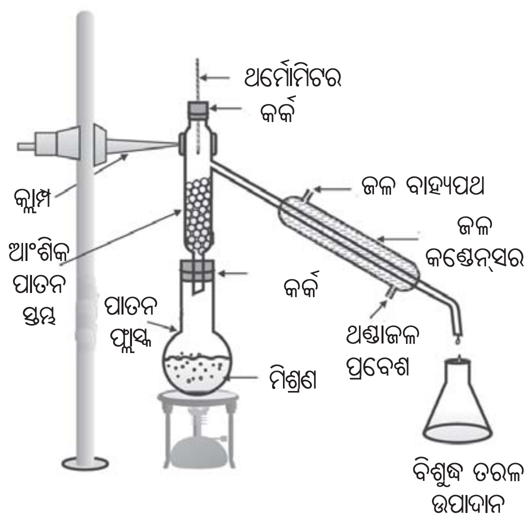
ଚିତ୍ର **2.9** ଦୁଇଟି ମିଶିଯାଇଥିବା ତରଳର ପାତନ ପଦ୍ଧତିରେ ପୃଥକୀକରଣ

ବର୍ତ୍ତମାନ ଉତ୍ତର ଦିଅ :

- ମିଶ୍ରଣ ଗରମ ହେବାକୁ ଆରମ୍ଭ ହେଲାବେଳେ ତୁମେ କ'ଣ ଦେଖିଲ ?
- କେଉଁ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥର୍ମୋମିଟରର ପଠନାଙ୍କ (reading) କିଛି ସମୟ ପାଇଁ ସ୍ଥିର ରହିଲା ?
- ଏସିଟୋନ୍‌ର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ କେତେ ?
- କାହିଁକି ଦୁଇଟି ଉପାଦାନ ଅଲଗା ହେଲା ?

ଏହି ପ୍ରଣାଳୀକୁ ପାତନ କୁହାଯାଏ । ଯେଉଁ ଦୁଇଟି ମିଶିଯାଇଥିବା ତରଳଗୁଡ଼ିକର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ତାପମାତ୍ରାରେ ଯଥେଷ୍ଟ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଥାଏ ଓ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇ ଫୁଟିଲାବେଳେ ଅପଘଟିତ ହୁଅନ୍ତି ନାହିଁ ସେହି ତରଳ ମିଶ୍ରଣର ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକୁ ପୃଥକ୍ କରିବା ପାଇଁ ଏହି ପ୍ରଣାଳୀ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

ଯେଉଁମାନଙ୍କ ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ 25Kରୁ କମ୍ ଅଟେ, ସେହି ପ୍ରକାରର ଦୁଇ ବା ଅଧିକ (ମିଶିଯାଇଥିବା) ତରଳଗୁଡ଼ିକର ମିଶ୍ରଣକୁ ଆଂଶିକ ପାତନ ପ୍ରଣାଳୀ ବ୍ୟବହାର କରି ପୃଥକ୍ କରାଯାଇ ପାରିବ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ : ବାୟୁରୁ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଗ୍ୟାସୀୟ ଉପାଦାନକୁ ଅଲଗା କରିବା, ପେଟ୍ରୋଲିୟମଜାତ ଦ୍ରବ୍ୟରେ ଥିବା ଛୋଟ ଛୋଟ ଅଂଶବିଶେଷକୁ ଅଲଗା କରିବା ଇତ୍ୟାଦି ।



ଚିତ୍ର **2.10** ଆଂଶିକ ପାତନ

ପାତନ ଫ୍ଲାସ୍କ ଓ କଣ୍ଡେନ୍‌ସର ମଧ୍ୟରେ କେବଳ ଆଂଶିକ ପାତନ ସ୍ତମ୍ଭ ସଂଯୋଗ ହେବା ବ୍ୟତୀତ ଏହାର ଉପକରଣଗୁଡ଼ିକ ଏକ ସରଳ ପାତନ ଯନ୍ତ୍ରର ଉପକରଣ ସହିତ ସମାନ । ଏକ ସରଳ ଆଂଶିକ ସ୍ତମ୍ଭ ହେଉଛି ଏକ ନଳୀ ଯାହା ମଧ୍ୟରେ ସଛିଦ୍ର କାଚ ମାଳିଗୁଡ଼ିକ ଖୁନ୍ଦି ହୋଇ ରହିଥାଆନ୍ତି । ବାଷ୍ପ ବାରମ୍ବାର ଥଣ୍ଡା ଓ ଘନୀଭୂତ ହେବା ପାଇଁ ଏହି ସଛିଦ୍ର କାଚମାଳି ପୃଷ୍ଠଯୋଗାଇଥାନ୍ତି । କାଚମାଳିଗୁଡ଼ିକର ପୃଷ୍ଠ ବାଷ୍ପକୁ ବାରମ୍ବାର ଥଣ୍ଡା ଓ ଘନୀଭୂତ ହେବାରେ ସହାୟତା କରନ୍ତି ।

2.3.7 ଆମେ କିପରି ବାୟୁରୁ ବିଭିନ୍ନ ଗ୍ୟାସଗୁଡ଼ିକ ପାଇବା ?
(How can We Obtain Different Gases from Air ?)

ବାୟୁ ହେଉଛି ଏକ ସମଜାତୀୟ ମିଶ୍ରଣ । ଆଂଶିକ ପାତନ ପ୍ରଣାଳୀରେ ଏହା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକୁ ଅଲଗା କରାଯାଇପାରିବ । ଚିତ୍ର 2.11 ର ପ୍ରବାହ ଚିତ୍ର (flow diagram) ରେ ଏହି ପ୍ରଣାଳୀର ସୋପାନଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି ।

ବାୟୁ

↓

ଚାପବୃଦ୍ଧି ଓ ତାପମାତ୍ରା ହ୍ରାସଦ୍ୱାରା ସଙ୍କୁଚିତ ଓ ଥଣ୍ଡା ହେବା

↓

ତରଳବାୟୁ

↓

ଆଂଶିକ ପାତନ ସ୍ତମ୍ଭରେ ଧୀରେ ଧୀରେ ଗରମ ହେବାକୁ ଦିଅ

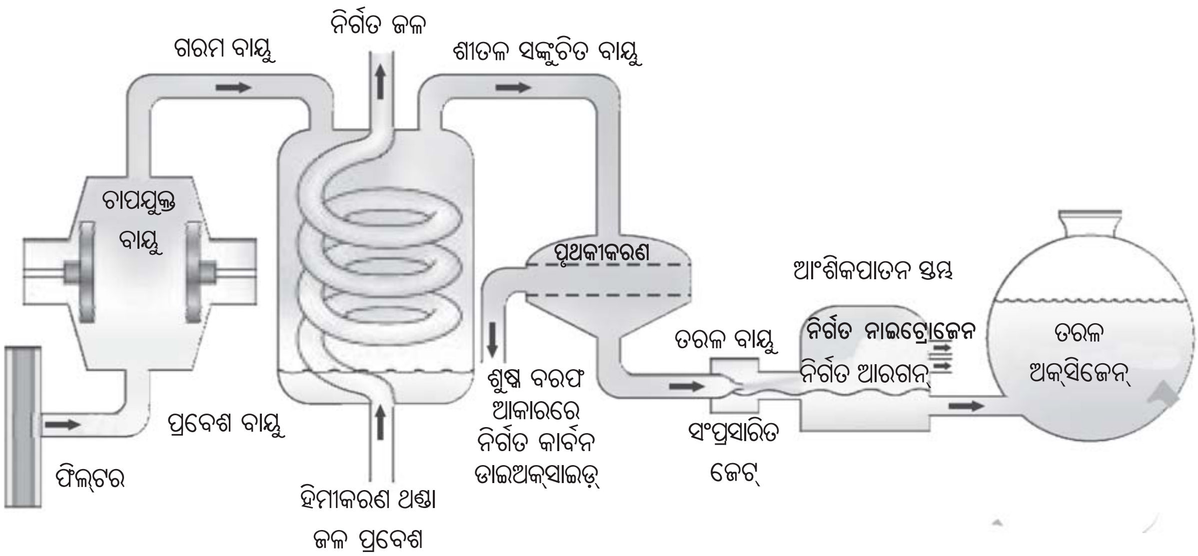
↓

ଗ୍ୟାସଗୁଡ଼ିକ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଉଚ୍ଚତାରେ ଅଲଗା ହେବେ

↓

	ଅକ୍‌ସିଜେନ୍	ଆରଗନ୍	ନାଇଟ୍ରୋଜେନ୍
ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ (^0C)	-183	-186	-196
ବାୟୁରେ ଥିବା ଶତକଡ଼ା ଆୟତନ	20.9%	0.9%	78.1%

ଚିତ୍ର **2.11** ବାୟୁରୁ ତାହାର ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକୁ ଅଲଗା କରିବା ପ୍ରଣାଳୀର ପ୍ରବାହ ଚିତ୍ର



ଚିତ୍ର **2.12** ବାୟୁର ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର ପୃଥକୀକରଣ

ଯଦି ଆମେ ବାୟୁରୁ ଅକ୍‌ସିଜେନ୍ ଗ୍ୟାସ ପାଇବାକୁ ଚାହିଁବା ତେବେ ଆମକୁ ବାୟୁରେ ରହିଥିବା ଅନ୍ୟ ସମସ୍ତ ଗ୍ୟାସକୁ ଅଲଗା କରିବାକୁ ହେବ (ଚିତ୍ର 2.12) । ବାୟୁର ଚାପ ବୃଦ୍ଧି କରି ତାହାକୁ ସଙ୍କୁଚିତ କରିବା ପରେ ତାହାର ତାପମାତ୍ରାକୁ ହ୍ରାସକଲେ ତରଳବାୟୁ ମିଳିବ । ଆଂଶିକ ପାତନ ସ୍ତମ୍ଭରେ ତରଳବାୟୁକୁ ଧୀରେ ଧୀରେ ଗରମ କଲେ ବାୟୁରେ ଥିବା ଗ୍ୟାସଗୁଡ଼ିକ ସେମାନଙ୍କ ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ଅନୁସାରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଉଚ୍ଚତାରେ ଅଲଗା ହୋଇଯିବେ ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

- ବାୟୁରେ ଥିବା ବିଭିନ୍ନ ଗ୍ୟାସଗୁଡ଼ିକୁ ସେମାନଙ୍କର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କର ବର୍ଦ୍ଧିତକ୍ରମରେ ସଜାଅ ।
- ବାୟୁ ଥଣ୍ଡା ହେଲାବେଳେ କେଉଁ ଗ୍ୟାସ ପ୍ରଥମେ ତରଳରେ ପରିଣତ ହୁଏ ?

2.3.8 ଆମେ କିପରି ଅଶୁଦ୍ଧ ନମୁନାରୁ ବିଶୁଦ୍ଧ କପର୍ ସଲ୍‌ଫେଟ୍ ପାଇବା ? (How can We Obtain Pure Copper Sulphate from an Impure Sample ?)

ତୁମପାଇଁ କାମ : 2.9

ପ୍ରଥମେ ଏକ ଚିନାପାତ୍ରରେ କିଛି (ପ୍ରାୟ 5g) ଅଶୁଦ୍ଧ କପର ସଲ୍‌ଫେଟ୍‌ର ନମୁନା ନିଅ ।

- ଏହାକୁ ସର୍ବନିମ୍ନ ପରିମାଣର ଜଳରେ ଦ୍ରବୀଭୂତ କର ।
- ଏଥିରୁ ଅପଦ୍ରବ ପଦାର୍ଥକୁ ଛାଣି ବାହାର କରିଦିଅ ।
- ପୃକ୍ତ ଦ୍ରବଣ ପାଇବାପାଇଁ କପର ସଲଫେଟ୍ ଦ୍ରବଣରୁ ଜଳକୁ ବାଷ୍ପୀଭୂତ କରାଅ ।
- ଦ୍ରବଣକୁ ଏକ ଫିଲ୍‌ଟର କାଗଜ ଦ୍ୱାରା ଘୋଡ଼ାଇ ଦିଅ ଓ ଦିନକ ପାଇଁ ହଲଚଲ ନକରି ଘର ତାପମାତ୍ରାରେ (room temperature) ଧୀରେ ଧୀରେ ଥଣ୍ଡା ହେବାକୁ ଛାଡ଼ିଦିଅ ।
- ଚିନା ପାତ୍ରରେ ତୁମେ କପର ସଲ୍‌ଫେଟ୍‌ର ସ୍ଫଟିକ ପାଇବ ।
- ଏହି ପ୍ରଣାଳୀକୁ ସ୍ଫଟିକୀକରଣ (cystallisation) କୁହାଯାଏ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଉତ୍ତର ଦିଅ :

- ଚିନା ପାତ୍ରରେ ତୁମେ କ'ଣ ନିରୀକ୍ଷଣ କଲ ?
- ସ୍ଫଟିକଗୁଡ଼ିକ କ'ଣ ଏକାଭଳି ଦେଖାଯାଉଛି କି ?
- ଚିନାପାତ୍ରରେ ଥିବା ତରଳ ମଧ୍ୟରୁ ତୁମେ କିପରି ସ୍ଫଟିକଗୁଡ଼ିକୁ ପୃଥକ କରିପାରିବ ?

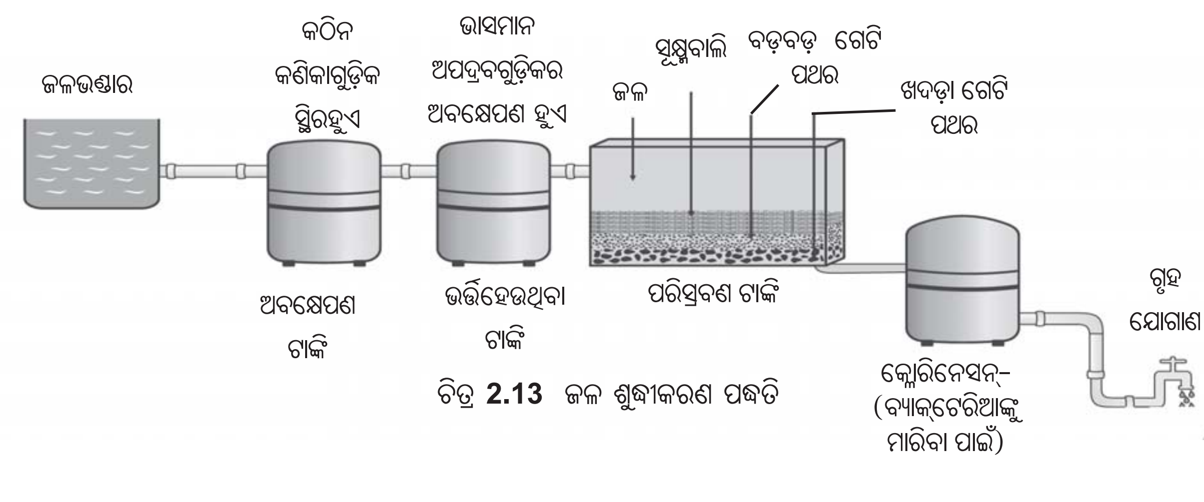
ସ୍ଫଟିକୀକରଣ ପ୍ରଣାଳୀ କଠିନକୁ ବିଶୋଧିତ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, ସମୁଦ୍ର ଜଳରୁ ଆମେ ପାଉଥିବା ଲୁଣରେ ଅନେକ ଅପଦ୍ରବ ରହିଥାଏ । ଏହି ଅପଦ୍ରବଗୁଡ଼ିକୁ ଅପସାରଣ କରିବାପାଇଁ ସ୍ଫଟିକୀକରଣ ପ୍ରଣାଳୀ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ସ୍ଫଟିକୀକରଣ ପଦ୍ଧତିରେ ଦ୍ରବଣରୁ ଶୁଦ୍ଧ କଠିନକୁ ସ୍ଫଟିକ ଆକାରରେ ଅଲଗା କରାଯାଇଥାଏ । ସାଧାରଣ ବାଷ୍ପୀଭବନ କୌଶଳଠାରୁ ସ୍ଫଟିକୀକରଣ କୌଶଳ ଅଧିକ ଭଲ କାରଣ–

- ଶୁଷ୍କ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗରମ କଲେ କେତେକ କଠିନ ବିଘଟିତ ହୋଇଯାଆନ୍ତି ଅଥବା ଆଉ କେତେକ କଠିନ ଚିନିପରି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବରେ ପୋଡ଼ିଯାଇ କଳା ହୋଇଯାଆନ୍ତି ।
- ପରିସ୍ରବଣ ପରେ ବି କେତେକ ଅପଦ୍ରବ ଦ୍ରବଣରେ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହୋଇ ରହିଯାଇପାରେ । ବାଷ୍ପୀଭବନ ସମୟରେ ସେଗୁଡ଼ିକ କଠିନକୁ ଦୂଷିତ କରିଥାଏ ।

ପ୍ରୟୋଗ :

- ସମୁଦ୍ର ଜଳରୁ ଆମେ ପାଉଥିବା ଲୁଣର ବିଶୁଦ୍ଧୀକରଣ ।
- ଅଶୁଦ୍ଧ ନମୁନାଗୁଡ଼ିକ ଫିଟିକିରିର ସ୍ଫଟିକ ପୃଥକୀକରଣ ।

ଏକ ମିଶ୍ରଣର ଉପାଦାନମାନଙ୍କର ଲକ୍ଷଣ ଅନୁସାରେ ଉପରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପଦ୍ଧତିମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ପଦ୍ଧତି ବାଛି ସେହି ପଦ୍ଧତି ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ଆମେ ବିଶୁଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥ ପାଇପାରିବା ।



ଚିତ୍ର **2.13** ଜଳ ଶୁଦ୍ଧୀକରଣ ପଦ୍ଧତି

ବିଜ୍ଞାନର ଉନ୍ନତି ହେବାଫଳରେ ଅନେକ ନୂଆ ନୂଆ ପୃଥକୀକରଣ କୌଶଳ ଏବେ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇପାରିଛି ।

ସହରମାନଙ୍କରେ ଜଳଯୋଗାଣ ସଂସ୍ଥା ପିଇବାପାଣି ଯୋଗାଇଥାନ୍ତି । ଏହି ସଂସ୍ଥାରେ ଜଳର କିପରି ଶୁଦ୍ଧୀକରଣ ହୁଏ ତାହା ଚିତ୍ର 2.13ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

ଜଳଯୋଗାଣ ସଂସ୍ଥାରୁ ତୁମ ଘରକୁ ପାନୀୟ ଜଳଯୋଗାଇବା ପାଇଁ କେଉଁ ପଦ୍ଧତିଗୁଡ଼ିକ ଅବଲମ୍ବନ କରାଯାଏ ସେଗୁଡ଼ିକ ଚିତ୍ର 2.13 ଦେଖି ଲେଖ ଓ ଶ୍ରେଣୀ କକ୍ଷରେ ଆଲୋଚନା କର ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ତୁମେ କିପରି ପରସ୍ପର ସହିତ ମିଶି ଯାଉଥିବା କିରୋସିନ ଓ ପେଟ୍ରୋଲର ମିଶ୍ରଣକୁ ପୃଥକ କରିପାରିବ ? (ସେମାନଙ୍କର ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ 25^{0}Cରୁ ଅଧିକ)
2. ନିମ୍ନ ପ୍ରଦତ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନରେ ପୃଥକ୍ କରିବା କୌଶଳମାନଙ୍କର ନାମ ଲେଖ ।
   (a) ଦହିରୁ ଲହୁଣୀ
   (b) ସମୁଦ୍ରଜଳରୁ ଲୁଣ
   (c) ଲୁଣରୁ କର୍ପୂର
3. ସ୍ଫଟିକୀକରଣର କୌଶଳଦ୍ୱାରା କେଉଁ ପ୍ରକାର ମିଶ୍ରଣମାନଙ୍କୁ ପୃଥକ କରାଯାଇଥାଏ ?

2.4 ଭୌତିକ ଓ ରାସାୟନିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ (Physical and Chemical Changes)

ଏକ ଶୁଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥ ଏବଂ ମିଶ୍ରଣ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ ଜାଣିବା ପୂର୍ବରୁ ଭୌତିକ ଏବଂ ଏକ ରାସାୟନିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପାର୍ଥକ୍ୟକୁ ଆସ ଆଗେ ବୁଝିବା । ଆମେ ପୂର୍ବ ଅଧ୍ୟାୟରେ ପଦାର୍ଥର କେତେକ ଭୌତିକ ଗୁଣ ବିଷୟରେ ପଢ଼ିଛେ । ନିରୀକ୍ଷଣ କରି ହେଉଥିବା ବସ୍ତୁର ରଙ୍ଗ, କଠିନତା, ଦୃଢ଼ତା, ପ୍ରବହତା, ସାନ୍ଦ୍ରତା, ଗଳନାଙ୍କ, ସ୍ଫୁଟନାଙ୍କ ଇତ୍ୟାଦି ଗୁଣଗୁଡ଼ିକୁ ଭୌତିକ ଗୁଣ କୁହାଯାଏ ।

ଅବସ୍ଥାଗୁଡ଼ିକର ଅନ୍ତଃପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଉଛି ଏକ ଭୌତିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ କାରଣ ଏହି ପରିବର୍ତ୍ତନ ବେଳେ ବସ୍ତୁର ସଂଯୁକ୍ତି ଓ ରାସାୟନିକ ଗୁଣରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ନାହିଁ । ଯଦିଓ ବରଫ, ଜଳ ଓ ଜଳୀୟ ବାଷ୍ପ ଦେଖିବାକୁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଆନ୍ତି ଏବଂ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଭୌତିକ ଗୁଣ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିଥାନ୍ତି, ମାତ୍ର ସେମାନେ ରାସାୟନିକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ସମାନ ।

ଉଭୟ ଜଳ ଓ ରୋଷେଇରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ତେଲ ତରଳ କିନ୍ତୁ ସେମାନଙ୍କର ରାସାୟନିକ ଗୁଣଗୁଡ଼ିକ ଭିନ୍ନ ଅଟେ । ସେମାନେ ବାସ୍ନା ଓ ଜ୍ୱଳନଶୀଳତା (inflammability) ଗୁଣରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାନ୍ତି । ଆମେ ଜାଣିଛୁ ଯେ ତେଲ ବାୟୁରେ ଜଳେ, ମାତ୍ର ଜଳ ନିଆଁକୁ ଲିଭାଇଥାଏ । ତେଲର ଏହି ରାସାୟନିକ ଗୁଣ ତେଲକୁ ଜଳଠାରୁ ପୃଥକ୍ କରିଥାଏ । ଜଳିବା ଏକ ରାସାୟନିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ସଂଘଠିତ ହେଉଥିବା ସମୟରେ ଗୋଟିଏ ପଦାର୍ଥ ଅନ୍ୟ ପଦାର୍ଥ ସହିତ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (react) କରେ ଯାହାଫଳରେ ରାସାୟନିକ ସଂଯୁକ୍ତିରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ । ରାସାୟନିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ପଦାର୍ଥର ରାସାୟନିକ ଗୁଣରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଣେ ଓ ଆମେ ନୂତନ ପଦାର୍ଥମାନ ପାଇଥାଉ । ରାସାୟନିକ ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ମଧ୍ୟ ଏକ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା (chemical reaction) ବୋଲି କୁହାଯାଏ ।

ମହମବତୀ ଜଳିବା ସମୟରେ ଉଭୟ ଭୌତିକ ଓ ରାସାୟନିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିଥାଏ । ତୁମେ ଏହି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପ୍ରଭେଦକୁ ପ୍ରକାଶ କରିପାରିବ କି ?

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ନିମ୍ନଲିଖିତ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଗୁଡ଼ିକୁ ରାସାୟନିକ ବା ଭୌତିକ ଆକାରରେ ଶ୍ରେଣୀ ବିଭାଗ କର ।

- ଗଛ କାଟିବା ।
- ତାୱାରେ ଲହୁଣୀକୁ ତରଳାଇବା ।
- ଆଲମାରୀରେ କଳଙ୍କି ଲାଗିବା (rusting) ।
- ଜଳର ସ୍ଫୁଟନ ଓ ବାଷ୍ପର ସୃଷ୍ଟି ।
- ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ କରାଇବା ଦ୍ୱାରା ଜଳ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ଓ ଅକ୍ସିଜେନ୍ ଗ୍ୟାସରେ ପରିଣତ ହେବା ।
- ଜଳରେ ସାଧାରଣ ଲୁଣ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହେବା ।
- କଞ୍ଚାଫଳରୁ ଏକ ଫଳସାଲାଡ୍ ତିଆରି କରିବା ଓ
- କାଗଜ ଓ କାଠକୁ ଜାଳିବା ।

2. ତୁମ ଚାରିପଟେ ଥିବା ପଦାର୍ଥମାନଙ୍କୁ ବିଶୁଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥ କିମ୍ବା ମିଶ୍ରଣ ଭାବରେ ଅଲଗା ଅଲଗା କର ।

2.5 ବିଶୁଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥମାନଙ୍କର ପ୍ରକାରଗୁଡ଼ିକ କ'ଣ ? (What are the Types of Pure Substances)

ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକର ରାସାୟନିକ ସଂଯୁକ୍ତିକୁ ଭିତ୍ତିକରି ଏଗୁଡ଼ିକୁ ମୌଳିକ (elements) ବା ଯୌଗିକ (compounds) ଶ୍ରେଣୀଭୁକ୍ତ କରାଯାଇପାରିବ ।

2.5.1 ମୌଳିକ (Elements) :

1661 ମସିହାରେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ରବର୍ଟ ବୟଲ (Robert Boyle) ପ୍ରଥମକରି ମୌଳିକ ଶବ୍ଦଟି ବ୍ୟବହାର କରିଥିଲେ । ଫ୍ରାନ୍ସ ରସାୟନବିତ୍ ଆଣ୍ଟୋଇନ୍ ଲରେଣ୍ଟ ଲାଭୋସିୟର [Antoine Laurent Lavoisier] 1743-94] ପ୍ରଥମକରି ପରୀକ୍ଷାରେ ସହାୟକ ହେଉଥିବା ମୌଳିକର ଏକ ସଂଜ୍ଞା ଉପସ୍ଥାପନ କରିଥିଲେ । ତାଙ୍କର ସଂଜ୍ଞା ଅନୁସାରେ ଗୋଟିଏ ମୌଳିକ ଏକ ସର୍ବନିମ୍ନ ସ୍ତରୀୟ ପଦାର୍ଥ ଯାହାକି ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ଅଧିକ ସରଳତର ପଦାର୍ଥରେ ବିଭାଜିତ ହୋଇପାରିବ ନାହିଁ ।

ମୌଳିକଗୁଡ଼ିକୁ ସାଧାରଣତଃ ଧାତୁ (metals), ଅଧାତୁ (non-metals) ଓ ଉପଧାତୁ (metalloids) ଭାବେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଇପାରିବ ।

ଧାତୁଗୁଡ଼ିକ ସାଧାରଣତଃ ନିମ୍ନଲିଖିତ କେତେକ ବା ସମସ୍ତ ଗୁଣ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିଥାନ୍ତି ।

- ସେଗୁଡ଼ିକର ଏକ ଔଜ୍ଜ୍ୱଲ୍ୟ (lustre) ଥାଏ ।
- ସେଗୁଡ଼ିକରର ରୌପ୍ୟ ଧୂସରିଆ ବା ସୁବର୍ଣ୍ଣ-ହଳଦିଆ ରଙ୍ଗ ଥାଏ ।
- ସେମାନେ ତାପ ଓ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହୀ ।
- ସେମାନେ ତନ୍ୟ (ductile) । (ତାର ଆକାରରେ ଟଣାଯାଇ ପାରିବେ) ।
- ସେମାନେ ନମନୀୟ (malleable) । (ପିଟିଲେ ସରୁ ଚାଦରରେ ପରିଣତ ହୋଇପାରିବେ) ।
- ସେମାନେ ଉଚ୍ଚ ଓ ଗମ୍ଭୀର ନାଦ (sonorous) ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି । (ଆଘାତ କଲେ ଶବ୍ଦ କରନ୍ତି) ।

ଧାତୁମାନଙ୍କର ଉଦାହରଣଗୁଡ଼ିକ ହେଲା- ସୁନା, ରୂପା, ତମ୍ବା, ଲୁହା, ସୋଡ଼ିୟମ୍, ପୋଟାସିୟମ ଇତ୍ୟାଦି । ପାରଦ ଏକମାତ୍ର ଧାତୁ ଯାହାକି ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାରେ ତରଳଭାବେ ରହିଥାଏ ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଅଧାତୁମାନଙ୍କ ବିଷୟରେ ଜାଣିବା । ଅଧାତୁମାନେ ସାଧାରଣତଃ ନିମ୍ନଲିଖିତ କେତେକ ବା ସମସ୍ତ ଗୁଣ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିଥାନ୍ତି ।

- ସେଗୁଡ଼ିକ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ବର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରନ୍ତି ।
- ସେମାନେ ତାପ ଓ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ର କୁପରିବାହୀ ।
- ସେଗୁଡ଼ିକର ଔଜ୍ଜ୍ୱଲ୍ୟତା, ତନ୍ୟତା କିମ୍ବା ନମନୀୟତା ଗୁଣ ନଥାଏ ।

ଅଧାତୁଗୁଡ଼ିକରର ଉଦାହରଣ ହେଲା- ହାଇଡ୍ରୋଜେନ, ଅକ୍‌ସିଜେନ, ଆୟୋଡ଼ିନ୍, କାର୍ବନ (କୋଇଲା, କୋକ୍), ବ୍ରୋମିନ୍, କ୍ଲୋରିନ୍ ଇତ୍ୟାଦି । କେତେଗୁଡ଼ିଏ ମୌଳିକ ଅଛନ୍ତି ଯେଉଁମାନେ ଧାତୁ ଓ ଅଧାତୁଗୁଡ଼ିକର ଗୁଣମାନଙ୍କର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ଗୁଣ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିଥାନ୍ତି । ସେଗୁଡ଼ିକୁ ଉପଧାତୁ କୁହାଯାଏ । ଉଦାହରଣ ହେଲା- ବୋରନ୍, ସିଲିକନ୍, ଜର୍ମାନିୟମ୍ ଇତ୍ୟାଦି ।

ଅଧିକ ଜାଣିବା :

- ବର୍ତ୍ତମାନ ସୁଦ୍ଧା 100ରୁ ଅଧିକ ସଂଖ୍ୟକ ମୌଳିକ ଅଛି ବୋଲି ଜଣାପଡ଼ିଛି ।
- ଅଧିକାଂଶ ମୌଳିକ କଠିନ ଅଟନ୍ତି ।
- ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାରେ 11ଟି ମୌଳିକ ଗ୍ୟାସୀୟ ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଆନ୍ତି ।
- ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାରେ ଦୁଇଟି ମୌଳିକ ତରଳ ଭାବରେ ରହିଥାନ୍ତି । ସେଗୁଡ଼ିକ ହେଲା ପାରଦ ଓ ବ୍ରୋମିନ୍ ।
- ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାରୁ ସାମାନ୍ୟ ଅଧିକ ତାପମାତ୍ରା (303K)ରେ ଗାଲିୟମ୍ (gallium) ଓ ସିଜିୟମ୍ (cesium) ମୌଳିକ ତରଳ ହୋଇଯାଆନ୍ତି ।

2.5.2 ଯୌଗିକ (Compounds) :

ଗୋଟିଏ ଯୌଗିକ ଏକ ପଦାର୍ଥ ଯାହା ଦୁଇ ବା ଅଧିକ ମୌଳିକମାନଙ୍କୁ ନେଇ ଗଠିତ, ଯେଉଁମାନେ ରାସାୟନିକ ଭାବେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅନୁପାତରେ ପରସ୍ପର ସହ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥାଆନ୍ତି ।

ଦୁଇ ବା ତହିଁରୁ ଅଧିକ ମୌଳିକମାନେ ସଂଯୁକ୍ତ ହେଲେ ଆମେ କ'ଣ ପାଇବା ?

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 2.10

ଶ୍ରେଣୀର ପିଲାମାନଙ୍କୁ ଦୁଇଟି ଦଳରେ ବିଭକ୍ତ କର । 5 ଗ୍ରାମର ଲୁହାଗୁଣ୍ଡ ଓ 3 ଗ୍ରାମର ସଲଫରଚୂନା ଗୋଟିଏ ଲେଖାଏଁ ଚିନାପାତ୍ରରେ ଉଭୟ ଦଳକୁ ଦିଅ ।

ଦଳ – I : ଲୁହାଗୁଣ୍ଡ ଓ ସଲଫର ଚୂନାକୁ ମିଶାଅ ଓ ପେଷଣ (mix) କର ।

ଦଳ – II : ଲୁହାଗୁଣ୍ଡ ଓ ସଲଫର ଚୂନାକୁ ମିଶାଅ । ଏହି ମିଶ୍ରଣକୁ ଲାଲ ହେବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଭଲକରି ଗରମ କର । ନିଆଁରୁ କାଢ଼ିନିଅ ଓ ମିଶ୍ରଣକୁ ଥଣ୍ଡା ହେବାକୁ ଦିଅ ।

ଦଳ – I ଓ II : ପାଇଥିବା ପଦାର୍ଥର ଚୁମ୍ବକତ୍ୱ ଅଛି କି ନାହିଁ ପରୀକ୍ଷା କର । ପଦାର୍ଥ ନିକଟକୁ ଏକ ଚୁମ୍ବକ ନିଅ ଏବଂ ସେ ପଦାର୍ଥ ଚୁମ୍ବକ ଆଡ଼କୁ ଆକୃଷ୍ଟ ହେଉଛି କି ନାହିଁ ପରୀକ୍ଷା କର ।

- ବିଭିନ୍ନ ଦଳ ପାଇଥିବା ପଦାର୍ଥର ରଙ୍ଗ ଓ ମସୃଣତା ତୁଳନା କର ।
- ପାଇଥିବା ପଦାର୍ଥର ଏକ ଅଂଶରେ କାର୍ବନ ଡାଇସଲ୍‌ଫାଇଡ୍ ମିଶାଅ । ଏହାକୁ ଭଲଭାବେ ଗୋଳାଅ ଓ ଛାଣ ।
- ପାଇଥିବା ପଦାର୍ଥର ଅନ୍ୟ ଅଂଶରେ ଲଘୁ ସଲ୍‌ଫ୍ୟୁରିକ ଏସିଡ୍ ବା ଲଘୁ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲୋରିକ୍ ଏସିଡ୍ ମିଶାଅ । (ଦ୍ରଷ୍ଟବ୍ୟ : ଏହି ସବୁ କାମ ଶିକ୍ଷକଙ୍କ ପ୍ରତ୍ୟକ୍ଷ ତତ୍ତ୍ୱାବଧାନରେ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ ।)
- ଲୁହା ଓ ସଲ୍‌ଫର ମୌଳିକକୁ ଅଲଗା ଅଲଗା ନେଇ ଉପରେ ବର୍ଣ୍ଣିତ କାର୍ଯ୍ୟର ସମସ୍ତ ସୋପାନଗୁଡ଼ିକ ଆଉଥରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ କର ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଉତ୍ତର ଦିଅ :

- ଦୁଇ ଦଳ ପାଇଥିବା ପଦାର୍ଥ ଦେଖିବାକୁ ଏକା ପ୍ରକାର କି ?
- କେଉଁ ଦଳ ପାଇଥିବା ପଦାର୍ଥଟି ଚୁମ୍ବକତ୍ୱ ଧର୍ମ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରୁଛି ?
- ପାଇଥିବା ପଦାର୍ଥର ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକୁ ଆମେ ପୃଥକ୍ କରି ପାରିବା କି ?
- ଲଘୁ ସଲ୍‌ଫ୍ୟୁରିକ ଏସିଡ୍ ବା ଲଘୁ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲୋରିକ୍ ଏସିଡ୍ ମିଶାଇଲା ପରେ ଉଭୟ ଦଳ ଏକ ଗ୍ୟାସ ପାଇଥିଲେ କି ? ଉଭୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ମିଳିଥିବା ଗ୍ୟାସର ବାସ୍ନା ସମାନ ନା ପୃଥକ୍ ଥିଲା ?

ଦଳ – I : ପାଇଥିବା ଗ୍ୟାସଟି ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଅଟେ । ଏହା ରଙ୍ଗହୀନ, ଗନ୍ଧହୀନ ଏବଂ ଦାହ୍ୟ (ଦହନୀୟ) । (ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ପାଇଁ ଦାହ୍ୟ ପରୀକ୍ଷା ଶ୍ରେଣୀରେ କରିବା ଉଚିତ ନୁହେଁ ।)

ଦଳ – II : ପାଇଥିବା ଗ୍ୟାସଟି ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ସଲ୍‌ଫାଇଡ୍ । ଏହା ଏକ ରଙ୍ଗହୀନ ଗ୍ୟାସ ଯାହାର ପଚା ଅଣ୍ଡାପରି ଗନ୍ଧଥାଏ ।

ତୁମେ ନିଶ୍ଚୟ ନିରୀକ୍ଷଣ କରିଥିବ ଯେ ଉଭୟ ଦଳ ପାଇଥିବା ଉତ୍ପାଦ (product) ଗୁଡ଼ିକ ଭିନ୍ନ ଧର୍ମ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରୁଛନ୍ତି, ଯଦିଓ ସେମାନଙ୍କର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ ସମାନ ଥିଲା । **ଦଳ– I** କାମ କଲାବେଳେ ସେମାନେ ନେଇଥିବା ଉପାଦାନମାନଙ୍କର ଭୌତିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୋଇଥିଲା । ମାତ୍ର **ଦଳ– II** କାମ କଲାବେଳେ ସେମାନେ ନେଇଥିବା ଉପାଦାନମାନଙ୍କର ଏକ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଯୋଗୁ ରାସାୟନିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିଥିଲା ।

- **ଦଳ– I** ଦ୍ୱାରା ପାଇଥିବା ପଦାର୍ଥ ଦୁଇଟି ପଦାର୍ଥର ଏକ ମିଶ୍ରଣ ଅଟେ । ସେମାନେ ନେଇଥିବା ପଦାର୍ଥ ଦୁଇଟି ମୌଳିକ ଥିଲା – ଲୁହା ଓ ସଲଫର ।
- ଏହି ମିଶ୍ରଣର ଧର୍ମଗୁଡ଼ିକ ଏହାର ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକର ଧର୍ମମାନଙ୍କ ସହିତ ସମାନ ।
- **ଦଳ– II** ପାଇଥିବା ପଦାର୍ଥଟି ଗୋଟିଏ ଯୌଗିକ ଅଟେ ।
- ଦୁଇଟି ମୌଳିକକୁ ଭଲଭାବରେ ଗରମ କରିବାରୁ ଆମେ ଗୋଟିଏ ଯୌଗିକ ପାଇଲେ, ଯାହାର ଧର୍ମ ମୌଳିକମାନଙ୍କର ଧର୍ମମାନଙ୍କଠାରୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଭିନ୍ନ ଅଟେ ।
- ଏକ ଯୌଗିକର ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଂଶର ସଂଯୁକ୍ତି ଯୌଗିକର ସବୁଆଡ଼େ ସମାନ ଅଟେ । ଯୌଗିକର ମସୃଣତା ଓ ରଙ୍ଗ ମଧ୍ୟ ସର୍ବତ୍ର ସମାନ ବୋଲି ଆମେ ନିରୀକ୍ଷଣ କରିପାରିବା । ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ପଦାର୍ଥର ଭୌତିକ ଓ ରାସାୟନିକ ପ୍ରକୃତି ରୈଖିକ କୋଠରୀ ଚିତ୍ର (Box diagram) ସାହାଯ୍ୟରେ ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ଭାବେ ଦର୍ଶାଇପାରିବା ।

ପଦାର୍ଥ
(କଠିନ, ତରଳ ବା ଗ୍ୟାସ୍)

- **ବିଶୁଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥ**
  - **ମୌଳିକ**
    - ସରଳତର ପଦାର୍ଥରେ ଭାଙ୍ଗି ହେବ ନାହିଁ ।
    - **ଉଦାହରଣ ହେଲା :** କପର, ଅକ୍‌ସିଜେନ ଲୁହା, ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ମର୍କ୍ୟୁରୀ ଇତ୍ୟାଦି
  - **ଯୌଗିକ**
    - ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସଂଯୋଜନ ଥାଏ । ରାସାୟନିକ ବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ମୌଳିକରେ ଭାଙ୍ଗି ହେବ ।
    - **ଉଦାହରଣ ହେଲା :** ଜଳ, ମିଥେନ୍, ଚିନି, ଲୁଣ ଇତ୍ୟାଦି ।
- **ମିଶ୍ରଣ (ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସଂଯୋଜନ ନାହିଁ)**
  - **ସମଜାତୀୟ**
    - ପ୍ରତ୍ୟେକ ଅଂଶର ସଂଯୋଜନ ସମାନ ।
    - **ଉଦାହରଣ ହେଲା :** ଚିନିପାଣି, ଲୁଣପାଣି, କାର୍ବନ ଡାଇସଲ୍‌ଫାଇଡ୍‌ରେ ସଲ୍‌ଫର, ଆଲକ୍‌ହଲରେ ଜଳ ଇତ୍ୟାଦି ।
  - **ଅସମଜାତୀୟ**
    - ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଅଂଶର ସଂଯୋଜନ ଅସମାନ ।
    - **ଉଦାହରଣ ହେଲା :** ବାଲି ଓ ଲୁଣ, ଚିନି ଓ ଲୁଣ, ତେଲରେ ପାଣି ଇତ୍ୟାଦି ।

ସାରଣୀ 2.2

ମିଶ୍ରଣ	ଯୌଗିକ
1. ମୌଳିକ ବା ଯୌଗିକଗୁଡ଼ିକ ଏକାଠି ମିଶି ଏକ ମିଶ୍ରଣ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି ମାତ୍ର କୌଣସି ନୂତନ ଯୌଗିକ ଗଠିତ ହୁଏ ନାହିଁ ।	1. ମୌଳିକମାନେ ମିଶିଲାବେଳେ ପରସ୍ପର ସହ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି ନୂତନ ଯୌଗିକ ସୃଷ୍ଟି କରିଥାନ୍ତି ।
2. ଏକ ମିଶ୍ରଣର ସଂଯୁକ୍ତି ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ।	2. ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକ ନୂତନ ପଦାର୍ଥର ସଂଯୁକ୍ତି ସର୍ବଦା ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ (fixed) ଅଟେ ।
3. ଗୋଟିଏ ମିଶ୍ରଣ ଯେଉଁ ଉପାଦାନକୁ ନେଇ ଗଠିତ ସେମାନଙ୍କର ଧର୍ମ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ ।	3. ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ନୂତନ ପଦାର୍ଥଟି ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଭିନ୍ନ ଧର୍ମ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିଥାଏ ।
4. ମିଶ୍ରଣର ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକୁ ଅତି ସହଜରେ ଓ ସରଳଭାବେ ଭୌତିକ ପଦ୍ଧତି ଦ୍ୱାରା ପୃଥକ କରାଯାଇପାରିବ ।	4. କେବଳ ରାସାୟନିକ ବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ମାଧ୍ୟମରେ ମୌଳିକ ଉପାଦାନଗୁଡ଼ିକୁ ପୃଥକ କରାଯାଇପାରିବ ।

ଆମେ କ'ଣ ଶିଖିଲେ :

- ଦ୍ରବଣ (ବା ଦ୍ରାବକ)ର ପ୍ରତି ଏକକ ଆୟତନ ବା ପ୍ରତି ଏକକ ବସ୍ତୁତ୍ୱରେ ରହିଥିବା ଦ୍ରବର ପରିମାଣକୁ ଦ୍ରବଣର ଗାଢ଼ତା କୁହାଯାଏ ।
- ଏକ ମିଶ୍ରଣରେ ଏକରୁ ଅଧିକ ପଦାର୍ଥ (ମୌଳିକ ଏବଂ/ ବା ଯୌଗିକ) ଯେ କୌଣସି ଅନୁପାତରେ ମିଶିକରି ରହିଥାନ୍ତି ।
- ଉପଯୁକ୍ତ ପୃଥକୀକରଣ କୌଶଳ ବ୍ୟବହାର କରି ମିଶ୍ରଣଗୁଡ଼ିକରୁ ବିଶୁଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥମାନଙ୍କୁ ପୃଥକ୍ କରାଯାଇପାରିବ ।
- ଦ୍ରବଣ ହେଉଛି ଦୁଇ ବା ଅଧିକ ପଦାର୍ଥମାନଙ୍କର ସମଜାତୀୟ ମିଶ୍ରଣ । ଦ୍ରବଣରେ ଥିବା ଅଧିକ ପରିମାଣର ଉପାଦାନକୁ ଦ୍ରାବକ ଓ କମ୍ ପରିମାଣର ଉପାଦାନକୁ ଦ୍ରବ କୁହାଯାଏ ।
- ଦ୍ରାବକରେ ଯେଉଁ ଦ୍ରବ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହୁଏ ନାହିଁ ଓ ଯାହାର କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ଖାଲି ଆଖିକୁ ଦେଖାଯାଏ, ତାହାକୁ ସସ୍‌ପେନ୍‌ସନ କୁହାଯାଏ । ସସ୍‌ପେନ୍‌ସନ ଏକ ଅସମଜାତୀୟ ମିଶ୍ରଣ ଅଟେ ।
- କଲଏଡ୍ ଏକ ଅସମଜାତୀୟ ମିଶ୍ରଣ, ଯାହାର କଣିକାଗୁଡ଼ିକର ଆକାର ଖାଲି ଆଖିରେ ଦେଖିବାପାଇଁ ଖୁବ ଛୋଟ ହୋଇଥାଏ କିନ୍ତୁ ଆଲୋକକୁ ବିସରିତ କରିବାପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ଆକାରଠାରୁ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ ।
- କଲଏଡ଼ଗୁଡ଼ିକ କଳକାରଖାନା ଓ ନିତିଦିନିଆ ଜୀବନରେ ବହୁତ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଉପଯୋଗୀ । କଲଏଡ଼ କଣିକାଗୁଡ଼ିକୁ ବିକ୍ଷେପିତ ପ୍ରାବସ୍ଥା କୁହାଯାଏ ଓ ଯେଉଁ ମାଧ୍ୟମରେ ସେଗୁଡ଼ିକ ଖେଳେଇ ହୋଇ ରହିଥାନ୍ତି ତାହାକୁ ବିକ୍ଷେପଣ ମାଧ୍ୟମ କୁହାଯାଏ ।
- ବିଶୁଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥମାନେ ମୌଳିକ ବା ଯୌଗିକ ହୋଇପାରନ୍ତି ।
- ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ଏକ ରୂପ ଯାହାକି ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ଅଧିକ ସରଳତର ପଦାର୍ଥରେ ଭାଙ୍ଗି ହୋଇପାରିବ ନାହିଁ ।
- ଯୌଗିକ ଏକ ପଦାର୍ଥ ଯାହା ଦୁଇ ବା ଅଧିକ ଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ମୌଳିକମାନଙ୍କର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅନୁପାତରେ ରାସାୟନିକ ସଂଯୁକ୍ତିରେ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ।
- ଯୌଗିକର ଧର୍ମ ତା ମଧ୍ୟରେ ମିଶ୍ରିତ ହୋଇ ରହିଥିବା ଉପାଦାନମାନଙ୍କ ଧର୍ମଠାରୁ ଭିନ୍ନ । ମାତ୍ର ମିଶ୍ରଣ ତାହା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ମୌଳିକ ବା ଯୌଗିକର ଧର୍ମକୁ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ ।

ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ନିମ୍ନଲିଖିତ ପୃଥକୀକରଣ ପାଇଁ କେଉଁ ପୃଥକୀକରଣ କୌଶଳ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ ?

   (a) ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ଼ର ଜଳରେ ଏହାର ଦ୍ରବଣରୁ ପୃଥକୀକରଣ ।

   (b) ସୋଡ଼ିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ଼ ଓ ଏମୋନିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ଼ର ମିଶ୍ରଣରୁ ଏମୋନିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ଼ର ପୃଥକୀକରଣ ।

   (c) ଗୋଟିଏ କାର୍‌ର ଇଞ୍ଜିନ୍ ତେଲରେ ରହିଯାଇଥିବା ଛୋଟ ଛୋଟ ଧାତୁଖଣ୍ଡମାନଙ୍କର ପୃଥକୀକରଣ ।

   (d) ଫୁଲ ପାଖୁଡ଼ାର ନିର୍ଯ୍ୟାସରୁ (extract) ବିଭିନ୍ନ ବର୍ଣ୍ଣକଣା (ଉପାଦାନ)ର ପୃଥକୀକରଣ ।

   (e) ଦହିରୁ ଲହୁଣୀର ପୃଥକୀକରଣ ।

(f) ପାଣିରୁ ତେଲର ପୃଥକୀକରଣ ।

(g) ଚାହାରୁ ଚାହାପତ୍ରର ପୃଥକୀକରଣ ।

(h) ବାଲିରୁ ଲୁହା ପିନ୍‌ର ପୃଥକୀକରଣ ।

(i) ଗହମଦାନାରୁ ଚୋପାର ପୃଥକୀକରଣ ।

(j) ଜଳରେ ଭାସୁଥିବା ସୂକ୍ଷ୍ମ ପଙ୍କ କଣିକାମାନଙ୍କର ପୃଥକୀକରଣ ।

2. ଦ୍ରବଣ, ଦ୍ରାବକ, ଦ୍ରବ, ମିଳେଇଯିବା, ଦ୍ରବୀଭୂତ, ଅଦ୍ରବୀଭୂତ, ଛାଣିବା ଓ ବଳକା ଅଂଶ ଇତ୍ୟାଦି ଶବ୍ଦ ବ୍ୟବହାର କରି ଚାହା ପ୍ରସ୍ତୁତିର ସୋପାନଗୁଡ଼ିକ ଲେଖ ।

3. ବନ୍ଦନା ବିଭିନ୍ନ ତାପମାତ୍ରାରେ ତିନୋଟି ଭିନ୍ନ ପଦାର୍ଥର ଦ୍ରବଣୀୟତା ପରୀକ୍ଷା କଲା ଓ ନିମ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ତଥ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ସଂଗ୍ରହ କଲା । 100g. ଜଳରେ କେତେ ଗ୍ରାମର ପଦାର୍ଥ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହେଲେ ପରିପୃକ୍ତ ଦ୍ରବଣ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇପାରିବ, ସେହି ଦ୍ରବଣୀୟତା ସାରଣୀରେ ଦିଆଯାଇଛି ।

ଦ୍ରବୀଭୂତ ପଦାର୍ଥ	ଦ୍ରବଣୀୟତା କେଲ୍‌ଭିନ୍ ତାପମାତ୍ରାରେ				
	283	**293**	**313**	**333**	**353**
ପୋଟାସିୟମ୍ ନାଇଟ୍ରେଟ୍	21	32	62	106	167
ସୋଡ଼ିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ଼୍	36	36	36	37	37
ପୋଟାସିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ଼୍	35	35	40	46	54
ଏମୋନିୟମ୍ କ୍ଲୋରାଇଡ଼୍	24	37	41	55	66

(a) 313K ତାପମାତ୍ରାରେ 50 ଗ୍ରାମ ଜଳରେ ପୋଟାସିୟମ ନାଇଟ୍ରେଟ୍‌ର ଏକ ପୃକ୍ତ ଦ୍ରବଣ ତିଆରି ପାଇଁ କେତେ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପୋଟାସିୟମ ନାଇଟ୍ରେଟ୍ ଆବଶ୍ୟକ ହେବ ?

(b) 353K ତାପମାତ୍ରାରେ ବନ୍ଦନା ପୋଟାସିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ଼୍‌ର ଏକ ଦ୍ରବଣ ଜଳରେ ତିଆରି କଲା ଏବଂ ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାରେ ଥଣ୍ଡା କରିବାକୁ ଛାଡ଼ିଦେଲା । ଦ୍ରବଣଟି ଥଣ୍ଡା ହେଲାପରେ ସେ କ'ଣ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ କଲା ବୁଝାଅ ।

(c) 293K ରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଲବଣର ଦ୍ରବଣୀୟତା କଳନା କର । ଏହି ତାପମାତ୍ରାରେ କେଉଁ ଲବଣର ଦ୍ରବଣୀୟତା ସର୍ବାଧିକ ?

(d) ଏକ ଲବଣର ଦ୍ରବଣୀୟତା ଉପରେ ତାପମାତ୍ରା ପରିବର୍ତ୍ତନର କ'ଣ ପ୍ରଭାବ ପଡ଼ିଥାଏ ?

4. ନିମ୍ନଲିଖିତ ଗୁଡ଼ିକୁ ଉଦାହରଣ ଦେଇ ବୁଝାଅ ।

(a) ପୃକ୍ତ ଦ୍ରବଣ

(b) ବିଶୁଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥ

(c) କଲଏଡ଼

(d) ସସ୍‌ପେନ୍‌ସନ

5. ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରତ୍ୟେକକୁ ସମଜାତୀୟ ଓ ଅସମଜାତୀୟ ମିଶ୍ରଣ ଭାବେ ଶ୍ରେଣୀ ବିଭାଗ କର ।

   ସୋଡ଼ାପାଣି, କାଠ, ବାୟୁ, ମାଟି, ଭିନେଗାର, ଛଣା ଚାହା ।

6. ତୁମକୁ ଦିଆଯାଇଥିବା ଏକ ରଙ୍ଗହୀନ ତରଳ, ବିଶୁଦ୍ଧ ପାଣି ବୋଲି କିପରି ଜାଣିବ ?

7. ନିମ୍ନଲିଖିତ କେଉଁ ଦ୍ରବ୍ୟଗୁଡ଼ିକ ବିଶୁଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥ ?

   (a) ବରଫ (b) କ୍ଷୀର (c) ଲୁହା (d) ଲବଣାମ୍ଳ (e) କାଲସିୟମ୍ ଅକ୍ସାଇଡ଼ (f) ପାରଦ (g) ଇଟା (h) କାଠ (i) ବାୟୁ ।

8. ନିମ୍ନଲିଖିତ ମିଶ୍ରଣମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ଦ୍ରବଣଗୁଡ଼ିକୁ ଚିହ୍ନାଅ ।

   (a) ମାଟି (b) ସମୁଦ୍ରଜଳ (c) ବାୟୁ (d) କୋଇଲା (e) ସୋଡ଼ା ପାଣି

9. ନିମ୍ନଲିଖିତ କେଉଁ ଉଦାହରଣରେ ଟିଣ୍ଡାଲ୍ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଦେଖିହେବ ।

   (a) ଲୁଣ ଦ୍ରବଣ (b) କ୍ଷୀର (c) କପର ସଲଫେଟ୍ ଦ୍ରବଣ (d) ଷ୍ଟାର୍ଚ୍ଚ ଦ୍ରବଣ

10. ନିମ୍ନଲିଖିତ ଦ୍ରବ୍ୟଗୁଡ଼ିକୁ ମୌଳିକ, ଯୌଗିକ ଓ ମିଶ୍ରଣ ଭାବେ ଶ୍ରେଣୀ ବିଭାଗକର ।

    (a) ସୋଡ଼ିୟମ୍ (b) ମାଟି (c) ଚିନି ଦ୍ରବଣ (d) ରୂପା (e) କାଲସିୟମ୍ କାର୍ବୋନେଟ୍ (f) ଟିଣ (g) ସିଲିକନ (h) କୋଇଲା (i) ବାୟୁ (j) ସାବୁନ (k) ମିଥେନ (l) କାର୍ବନ୍ ଡାଇଅକସାଇଡ଼ (m) ରକ୍ତ ।

11. ନିମ୍ନଲିଖିତ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଗୁଡ଼ିକ ରାସାୟନିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ?

    (a) ଏକ ଗଛର ବୃଦ୍ଧି

    (b) ଲୁହାରେ କଳଙ୍କି ଲାଗିବା

    (c) ଲୁହା ଗୁଣ୍ଡ ଓ ବାଲି ମିଶିବା

    (d) ଖାଦ୍ୟ ରାନ୍ଧିବା

    (e) ଖାଦ୍ୟ ହଜମ ହେବା

    (f) ଜଳ ବରଫ ହେବା

    (g) ମହମବତୀ ଜଳିବା

ଦଳଗତ କାର୍ଯ୍ୟ :

ଗୋଟିଏ ମାଟି ମାଠିଆରେ କିଛି ପରିମାଣର ବାଲିଗରଡ଼ା ଓ ବାଲି ନିଅ । ଏକ ଛୋଟ ଆକାରର ପରିସ୍ରବଣ ପ୍ଲାଣ୍ଟର ଡିଜାଇନ କର ଯାହାକି ଗୋଳିଆପାଣି ପରିଷ୍କାର କରିବାପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇପାରିବ ।

ତୃତୀୟ ଅଧ୍ୟାୟ

ପରମାଣୁ ଓ ଅଣୁ

(ATOMS AND MOLECULES)

ପୁରାତନ ଯୁଗରୁ ଭାରତୀୟ ଓ ପାଶ୍ଚାତ୍ୟ ଦାର୍ଶନିକମାନେ ପଦାର୍ଥର ଅଜଣା ରୂପ ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଜାଣିବା ପାଇଁ ସବୁବେଳେ ଆଗ୍ରହ ପ୍ରକାଶ କରିଆସିଛନ୍ତି । ପ୍ରାଚୀନ ଭାରତର ଦାର୍ଶନିକ ମହର୍ଷି କଣାଦ ପରିକଳ୍ପନା କରିଥିଲେ ଯେ, ପଦାର୍ଥକୁ ଯଦି ଆମେ ବିଭାଜନ କରି କରି ଯିବା, ଆମେ କ୍ଷୁଦ୍ରରୁ କ୍ଷୁଦ୍ର କଣିକା ପାଇବା । ଶେଷରେ ଏମିତି ଏକ କଣିକାରେ ପହଞ୍ଚିବା ଯାହାକୁ ଆଉ ବିଭାଜନ କରିବା ସମ୍ଭବ ହେବ ନାହିଁ । ଏହି କ୍ଷୁଦ୍ରତମ କଣିକାକୁ ସେ ନାମ ଦେଲେ 'ପରମାଣୁ' । ଭାରତୀୟ ଦାର୍ଶନିକ ପାକୁଧା କାତ୍ୟାୟନ କହିଥିଲେ ଯେ, ଏହି କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ସାଧାରଣତଃ ସମ୍ମିଳିତ ଭାବରେ ରହିଥା'ନ୍ତି ଏବଂ ଅନେକ ପ୍ରକାର ପଦାର୍ଥ ଗଠନ କରିଥା'ନ୍ତି ।

କଣାଦଙ୍କ ପରବର୍ତ୍ତୀ କାଳରେ, ଖ୍ରୀ.ପୂ. ପଞ୍ଚମ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଗ୍ରୀକ୍ ଦାର୍ଶନିକ ଲିଉସିପ୍ପସ୍ (Leucippus) ଏବଂ ଗ୍ରୀକ୍ ଦାର୍ଶନିକ ଡିମୋକ୍ରିଟସ୍ ପ୍ରସ୍ତାବ ଦେଲେ ଯେ, ପଦାର୍ଥଗୁଡ଼ିକ କ୍ଷୁଦ୍ର ଏବଂ ଅବିଭାଜ୍ୟ କଣିକାଗୁଡ଼ିକୁ ନେଇ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ । ଦାର୍ଶନିକ ଡିମୋକ୍ରିଟସ୍ ଏହି କ୍ଷୁଦ୍ର କଣିକାକୁ 'ଆଟମ' ବୋଲି କହିଥିଲେ । ଗ୍ରୀକ୍ ଭାଷାରେ ଆଟମର ଅର୍ଥ 'ଅବିଭାଜ୍ୟ' ।

ଏହି ସବୁ ପରିକଳ୍ପନା ପଛରେ କୌଣସି ନିର୍ଭରଯୋଗ୍ୟ ଯୁକ୍ତି କିମ୍ବା ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ଭିତ୍ତିଭୂମି ନଥିଲା ।

3.1. ରାସାୟନିକ ସଂଯୋଗର ନିୟମ
(Laws of Chemical Combination)

ଅଷ୍ଟାଦଶ ଶତାବ୍ଦୀର ଶେଷ ଭାଗରେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଏ. ଏଲ୍. ଲାଭଏସିଅର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମ ପ୍ରତିପାଦନ କରି ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନର ଭିତ୍ତି ସ୍ଥାପନ କରିଥିଲେ । ପରବର୍ତ୍ତୀ ସମୟରେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଜେ. ଏଲ୍. ପ୍ରାଉଷ୍ଟ ରାସାୟନିକ ସଂଯୋଗର ସ୍ଥିରାନୁପାତ ନିୟମ ପ୍ରତିପାଦନ କରିଥିଲେ । ପରେ ପରେ ରାସାୟନିକ ସଂଯୋଗର ଆଉ କେତୋଟି ନିୟମ ପ୍ରଣୀତ ହୋଇଥିଲା ।

ରାସାୟନିକ ସଂଯୋଗ ସଂକ୍ରାନ୍ତୀୟ ପ୍ରଣୀତ ନିୟମମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ଦୁଇଟି ନିୟମ ସମ୍ପର୍କରେ ଆମେ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

3.1.1 ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମ
(Law of Conservation of Mass)

ଯେତେବେଳେ ଏକ ରାସାୟନିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ବା ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଘଟେ, ସେତେବେଳେ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ ନାହିଁ । ଆସ ପରୀକ୍ଷା କରି ଦେଖିବା ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 3.1

ଜଳରେ ବେରିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍‌ର ଏକ 5% ଦ୍ରବଣ ଓ ସୋଡ଼ିୟମ ସଲ୍‌ଫେଟ୍‌ର ଏକ 5% ଦ୍ରବଣ ଅଲଗା ଅଲଗା ପ୍ରସ୍ତୁତ କର ।

ଏକ କୋନିକାଲ ଫ୍ଲାସ୍କ (conical flask)ରେ ସୋଡ଼ିୟମ ସଲ୍‌ଫେଟ୍‌ର ଅଳ୍ପ ପରିମାଣ ଦ୍ରବଣ ଏବଂ ଏକ ଜ୍ୱଳନ ନଳୀ (ignition tube)ରେ ବେରିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍‌ର କିଛି ପରିମାଣର ଦ୍ରବଣ ନିଅ । କୋନିକାଲ ଫ୍ଲାସ୍କ ଭିତରେ ଯତ୍ନର ସହିତ ଜ୍ୱଳନ ନଳୀଟି ଝୁଲାଅ, ଯେପରି ଦ୍ରବଣଗୁଡ଼ିକ ମିଶି ନ ଯାଆନ୍ତି (ଚିତ୍ର 3.1 ଦେଖ) । ଫ୍ଲାସ୍କମୁହଁରେ ଏକ କର୍କ ଦିଅ ।

ଚିତ୍ର **3.1** ସୋଡ଼ିୟମ ସଲ୍‌ଫେଟ୍ ଦ୍ରବଣଥିବା କୋନିକାଲ ଫ୍ଲାସ୍କ ଏବଂ ବେରିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ଥିବା ଜ୍ୱଳନ ନଳୀ

ଏ ସମସ୍ତ ବ୍ୟବସ୍ଥା ସହ କୋନିକାଲ ଫ୍ଲାସ୍କର ଓଜନ ନିଅ । ଫ୍ଲାସ୍କଟିକୁ ଟିକେ ଏପରି ଅଣେଇ ଦିଅ ଯେପରି ଦୁଇଟିଯାକ ଦ୍ରବଣ ମିଶିଯିବ । ଫ୍ଲାସ୍କର ଉପରଭାଗକୁ ଧରି ତଳପଟକୁ ଆସ୍ତେ ଆସ୍ତେ ହଲେଇ ଦିଅ । ଦୁଇଟିଯାକ ଦ୍ରବଣ ଭଲ ଭାବରେ ମିଶିଯିବ ।

ଫ୍ଲାସ୍କରେ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଘଟି ଧଳାରଙ୍ଗର ବେରିୟମ ସଲ୍‌ଫେଟ୍ ଅବକ୍ଷେପ (precipitate) ସୃଷ୍ଟି ହେବ । ଏପରି ବ୍ୟବସ୍ଥାକୁ ପୁଣି ଥରେ ଓଜନ କର । ଲକ୍ଷ୍ୟକର ପ୍ରଥମ ଓଜନ ଓ ଦ୍ୱିତୀୟ ଓଜନ ମଧ୍ୟରେ କିଛି ପାର୍ଥକ୍ୟ ନାହିଁ । ଏଥିରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁତ୍ୱର କିଛି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ନାହିଁ ।

ଏହି ପରୀକ୍ଷାରୁ ଆମେ ଜାଣିଲୁ ଯେ, **ଏକ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ସୃଷ୍ଟି ନାହିଁ କିମ୍ବା ବିନାଶ ନାହିଁ ।** ଏହାକୁ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମ କୁହାଯାଏ ।

3.1.2 ସ୍ଥିରାନୁପାତ ନିୟମ (Law of Constant Proportions)

କୌଣସି ଏକ ଯୌଗିକ ପଦାର୍ଥ ଯେପରି ପ୍ରସ୍ତୁତ ହେଉ ନା କାହିଁକି କିମ୍ବା ଯେ କୌଣସି ଉତ୍ସରୁ ମିଳିଥାଉ, ସେଥିରେ ସମାନ ମୌଳିକଗୁଡ଼ିକ ସର୍ବଦା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅନୁପାତରେ ସଂଯୁକ୍ତି ହେବାଦ୍ୱାରା ତାହା ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ବିଜ୍ଞାନାଗାରରେ ଜଳ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଇପାରିବ । ନଈ, ନାଳ, କୂଅ, ପୋଖରୀ ଇତ୍ୟାଦିରେ ମଧ୍ୟ ଜଳ ମିଳିଥାଏ । ଜଳରେ ସର୍ବଦା ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ଓ ଅକ୍‌ସିଜେନ 1:8 ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅନୁପାତରେ ସଂଯୁକ୍ତ । ୨ ଗ୍ରାମ ଜଳକୁ ବିଘଟନ (decompose) କଲେ ସର୍ବଦା 1 ଗ୍ରାମ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ଏବଂ 8 ଗ୍ରାମ୍ ଅକ୍‌ସିଜେନ୍ ମିଳେ । ସେହିପରି କାର୍ବନ ଡାଇଅକ୍‌ସାଇଡ଼୍‌କୁ ଯେ କୌଣସି ପ୍ରଣାଳୀରେ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଉ କିମ୍ବା ଯେ କୌଣସି ଉତ୍ସରୁ ସଂଗ୍ରହ କରାଯାଉ, ସେଥିରେ କାର୍ବନ ଓ ଅକ୍‌ସିଜେନ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଅନୁପାତ ସର୍ବଦା 3 : 8 ହେବ ।

ଏହା ସ୍ଥିରାନୁପାତ ନିୟମ ଅଟେ । ଏହାକୁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟାନୁପାତ ନିୟମ (Law of Definite Proportions) ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ବୈଜ୍ଞାନିକ ପ୍ରାଉଷ୍ଟଙ୍କ ଅନୁଯାୟୀ ଏହି ନିୟମଟି ହେଲା- **ଏକ ରାସାୟନିକ ଯୌଗିକରେ ମୌଳିକଗୁଡ଼ିକ ସର୍ବଦା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅନୁପାତରେ ରହିଥାଏ ।**

3.1.3 ଡାଲ୍‌ଟନଙ୍କ ପରମାଣୁ ତତ୍ତ୍ୱ (Dalton's Atomic Theory)

ବୈଜ୍ଞାନିକ ଜନ୍ ଡାଲ୍‌ଟନ୍ 1808 ମସିହାରେ ପଦାର୍ଥର ଗଠନ ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଏକ ନୂତନ ତତ୍ତ୍ୱ ଉପସ୍ଥାପନ କଲେ । ଏହାକୁ ଡାଲ୍‌ଟନଙ୍କ ପରମାଣୁ ତତ୍ତ୍ୱ କୁହାଯାଏ । ଏହି ତତ୍ତ୍ୱର ସ୍ୱୀକାର ଗୁଡ଼ିକ ହେଲା :

(i) ପଦାର୍ଥ ଅନେକଗୁଡ଼ିଏ ଅତି କ୍ଷୁଦ୍ର କଣିକାଦ୍ୱାରା ଗଠିତ । ସେହି କଣିକାକୁ ପରମାଣୁ କୁହାଯାଏ ।

(ii) ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକ ଅବିଭାଜ୍ୟ କଣିକା, ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଯାହାକୁ ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଇପାରିବ ନାହିଁ କିମ୍ବା ବିନାଶ କରାଯାଇପାରିବ ନାହିଁ ।

(iii) କୌଣସି ଏକ ମୌଳିକର ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ରାସାୟନିକ ଧର୍ମ ସମାନ ।

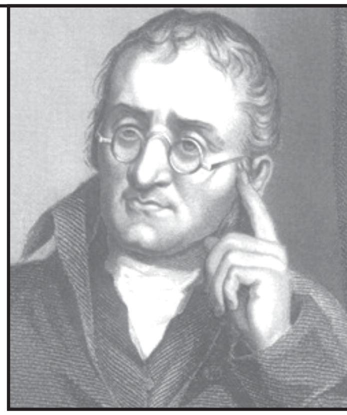
(iv) ବିଭିନ୍ନ ମୌଳିକର ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ରାସାୟନିକ ଧର୍ମ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ ।

(v) ଛୋଟ ପୂର୍ଣ୍ଣ ସଂଖ୍ୟା (small whole numbers) ଅନୁପାତରେ ବିଭିନ୍ନ ମୌଳିକର ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇ ଯୌଗିକ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ ।

ବିଜ୍ଞାନର ଅଗ୍ରଗତି ଯୋଗୁଁ ଡାଲ୍‌ଟନଙ୍କ ପରମାଣୁ ତତ୍ତ୍ୱ ଆଜି ସଂଶୋଧିତ ହୋଇଛି । ପରମାଣୁକୁ ବିଭାଜନ କରି ହେଲାଣି । ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଏହାଠାରୁ କ୍ଷୁଦ୍ରତର ଏକାଧିକ ଅବପରମାଣୁ (subatomic) କଣିକାମାନ ରହିଛି । ଏ ବିଷୟରେ ପରବର୍ତ୍ତୀ ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆଲୋଚନା କରାଯାଇଛି ।

ତୁମେ ଜାଣିଛ କି ?

ଜନ୍ ଡାଲଟନ୍ 1766 ମସିହାରେ ଇଂଲଣ୍ଡର ଏକ ଗରିବ ପରିବାରରେ ଜନ୍ମ ହୋଇଥିଲେ । 12 ବର୍ଷ ବୟସରେ ଏକ ଶିକ୍ଷକ ଭାବରେ ତାଙ୍କର ବୃତ୍ତି ଆରମ୍ଭ କରିଥିଲେ । ସାତବର୍ଷ ପରେ ସେ ଗୋଟିଏ ସ୍କୁଲର ଅଧ୍ୟକ୍ଷ ହେଲେ । 1793 ମସିହାରେ ଡାଲଟନ୍ ମାଞ୍ଚେଷ୍ଟରର ଗୋଟିଏ କଲେଜରେ ଗଣିତ, ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନ ଓ ରସାୟନବିଜ୍ଞାନ ପଢ଼ାଇଲେ । ଅଧ୍ୟୟନ ଓ ଗବେଷଣା କରି ଜୀବନର ଅଧିକାଂଶ ସମୟ ସେହିଠାରେ କଟାଇଥିଲେ । ପରମାଣୁ ତତ୍ତ୍ୱ ପାଇଁ ଡାଲଟନ୍ ମୁଖ୍ୟତଃ ଜଣାଶୁଣା ହେଲେ ମଧ୍ୟ ବିଜ୍ଞାନର ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଦିଗ ପ୍ରତି ତାଙ୍କର ଅବଦାନ ଚିରସ୍ମରଣୀୟ ।


ଜନ୍ ଡାଲଟନ୍

3.2 ପରମାଣୁ (Atom)

ରାଜମିସ୍ତ୍ରୀ ବିରାଟ ବିରାଟ ଘର ତିଆରି କରନ୍ତି । ଏହି ବିରାଟ ଘର ଛୋଟ ଛୋଟ ଇଟାର ସମାହାରରେ ତିଆରି ହୋଇଥାଏ । ବୁନ୍ଦା ବୁନ୍ଦା ଜଳର ସମାହାରରେ ସମୁଦ୍ର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି । ସେହିପରି ପ୍ରତ୍ୟେକ ପଦାର୍ଥ ବହୁ ସଂଖ୍ୟକ ଛୋଟ ଛୋଟ ପରମାଣୁ ଦ୍ୱାରା ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ ।

ପରମାଣୁର ଆକାର ଏତେ ଛୋଟ ଯେ ଖାଲି ଆଖିରେ ଦେଖିବା ଦୂରେ ଥାଉ, ଏହାର ଛୋଟ ଆକାର କଳ୍ପନା କରିବା ମଧ୍ୟ ସହଜ ନୁହେଁ । ଗୋଟିଏ ବାଲିକଣାର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରାୟ 10^{-4} ମିଟର ଏବଂ ଗୋଟିଏ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ପରମାଣୁର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ହେଉଛି ପ୍ରାୟ 10^{-10} ମିଟର । ଅନ୍ୟ ଅର୍ଥରେ କହିବାକୁ ଗଲେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ପରମାଣୁର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଏକ ସେଣ୍ଟିମିଟରର ଦଶକୋଟି ଭାଗରୁ ଗୋଟିଏ ଭାଗ । ଏହି କ୍ଷୁଦ୍ରାତିକ୍ଷୁଦ୍ର କଣିକା ଅର୍ଥାତ୍ ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକରେ ବିଶ୍ୱବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି । ପରମାଣୁକୁ ଆମେ ଖାଲି ଆଖିରେ ଦେଖି ନ ପାରିଲେ ମଧ୍ୟ ଆଧୁନିକ ବୈଷୟିକ ଜ୍ଞାନଦ୍ୱାରା ଏହାର ସ୍ଥିତି ପ୍ରମାଣିତ ହୋଇପାରିଛି । ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ପରମାଣୁ ଭାଗନିଏ ।

3.2.1 ବିଭିନ୍ନ ମୌଳିକର ପରମାଣୁମାନଙ୍କର ପ୍ରତୀକ

ମୌଳିକର ପ୍ରତୀକକୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅର୍ଥରେ ବ୍ୟବହାର କରିବାରେ ଡାଲଟନ୍ ହେଉଛନ୍ତି ପ୍ରଥମ ବୈଜ୍ଞାନିକ । ପ୍ରତୀକଟି ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁକୁ ବୁଝାଏ । ବୈଜ୍ଞାନିକ ବର୍ଜିଲିୟସଙ୍କ ମତରେ ମୌଳିକ ନାମର ଗୋଟିଏ କିମ୍ବା ଦୁଇଟି ଅକ୍ଷରକୁ ନେଇ ସେହି ମୌଳିକର ପ୍ରତୀକ ଲେଖାଯାଇପାରେ ।

ଚିତ୍ର **3.2** ଡାଲଟନ୍‌ଙ୍କ ପ୍ରସ୍ତାବିତ କେତୋଟି ମୌଳିକର ପ୍ରତୀକ

ଆରମ୍ଭରୁ ମୌଳିକମାନଙ୍କର ନାମ ପ୍ରଥମେ ଯେଉଁ ସ୍ଥାନରୁ ମିଳିଥିଲା, ସେହି ସ୍ଥାନର ନାମ ଅନୁସାରେ ଦିଆଯାଉଥିଲା । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, କପର ନାମଟି ସାଇପ୍ରସ୍ (Cyprus)ରୁ ଆନୀତ । କେତୋଟି ନାମ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ରଙ୍ଗଗୁଡ଼ିକରୁ ଆନୀତ । ଉଦାହରଣ : ଗୋଲ୍ଡ଼ (Gold) ଏକ ଇଂରାଜୀ ଶବ୍ଦ ଯାହାର ଅର୍ଥ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ହଳଦିଆ (bright yellow)ରୁ ଆନୀତ । ଏବେ ଆନ୍ତର୍ଜାତିକ ବିଶୁଦ୍ଧ ଓ ପ୍ରୟୋଗାତ୍ମକ ରସାୟନ ସଂଘ (International Union of Pure and Applied Chemistry) ବା ଆଇୟୁପିଏସି (IUPAC) ମୌଳିକଗୁଡ଼ିକର ନାମ ଅନୁମୋଦନ କରିଛି । ଅଧିକାଂଶ

ପ୍ରତୀକ ମୌଳିକର ଇଂରାଜୀ ନାମର ପ୍ରଥମ ଅକ୍ଷର କିମ୍ବା ପ୍ରଥମ ଦୁଇଟି ଅକ୍ଷର ନେଇ ଗଠିତ । ପ୍ରତୀକର ପ୍ରଥମ ଅକ୍ଷରଟି ସବୁବେଳେ ଇଂରାଜୀର ବଡ଼ ଅକ୍ଷର (capital letter) ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟଟି ଛୋଟ ଅକ୍ଷର (small letter) ଲେଖାଯାଏ ।

ଉଦାହରଣ :

(i) ଅକ୍ସିଜେନ (Oxygen), O

(ii) ହାଇଡ୍ରୋଜେନ (Hydrogen), H

(iii) ବେରିୟମ (Barium), Ba (BA ନୁହେଁ)

(iv) ବ୍ରୋମିନ (Bromine), Br (BR ନୁହେଁ)

(v) ନିୟନ (Neon), Ne (NE ନୁହେଁ)

ମୌଳିକର ପ୍ରତୀକଗୁଡ଼ିକ ସେଗୁଡ଼ିକର ଲାଟିନ ଭାଷାରେ ଲିଖିତ ନାମରୁ ଆନୀତ । ଯଥା : ଆଇରନ (ଲୁହା)ର ଲାଟିନ ନାମ ଫେରମ (Ferrum)ରୁ Fe, ସୋଡ଼ିୟମର ଲାଟିନ ନାମ ନେଟ୍ରିୟମ (Natrium)ରୁ Na, ପୋଟାସିୟମର ଲାଟିନ ନାମ କେଲିୟମ (Kalium)ରୁ K ପ୍ରତୀକ ଆସିଛି । ପ୍ରତ୍ୟେକ ମୌଳିକର ଗୋଟିଏ ନାମ ଓ ଏକମାତ୍ର ରାସାୟନିକ ପ୍ରତୀକ ରହିଥାଏ ।

3.2.2 ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ (Atomic Mass)

ପରମାଣୁ ଅତି କ୍ଷୁଦ୍ର ହେଲେବି ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅଛି । ଏହି ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏତେ କମ୍‌ଯେ, ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ସିଧାସଳଖ ମପାଯାଇ ପାରିବନାହିଁ । ତେଣୁ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ରାସାୟନିକ ସଂଯୋଗର ନିୟମ ଏବଂ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ଯୌଗିକକୁ ଉପଯୋଗ କରି ମୌଳିକର ତୁଳନାତ୍ମକ ବା ଆପେକ୍ଷିକ (relative) ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କଲେ । ଏଥିପାଇଁ କୌଣସି ଏକ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ମାନକ ଏକକ (standard unit) ରୂପେ ନେଇ ଅନ୍ୟ ମୌଳିକର ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ

ସାରଣୀ 3.1 କେତେକ ମୌଳିକର ପ୍ରତୀକ

ମୌଳିକ	ପ୍ରତୀକ	ମୌଳିକ	ପ୍ରତୀକ	ମୌଳିକ	ପ୍ରତୀକ	ମୌଳିକ	ପ୍ରତୀକ
ଏଲୁମିନିୟମ୍	Al	କ୍ଲୋରିନ୍	Cl	ମ୍ୟାଗ୍ନେସିୟମ	Mg	ସେଲେନିୟମ	Se
ଏଣ୍ଟିମୋନି	Sb	କ୍ରୋମିୟମ	Cr	ମାଙ୍ଗାନିଜ	Mn	ସିଲିକନ	Si
ଆର୍‌ଗନ	Ar	କୋବାଲ୍‌ଟ	Co	ମର୍‌କ୍ୟୁରି	Hg	ସିଲ୍‌ଭର	Ag
ଆର୍‌ସେନିକ	As	କପର	Cu	ନିୟନ	Ne	ସୋଡ଼ିୟମ	Na
ବେରିୟମ	Ba	ଫ୍ଲୋରିନ	F	ନିକେଲ	Ni	ସଲ୍‌ଫର	S
ବେରିଲିୟମ	Be	ଗୋଲ୍‌ଡ	Au	ନାଇଟ୍ରୋଜେନ	N	ଟିନ	Sn
ବିସ୍‌ମଥ	Bi	ହିଲିୟମ	He	ଅକ୍‌ସିଜେନ	O	ଟଙ୍ଗସ୍‌ଟନ	W
ବୋରନ	B	ହାଇଡ୍ରୋଜେନ	H	ଫସ୍‌ଫରସ୍	P	ୟୁରେନିୟମ	U
ବ୍ରୋମିନ	Br	ଆୟୋଡିନ	I	ପ୍ଲାଟିନମ୍	Pt	ଭାନେଡ଼ିୟମ	V
କ୍ୟାଡ୍‌ମିୟମ	Cd	ଆଇରନ	Fe	ପୋଟାସିୟମ	K	ଜେନନ	Xe
କ୍ୟାଲ୍‌ସିୟମ	Ca	ଲେଡ୍	Pb	ରେଡ଼ିୟମ୍	Ra	ଜିଙ୍କ	Zn
କାର୍ବନ	C	ଲିଥିୟମ	Li	ସ୍କାଣ୍ଡିୟମ	Sc		

କେତେକ ମୌଳିକର ପ୍ରତୀକ, ଇଂରାଜୀ ନାମର ପ୍ରଥମ ଅକ୍ଷର ଏବଂ ସେହି ନାମରେ ରହିଥିବା ଅନ୍ୟ ଗୋଟିଏ ଅକ୍ଷରକୁ ନେଇ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ ।

ଉଦାହରଣ : (i) କ୍ଲୋରିନ୍ (Chlorine), Cl (ii) ମ୍ୟାଗ୍ନେସିୟମ (Magnesium), Mg । ଅନ୍ୟ କେତେ

ନିଷ୍ପତ୍ତି ନେଲେ । ଏହି କ୍ରମରେ ପ୍ରାକୃତିକ ଭାବରେ ମିଳୁଥିବା ଅକ୍‌ସିଜେନର ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର $\frac{1}{16}$ ଭାଗ ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ପ୍ରଥମେ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ମାନକ ଏକକ ରୂପେ ନେଲେ । ଦୁଇଟି କାରଣ ପାଇଁ ଏହା ପ୍ରାସଙ୍ଗିକ ବୋଲି ବିବେଚନା କରାଗଲା । ସେଗୁଡ଼ିକ ହେଲା :

(i) ଅନେକ ମୌଳିକ ସହିତ ଅକ୍‌ସିଜେନ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରେ ଏବଂ ଯୌଗିକ ସୃଷ୍ଟି କରିପାରେ ।

(ii) ଅଧିକାଂଶ ମୌଳିକର ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏହି ମାନକ ଏକକ ନେବା ଦ୍ୱାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ ସଂଖ୍ୟା ହୋଇଥାଏ ।

ପରବର୍ତ୍ତୀ ସମୟରେ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଅକ୍‌ସିଜେନକୁ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ମାନକ ଏକକ ରୂପେ ଗ୍ରହଣ କଲେ ନାହିଁ ।

1961 ମସିହାରୁ C^{12} ବା କାର୍ବନ-12 (ବା C–12) ସମାବୟବ (isotope) ର $\frac{1}{12}$ ଭାଗ ବା ଅଂଶକୁ ମାନକ ଏକକ ରୂପେ ବିଶ୍ୱବ୍ୟାପୀ ବ୍ୟବହାର କରାଗଲା । C^{12} ର ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ 12 ଅଟେ । ଏହି ଏକକକୁ 'ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏକକ' (atomic mass unit) ବା ସଂକ୍ଷେପରେ 'amu' କୁହାଯାଏ । ଏବେ ଏହି ଏକକକୁ 'u' (unified mass) ଲେଖାଯାଉଛି ।

ଏକ C-12 ପରମାଣୁର $\frac{1}{12}$ ଭାଗ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତୁଳନାରେ ଗୋଟିଏ ମୌଳିକର ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି ସେହି ମୌଳିକର ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ।

ତେଣୁ ମୌଳିକର ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏକ ଆନୁପାତିକ ବା ତୁଳନାତ୍ମକ ମୂଲ୍ୟ । ସୁତରାଂ କୌଣସି ମୌଳିକର ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ

$$= \frac{\text{ଉକ୍ତ ମୌଳିକର ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{C^{12} \text{ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱର } \frac{1}{12} \text{ ଭାଗ}}$$

ସାରଣୀ 3.2

କେତୋଟି ମୌଳିକର ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ

ମୌଳିକ	**ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ (u)**
ହାଇଡ୍ରୋଜେନ	1
କାର୍ବନ	12
ନାଇଟ୍ରୋଜେନ	14
ଅକ୍‌ସିଜେନ	16
ଫ୍ଲୋରିନ୍	19
ସୋଡ଼ିୟମ	23
ମ୍ୟାଗ୍ନେସିୟମ	24
ସଲ୍‌ଫର	32
କ୍ଲୋରିନ୍	35.5
କ୍ୟାଲସିୟମ	40

ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ଗ୍ରାମରେ ପ୍ରକାଶ କଲେ ତାହାକୁ ଗ୍ରାମ ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ କୁହାଯାଏ ।

ଉପରେ କରାଯାଇଥିବା ଆଲୋଚନାଗୁଡ଼ିକରୁ ପରମାଣୁ ସମ୍ବନ୍ଧରେ କେତେକ ତଥ୍ୟ ଆମେ ଜାଣିଲେ । କିନ୍ତୁ ପରମାଣୁ କ'ଣ ? **ପରମାଣୁ ହେଉଛି ମୌଳିକର କ୍ଷୁଦ୍ରତମ କଣିକା ଯାହା ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଭାଗନିଏ ।**

3.3 ଅଣୁ (Molecule)

ଅନେକ ମୌଳିକର ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକର ସ୍ୱାଧୀନ ସତ୍ତା ନଥାଏ । ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକ ମିଶି ଅଣୁ ଏବଂ ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି । ଏହି ଅଣୁଗୁଡ଼ିକ କିମ୍ବା ଆୟନଗୁଡ଼ିକ ବହୁ ସଂଖ୍ୟାରେ ମିଳିତ ହୋଇ ପଦାର୍ଥ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି । ଏହି ପଦାର୍ଥକୁ ଆମେ ଦେଖିପାରୁ କିମ୍ବା ଅନୁଭବ କରିପାରୁ କିମ୍ବା ସ୍ପର୍ଶ କରିପାରୁ ।

ଅଣୁ ହେଉଛି, ଏକ ମୌଳିକ କିମ୍ବା ଯୌଗିକର କ୍ଷୁଦ୍ରତମ କଣିକା ଯାହା ସ୍ୱାଧୀନ ଭାବରେ ରହିବାକୁ ସମର୍ଥ ଏବଂ ସେହି ମୌଳିକ କିମ୍ବା ଯୌଗିକର ସମସ୍ତ ଧର୍ମ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିଥାଏ । ଏକ ମୌଳିକର ଅଣୁ ଏକ ବା ଏକାଧିକ ସମଜାତୀୟ ପରମାଣୁକୁ ନେଇ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ । ଯୌଗିକର ଅଣୁ ସର୍ବଦା ଏକାଧିକ ଅସମଜାତୀୟ ପରମାଣୁକୁ ନେଇ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ । ଅଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଏକାଧିକ ପରମାଣୁ ପରସ୍ପର ମଧ୍ୟରେ ରାସାୟନିକ ବନ୍ଧ ଦ୍ୱାରା ଅର୍ଥାତ୍ ଆକର୍ଷଣ ବଳ ଦ୍ୱାରା ଶକ୍ତଭାବେ ବାନ୍ଧି ହୋଇଥା'ନ୍ତି ।

3.3.1 ମୌଳିକର ଅଣୁ (Molecules of Elements)

ଏକ ମୌଳିକର ଅଣୁ ସମଜାତୀୟ ପରମାଣୁକୁ ନେଇ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ । କେତେକ ମୌଳିକ ଯଥା : ହିଲିୟମ, ନିୟନ, ଆର୍ଗନ ଇତ୍ୟାଦିର ଅଣୁ ସେହି ମୌଳିକର କେବଳ ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁରେ ଗଠିତ । ଅଧିକାଂଶ ଅଧାତୁ ମୌଳିକର ଅଣୁ ଏକାଧିକ ସମଜାତୀୟ ପରମାଣୁକୁ ନେଇ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ । ଉଦାହରଣ : ଗୋଟିଏ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ଅଣୁ (H_2) ଦୁଇଟି ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ପରମାଣୁକୁ ନେଇ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ । ସେଥିପାଇଁ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ଅଣୁକୁ ଦୁଇପରମାଣୁବିଶିଷ୍ଟ ଅଣୁ (diatomic molecule), କୁହାଯାଏ । ତିନୋଟି ଅକ୍ସିଜେନ ପରମାଣୁ ଏକତ୍ର ହୋଇ ଓଜୋନ୍ (Ozone) ଅଣୁ, O_3, ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ଓଜୋନ୍ ଗ୍ୟାସର ଏକ ସ୍ତର ଅଛି । ଅଣୁରେ ଥିବା ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟା ଦ୍ୱାରା ଅଣୁର ପରମାଣୁକତା (atomicity) ଜଣାଯାଏ । ସାରଣୀ 3.3 ରେ କେତୋଟି ଅଧାତୁର ପରମାଣୁକତା ଦିଆଯାଇଛି ।

ସାରଣୀ 3.3

କେତୋଟି ଅଧାତୁର ପରମାଣୁକତା

ଅଧାତୁର ନାମ	ପରମାଣୁକତା
ହିଲିୟମ	ଏକ ପରମାଣୁ ବିଶିଷ୍ଟ
ନିୟନ	ଏକ ପରମାଣୁ ବିଶିଷ୍ଟ
ଆର୍ଗନ	ଏକ ପରମାଣୁ ବିଶିଷ୍ଟ
ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍	ଦୁଇ ପରମାଣୁ ବିଶିଷ୍ଟ
ଅକ୍ସିଜେନ	ଦୁଇ ପରମାଣୁ ବିଶିଷ୍ଟ
ନାଇଟ୍ରୋଜେନ	ଦୁଇ ପରମାଣୁ ବିଶିଷ୍ଟ
କ୍ଲୋରିନ	ଦୁଇ ପରମାଣୁ ବିଶିଷ୍ଟ
ଫସ୍ଫରସ୍	ଚାରି ପରମାଣୁ ବିଶିଷ୍ଟ
ସଲ୍ଫର	ବହୁ ପରମାଣୁ ବିଶିଷ୍ଟ

3.3.2 ଯୌଗିକର ଅଣୁ (Molecules of Compounds)

ବିଭିନ୍ନ ମୌଳିକର ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅନୁପାତରେ ଏକତ୍ର ମିଳିତ ହୋଇ ଯୌଗିକର ଅଣୁ ଗଠନ ହୋଇଥାଏ । ପୂର୍ବରୁ ଦିଆଯାଇଥିବା 'ସ୍ଥିରାନୁପାତ ନିୟମ' ଶୀର୍ଷକରେ ଏ ବିଷୟରେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାଯାଇଛି ।

3.3.3 ଆୟନ (Ion)

ଧାତବ ମୌଳିକ ଓ ଅଧାତୁ ମୌଳିକର ସଂଯୋଗରେ ଗଠିତ ଯୌଗିକ ଚାର୍ଜଯୁକ୍ତ କଣିକାମାନ ଧାରଣ କରିଥାଏ । ଏହି ଚାର୍ଜଯୁକ୍ତ କଣିକାକୁ ଆୟନ କୁହାଯାଏ । ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଆୟନକୁ କ୍ୟାଟାୟନ (cation) ଏବଂ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଆୟନକୁ ଆନାୟନ (anion) କୁହାଯାଏ । ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ଼ ଯୌଗିକରେ ଥିବା ଚାର୍ଜଯୁକ୍ତ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ହେଉଛି, ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ସୋଡ଼ିୟମ ଆୟନ (Na^+) ଏବଂ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ କ୍ଲୋରାଇଡ଼୍ ଆୟନ (Cl^-) । ଗୋଟିଏ ଚାର୍ଜଯୁକ୍ତ ପରମାଣୁରେ ଆୟନ ଗଠିତ ହୋଇପାରେ କିମ୍ବା ଏକାଧିକ ପରମାଣୁ ଏକତ୍ର ହୋଇ ଯୁକ୍ତ ବା ବିଯୁକ୍ତ ଚାର୍ଜ ବହନ କରିପାରେ । ଏକାଧିକ ପରମାଣୁ ଏକତ୍ର ହୋଇ ଚାର୍ଜ ବହନ କରିଥିଲେ ସେଗୁଡ଼ିକୁ ପଲିଆଟମିକ ଆୟନ (polyatomic ion) କୁହାଯାଏ । ସାରଣୀ 3.4ରେ କେତୋଟି ଆୟନର ନାମ ଓ ପ୍ରତୀକ / ସଙ୍କେତ ଦିଆଯାଇଛି ।

ସାରଣୀ 3.4

କେତୋଟି ଆୟନର ନାମ ଓ ପ୍ରତୀକ / ସଙ୍କେତ

ଆୟନର ନାମ	ପ୍ରତୀକ / ସଙ୍କେତ
ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍	H^+
ସୋଡ଼ିୟମ୍	Na^+
ପୋଟାସିୟମ୍	K^+
ମ୍ୟାଗ୍ନେସିୟମ୍	Mg^{2+}
ଜିଙ୍କ୍	Zn^{2+}
ଏଲୁମିନିୟମ୍	Al^{3+}
କ୍ଲୋରାଇଡ୍	Cl^-
ବ୍ରୋମାଇଡ୍	Br^-
ଅକ୍ସାଇଡ୍	O^{2-}
ଏମୋନିୟମ୍	NH_4^+
ହାଇଡ୍ରକ୍ସାଇଡ୍	OH^-
ନାଇଟ୍ରେଟ୍	NO_3^-
କାର୍ବୋନେଟ୍	CO_3^{2-}
ସଲ୍ଫେଟ୍	SO_4^{2-}
ଫସ୍ଫେଟ୍	PO_4^{3-}

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 3.2

ଅଷ୍ଟମ ଶ୍ରେଣୀ ବିଜ୍ଞାନ ବହିରେ ତୁମେ ବିଦ୍ୟୁତସ୍ରୋତର ରାସାୟନିକ ପ୍ରଭାବ ବିଷୟରେ ପଢ଼ିଛ । ପରୀକ୍ଷା କରି ଦେଖିଛ ଯେ, ଖାଇବା ଲୁଣର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସୁପରିବାହୀ । ସେହିପରି ଆଉ ଏକ ପରୀକ୍ଷା କରି ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ ଚିନିର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସୁପରିବାହୀ ନୁହେଁ । ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି ହେଲେ ଦ୍ରବଣଟି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସୁପରିବାହୀ ହୋଇଥାଏ । ଖାଇବା ଲୁଣରୁ ପ୍ରସ୍ତୁତ ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ Na^+ ଆୟନ ଓ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ Cl^- ଆୟନ ରହିଥାଏ । ତେଣୁ ଲୁଣ ଦ୍ରବଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସୁପରିବାହୀ । ଚିନିର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣରେ ଚିନି ଅଣୁର ବିଯୋଜନ (dissociation) ହୁଏ ନାହିଁ ଏବଂ ଆୟନ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ନାହିଁ । ତେଣୁ ଚିନିର ଜଳୀୟ ଦ୍ରବଣ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସୁପରିବାହୀ ନୁହେଁ ।

ତୁମ ଘରେ ବ୍ୟବହାର କରୁଥିବା କେତୋଟି ଆୟନିକ ଯୌଗିକର ତାଲିକା କର । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଯୌଗିକ ପାଇଁ ଗୋଟିଏ ଲେଖାଏଁ ପରିଷ୍କାର ଛୋଟ ବିକର କିମ୍ବା କାଚ ପାତ୍ର ନିଅ । ବିକର କିମ୍ବା କାଚପାତ୍ରରେ ଦୁଇ ଚାମଚ ପାତିତ ଜଳରେ ଅଧା ଚାମଚ ଆୟନିକ ଯୌଗିକକୁ ଦ୍ରବୀଭୂତ କର । ତୁମେ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରିଥିବା ଟେଷ୍ଟର ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତ୍ୟେକ ଦ୍ରବଣକୁ ପରୀକ୍ଷା କରି ଦେଖ, ତାହା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସୁପରିବାହୀ କି ନୁହେଁ ।

3.4 ରାସାୟନିକ ସଙ୍କେତ ଓ ଯୋଜ୍ୟତା (Chemical Formula & Valency)

ଏକ ଯୌଗିକର ରାସାୟନିକ ସଙ୍କେତ ହେଉଛି ଏହାର ଗଠନର ପ୍ରତୀକ ମୂଳକ ଚିତ୍ରଣ । ବିଭିନ୍ନ ଯୌଗିକର ରାସାୟନିକ ସଙ୍କେତ ଲେଖିବା ପାଇଁ ଆମେ ମୌଳିକର ପ୍ରତୀକ ଏବଂ ସଂଯୋଜନ କ୍ଷମତା (combining capacity) ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଜାଣିବା ଦରକାର ।

ମୌଳିକର ସଂଯୋଜନ କ୍ଷମତାକୁ ଏହାର ଯୋଜ୍ୟତା (valency) କୁହାଯାଏ । ହାଇଡ୍ରୋଜେନର ଯୋଜ୍ୟତାକୁ ଏକ ଧରି ଅଧିକାଂଶ ମୌଳିକର ଯୋଜ୍ୟତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇଛି । ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲୋରିକ ଏସିଡ୍ (HCl)ର ଗୋଟିଏ ଅଣୁରେ ଗୋଟିଏ କ୍ଲୋରିନ ପରମାଣୁ ଗୋଟିଏ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ପରମାଣୁ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛି । ତେଣୁ କ୍ଲୋରିନ୍‌ର ଯୋଜ୍ୟତା ଏକ ଅଟେ । ସେହିଭଳି ଗୋଟିଏ ଜଳ (H_2O) ଅଣୁରେ ଗୋଟିଏ ଅକ୍‌ସିଜେନ ପରମାଣୁ ଦୁଇଟି ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ପରମାଣୁ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛି । ତେଣୁ ଅକ୍‌ସିଜେନର ଯୋଜ୍ୟତା ହେଉଛି ଦୁଇ । ଏମୋନିଆ (NH_3) ଅଣୁରେ ନାଇଟ୍ରୋଜେନର ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁ ହାଇଡ୍ରୋଜେନର ତିନୋଟି ପରମାଣୁ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛି । ତେଣୁ ନାଇଟ୍ରୋଜେନର ଯୋଜ୍ୟତା ତିନି ଅଟେ । ସେହିପରି ମିଥେନ (CH_4) ଅଣୁକୁ ବିଚାର କଲେ କାର୍ବନର ଯୋଜ୍ୟତା ଚାରି ହୁଏ ।

ସମସ୍ତ ଯୌଗିକର ଉପାଦାନ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ନୁହେଁ । ତେଣୁ ଅନ୍ୟ ମୌଳିକର ଯୋଜ୍ୟତାକୁ ଭିତ୍ତି କରି କେତେକ ମୌଳିକର ଯୋଜ୍ୟତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇଛି । ମ୍ୟାଗ୍ନେସିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ($MgCl_2$) ଯୌଗିକର ଅଣୁରେ ଗୋଟିଏ ମ୍ୟାଗ୍ନେସିୟମ ପରମାଣୁ ଦୁଇଟି କ୍ଲୋରିନ ପରମାଣୁ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛି । କ୍ଲୋରିନ୍‌ର ଯୋଜ୍ୟତା ଏକ, ତେଣୁ ମ୍ୟାଗ୍ନେସିୟମର ଯୋଜ୍ୟତା ଦୁଇ ଅଟେ । ସେହିଭଳି ଏଲୁମିନିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ($AlCl_3$) ଯୌଗିକରେ ଏଲୁମିନିୟମର ଯୋଜ୍ୟତା 3 ଅଟେ । ପରବର୍ତ୍ତୀ କାଳରେ ଏହିପରି ଯୋଜ୍ୟତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପଦ୍ଧତିକୁ ପରିହାର କରି ପରମାଣୁର ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ସଂରଚନାକୁ ଭିତ୍ତିକରି ଯୋଜ୍ୟତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଗଲା । ଏ ବିଷୟରେ ପରବର୍ତ୍ତୀ ଅଧ୍ୟାୟରେ ଅଧିକ ଆଲୋଚନା କରାଯାଇଛି ।

କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ମୌଳିକର ଏକାଧିକ ଯୋଜ୍ୟତା ଦେଖାଯାଏ । ଯଥା:- ଫେରସ୍ ଅକ୍‌ସାଇଡ୍ (FeO)ରେ ଆଇରନର ଯୋଜ୍ୟତା 2 ଏବଂ ଫେରିକ ଅକ୍‌ସାଇଡ୍ (Fe_2O_3)ରେ ଆଇରନ୍‌ର ଯୋଜ୍ୟତା 3 ଅଟେ । ସେହିଭଳି N_2O, NO, N_2O_3, N_2O_4 ଓ N_2O_5 ଯୌଗିକଗୁଡ଼ିକରେ ନାଇଟ୍ରୋଜେନର ଯୋଜ୍ୟତା ଯଥାକ୍ରମେ 1, 2, 3, 4 ଓ 5 ଅଟେ । କୌଣସି ମୌଳିକର ଏକାଧିକ ଯୋଜ୍ୟତାକୁ ଚଳଯୋଜ୍ୟତା (variable valency) କହନ୍ତି ।

3.4.1 ରାସାୟନିକ ସଙ୍କେତ ଲେଖିବାର ପ୍ରଣାଳୀ (Methods of Writing Chemical Formula)

ରାସାୟନିକ ସଙ୍କେତ ଲେଖିଲାବେଳେ ଅନୁସୃତ ନିୟମଗୁଡ଼ିକ ହେଲା :

ସାରଣୀ 3.5

କେତୋଟି ସାଧାରଣ ମୌଳିକର ଯୋଜ୍ୟତା

ମୌଳିକର ପ୍ରତୀକ	ଯୋଜ୍ୟତା	ମୌଳିକର ପ୍ରତୀକ	ଯୋଜ୍ୟତା	ମୌଳିକର ପ୍ରତୀକ	ଯୋଜ୍ୟତା
H	1	Ag	1	Fe	2,3
F	1	Cu	1, 2	Pb	2,4
Cl	1	O	2	Sn	2,4
Br	1	S	2,4,6	C	4
I	1	Ca	2	Si	4
Na	1	Ba	2	B	3
K	1	Zn	2	N	1,2,3,4,5
Hg	1, 2	Mg	2	P	3,5
Al	3	Cr	3,6		
Sb	3,5	As	3,5		

(i) ଆୟନର ଯୋଜ୍ୟତା କିମ୍ବା ଚାର୍ଜ ସମତୁଲ ହେବ ।

(ii) ଧାତୁ ଏବଂ ଅଧାତୁରୁ ଗଠିତ ଯୌଗିକ ପାଇଁ ଧାତୁର ନାମ କିମ୍ବା ପ୍ରତୀକ ପ୍ରଥମେ ଲେଖାଯାଏ । ଉଦାହରଣ : ମ୍ୟାଗ୍ନେସିୟମ ଅକ୍ସାଇଡ୍ (MgO), ପୋଟାସିୟମ ବ୍ରୋମାଇଡ୍ (KBr) ।

(iii) ପଲିଆଟମିକ ଆୟନରୁ ସୃଷ୍ଟ ଯୌଗିକରେ ଆୟନକୁ ବନ୍ଧନୀ ମଧ୍ୟରେ ରଖି ଅନୁପାତ ସୂଚାଉଥିବା ସଂଖ୍ୟାଟି ଲେଖାଯାଏ । ଏହି ସଂଖ୍ୟା ଯଦି ଏକ ହୋଇଥାଏ, ବନ୍ଧନୀର ଆବଶ୍ୟକତା ନାହିଁ । ଉଦାହରଣ : HNO_3 ।

3.4.2 ଯୌଗିକର ସଙ୍କେତ

(Formulae of Compounds)

ଦୁଇଟି ପୃଥକ୍ ମୌଳିକରୁ ଗଠିତ ହୋଇଥିବା ଯୌଗିକକୁ ଦ୍ୱିଅଙ୍ଗୀ ଯୌଗିକ (Binary compound) କୁହାଯାଏ । ଆୟନର ଯୋଜ୍ୟତା ଆୟନ ଉପରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଚାର୍ଜରୁ ସୂଚନା ମିଳେ (ସାରଣୀ 3.4) । ସାରଣୀ 3.5ରେ କେତୋଟି ମୌଳିକର ଯୋଜ୍ୟତା ଦିଆଯାଇଛି ।

କୌଣସି ଯୌଗିକ ଅଣୁର ଆଣବିକ ସଙ୍କେତ ଲେଖିବାକୁ ହେଲେ ପ୍ରଥମେ ଏଥିରେ ଥିବା ମୌଳିକଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରତୀକକୁ ପାଖାପାଖି ଲେଖାଯାଏ । ମୌଳିକଗୁଡ଼ିକର ଯୋଜ୍ୟତା ପ୍ରତୀକର ଠିକ୍ ତଳେ ଲେଖାଯାଏ । ତା'ପରେ ଯୋଜ୍ୟତା ସଂଖ୍ୟା ଦୁଇଟିର ସ୍ଥାନ ଅଦଳବଦଳ (cross over) କରି ସଙ୍କେତ ଲେଖାଯାଏ । ନିମ୍ନରେ କେତୋଟି ଉଦାହରଣ ଦିଆଯାଇଛି ।

1. ସୋଡ଼ିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍‌ର ସଙ୍କେତ :

ପ୍ରତୀକ : Na Cl

ଯୋଜ୍ୟତା : 1^+ 1^-

ସଙ୍କେତ : NaCl

2. ମିଥେନ୍‌ର ସଙ୍କେତ :

ପ୍ରତୀକ : C H

ଯୋଜ୍ୟତା : 4 1

ସଙ୍କେତ : CH_4

3. କ୍ୟାଲସିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍ ପାଇଁ କ୍ୟାଟାୟନ (Ca^{2+}) ପ୍ରତୀକଟି ପ୍ରଥମେ ଲେଖାଯାଏ, ତା'ପରେ ଆନାୟନ (Cl^-) ପ୍ରତୀକଟି ଲେଖାଯାଏ । ସେଗୁଡ଼ିକର ଚାର୍ଜ ଅଦଳବଦଳ କରି ସଙ୍କେତଟି ଲେଖାଯାଏ ।

ପ୍ରତୀକ : Ca Cl

ଯୋଜ୍ୟତା : 2^+ 1^-

ସଙ୍କେତ : $CaCl_2$

ଯୁକ୍ତ ଓ ବିଯୁକ୍ତଚାର୍ଜ ପରସ୍ପର ସମତୁଲ ହେବ ଏବଂ ଯୌଗିକଟି ଚାର୍ଜହୀନ ହେବ । ସଙ୍କେତରେ ଆୟନର ଚାର୍ଜକୁ ସୂଚାଯାଏ ନାହିଁ ।

4. ମ୍ୟାଗ୍ନେସିୟମ ଅକ୍ସାଇଡ଼୍‌ର ସଙ୍କେତ :

ପ୍ରତୀକ : Mg O

ଯୋଜ୍ୟତା : 2^+ 2^-

ସଙ୍କେତ : MgO

ଏଠାରେ ଦୁଇଟିଯାକ ଆୟନର ଯୋଜ୍ୟତା ସମାନ । ତେଣୁ ଏହାର ସଙ୍କେତକୁ Mg_2O_2 ନଲେଖି ସରଳରେ MgO ଲେଖାଯାଏ ।

5. କ୍ୟାଲସିୟମ ହାଇଡ୍ରକ୍ସାଇଡ଼୍‌ର ସଙ୍କେତ :

ପ୍ରତୀକ / ସଙ୍କେତ : Ca OH

ଚାର୍ଜ : 2^+ 1^-

ସଙ୍କେତ : $Ca(OH)_2$

ଦୁଇ ବା ଅଧିକ ସମାନ ପଲିଆଟମିକ୍ ଆୟନ ରହିଲେ ବନ୍ଧନୀ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ତେଣୁ କ୍ୟାଲସିୟମ ହାଇଡ୍ରକ୍ସାଇଡ଼୍‌ର ସଙ୍କେତ $Ca(OH)_2$, $CaOH_2$ ନୁହେଁ ।

6. ସୋଡ଼ିୟମ ସଲ୍‌ଫେଟ୍‌ର ସଙ୍କେତ :

ପ୍ରତୀକ / ସଙ୍କେତ : Na SO_4

ଚାର୍ଜ : 1^+ 2^-

ସଙ୍କେତ : $Na_2 SO_4$

ଏଠାରେ ବନ୍ଧନୀର ଆବଶ୍ୟକତା ନାହିଁ, କାରଣ ଗୋଟିଏ SO_4^{2-} ଆୟନ ଅଛି ।

7. ଏମୋନିୟମ କାର୍ବୋନେଟର ସଙ୍କେତ :

ସଙ୍କେତ : NH_4 CO_3

ଚାର୍ଜ : 1^+ 2^-

ସଙ୍କେତ : $(NH_4)_2 CO_3$

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 3.3

ତଳେ କେତେକ ମୌଳିକ ପରମାଣୁର ମଡ଼େଲ ଚିତ୍ର ଦିଆଯାଇଛି ।

H → □, C → ●, N → ⊖,

O → ❂, S → ⦶

ଏହି ଚିତ୍ରଗୁଡ଼ିକ ବ୍ୟବହାର କରି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଅଣୁର ମଡ଼େଲ ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କର ।

ଉଦାହରଣ : H_2 → □□ NO → ⊖❂

ଏହି ପଦ୍ଧତି ଅବଲମ୍ବନ କରି ତଳେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଅଣୁଗୁଡ଼ିକର ମଡ଼େଲ ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କର ।

CO_2, NO_2, N_2, SO_2, SO_3, NH_3, O_2, CH_4, CS_2, H_2O

3.5 ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏବଂ ମୋଲ୍ (Molecular Mass and Mole)

ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି, ଗୋଟିଏ ଅଣୁରେ ଥିବା ସମସ୍ତ ପରମାଣୁର ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଯୋଗଫଳ । ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱଭଳି ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏକ ଆନୁପାତିକ ସଂଖ୍ୟା ଏବଂ ଏହାର ଏକକ ମଧ୍ୟ 'ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏକକ' ବା 'u' ।

ଉଦାହରଣ :

(i) ଜଳର ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ।

ଜଳ ଅଣୁର ସଙ୍କେତ H_2O ଅଟେ । ହାଇଡ୍ରୋଜେନର ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି 1u ଏବଂ ଅକ୍ସିଜେନର ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି 16u । ଜଳ ଅଣୁରେ ଦୁଇଟି ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ପରମାଣୁ ଓ ଗୋଟିଏ ଅକ୍ସିଜେନ ପରମାଣୁ ରହିଛି । ତେଣୁ ଜଳ ଅଣୁର ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ

$$= (2 \times 1u) + (1 \times 16u) = 18u$$

(ii) କ୍ୟାଲ୍‌ସିୟମ କାର୍ବୋନେଟ୍‌ର ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ କଳନା କରିବା ।

କ୍ୟାଲ୍‌ସିୟମ କାର୍ବୋନେଟ୍‌ର ସଙ୍କେତ ହେଉଛି $CaCO_3$ ।

ମୌଳିକଗୁଡ଼ିକର ପରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ :

Ca = 40u, C = 12u, O=16u

କ୍ୟାଲ୍‌ସିୟମ କାର୍ବୋନେଟର ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ :

40u+ 12u+(3×16u) =100u

3.5.1 ମୋଲ୍

ବିଜ୍ଞାନରେ ମୋଲ୍ ନାମକ ଏକ ଏକକ ବ୍ୟବହାର କରଯାଏ । ଏକ ଡ଼ଜନ (dozen) ଯେପରି ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସଂଖ୍ୟା 12କୁ ସୂଚାଏ ବା ଏକ ଗ୍ରସ (gross) କହିଲେ ଯେପରି 144 ସଂଖ୍ୟାକୁ ବୁଝାଏ, ସେହିପରି ଏକ ମୋଲ୍ କହିଲେ 6.02×10^{23} ସଂଖ୍ୟାକୁ ବୁଝାଏ । ଏହି ବିରାଟ ସଂଖ୍ୟାକୁ ଏଭୋଗାଡ୍ରୋ ସ୍ଥିରାଙ୍କ (Avogadro constant) ବା ଏଭୋଗାଡ୍ରୋ ସଂଖ୍ୟା (Avogadro Number) କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ 'N_0' ପ୍ରତୀକ ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଏ । ଏହା ଅଣୁ, ପରମାଣୁ, ଆୟନ ବା କଣିକା ସଂଖ୍ୟା ଗଣନାର ଗୋଟିଏ ଏକକ ।

ଏକ ମୋଲ୍ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ପରମାଣୁ କହିଲେ 6.02×10^{23} ସଂଖ୍ୟକ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ପରମାଣୁକୁ ବୁଝାଏ । ସେହିପରି ଏକ ମୋଲ୍ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ ଅଣୁ କହିଲେ 6.02×10^{23} ସଂଖ୍ୟକ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ ଅଣୁକୁ ବୁଝାଏ ।

1 ମୋଲ୍ ସୋଡ଼ିୟମ ପରମାଣୁ

= 6.02×10^{23} ସଂଖ୍ୟକ ସୋଡ଼ିୟମ ପରମାଣୁ

1 ମୋଲ୍ କ୍ଲୋରିନ ଅଣୁ

= 6.02×10^{23} ସଂଖ୍ୟକ କ୍ଲୋରିନ ଅଣୁ

1 ମୋଲ୍ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ= 6.02×10^{23} ସଂଖ୍ୟକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ

1 ମୋଲ୍ ଆୟନ = 6.02×10^{23} ସଂଖ୍ୟକ ଆୟନ

5 ମୋଲ୍ ଏମୋନିଆ (NH_3) ଅଣୁ

= $5\times6.02\times10^{23}$ ସଂଖ୍ୟକ ଏମୋନିଆ ଅଣୁ

ମୋଲ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସହିତ ମଧ୍ୟ ସମ୍ପର୍କ ରହିଛି । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପଦାର୍ଥର ଏକ ମୋଲ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ମଧ୍ୟ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅଟେ । ତେଣୁ ମୋଲ୍ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ମଧ୍ୟ ଏକ ସୂଚକ ଅଟେ ।

ନାଇଟ୍ରୋଜେନର ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 14u

ଏକ ମୋଲ୍ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 14ଗ୍ରାମ

ଅର୍ଥାତ୍ 6.02×10^{23} ସଂଖ୍ୟକ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 14ଗ୍ରାମ

ଏକ ମୋଲ୍ ପଦାର୍ଥର ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ "ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ" (Molar Mass) କୁହାଯାଏ । ପରମାଣୁର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ଗ୍ରାମ-ପରମାଣୁ-ବସ୍ତୁତ୍ୱ ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ ।

ସୁତରାଂ ଏକ ମୋଲ୍ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = ନାଇଟ୍ରୋଜେନର ଗ୍ରାମ-ପରମାଣୁ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ।

କାର୍ବନର ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 12u

ତେଣୁ କାର୍ବନର ଗ୍ରାମ ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 12ଗ୍ରାମ

ଗ୍ରାମ-ଆଣବିକ-ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବା ଅଣୁର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱର କେତୋଟି ଉଦାହରଣ ତଳେ ଦିଆଯାଇଛି ।

ହାଇଡ୍ରୋଜେନର ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 2u

ଏକ ମୋଲ୍ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ଅଣୁ (H_2) ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 2ଗ୍ରାମ

ହାଇଡ୍ରୋଜେନର ଗ୍ରାମ-ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 2ଗ୍ରାମ

ସେହିପରି, ଜଳର ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 18u

ଜଳର ଗ୍ରାମ-ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 18ଗ୍ରାମ

18ଗ୍ରାମ ଜଳରେ ଏକ ମୋଲ୍ ଜଳଅଣୁ ଅର୍ଥାତ୍ 6.02×10^{23} ସଂଖ୍ୟକ ଜଳଅଣୁ ରହିଛି ।

ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପରିପ୍ରେକ୍ଷୀରେ ରସାୟନବିତ୍‌ମାନଙ୍କ ପାଇଁ ପରମାଣୁ ଓ ଅଣୁର ସଂଖ୍ୟା ଏବଂ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ସଂଖ୍ୟାମଧ୍ୟରେ ସଂପର୍କ ଜାଣିବା ଆବଶ୍ୟକ ହୋଇଥାଏ ।

ତେଣୁ ମୋଲ୍ ଏଭଳି ଗୋଟିଏ ଏକକ ଯାହାକୁ ବିଜ୍ଞାନରେ ବିଭିନ୍ନ ପରିପ୍ରେକ୍ଷୀରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ମାପକରୂପେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଚାପ ଓ ତାପମାତ୍ରାରେ ଏବଂ ଉତ୍‌ପ୍ରେରକର ଉପସ୍ଥିତିରେ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ ଗ୍ୟାସ ଓ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ଗ୍ୟାସ

ପ୍ରତିକ୍ରିୟା କରି ଏମୋନିଆ ଗ୍ୟାସ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଏହି ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସମତୁଲ ସମୀକରଣରୁ ମୋଲ୍ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ନିମ୍ନଲିଖିତ ସୂଚନାମାନ ମିଳେ ।

ପ୍ରତିକ୍ରିୟା :	N_2 +	$3H_2$ =	$2NH_3$
ଅଣୁସଂଖ୍ୟା :	1ଅଣୁ	3ଅଣୁ	2ଅଣୁ
ମୋଲ୍ :	1ମୋଲ୍	3ମୋଲ୍	2ମୋଲ୍
ଅଣୁସଂଖ୍ୟା :	6.02×10^{23} ସଂଖ୍ୟକ ଅଣୁ	$3\times6.02\times10^{23}$ ସଂଖ୍ୟକ ଅଣୁ	$2\times6.02\times10^{23}$ ସଂଖ୍ୟକ ଅଣୁ
ଗ୍ରାମ-ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ :	2×14 = 28ଗ୍ରାମ	3×(1×2) = 6ଗ୍ରାମ	2×(14+3×1) = 34ଗ୍ରାମ

ଉଦାହରଣ : 3.1

0.5 ମୋଲ୍ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ ଗ୍ୟାସର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କଳନା କର ।

ଉତ୍ତର :

ନାଇଟ୍ରୋଜେନ୍ ଗ୍ୟାସରେ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ ଅଣୁ ଦୁଇପରମାଣୁ ବିଶିଷ୍ଟ (N_2) ।

ନାଇଟ୍ରୋଜେନର ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 14

1 ମୋଲ୍ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

= 14×2 ଗ୍ରାମ = 28ଗ୍ରାମ

ତେଣୁ, 0.5 ମୋଲ୍ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ ଗ୍ୟାସର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

= 28×0.5 ଗ୍ରାମ = 14ଗ୍ରାମ

ଉଦାହରଣ : 3.2

1 ମୋଲ୍ କ୍ୟାଲ୍‌ସିୟମ କାର୍ବୋନେଟକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କଲେ କେତେ ଗ୍ରାମ ଲେଖାଏଁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଉତ୍ପାଦ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେବ ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଉତ୍ପାଦର ଅଣୁସଂଖ୍ୟା କେତେ ?

ଉତ୍ତର :

କ୍ୟାଲ୍‌ସିୟମ କାର୍ବୋନେଟକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କଲେ କ୍ୟାଲ୍‌ସିୟମ ଅକ୍‌ସାଇଡ଼ ଓ କାର୍ବନଡାଇଅକ୍‌ସାଇଡ୍ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଏହି ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାର ସମତୁଲ ସମୀକରଣଟି ଲେଖି ଉପର ପ୍ରଶ୍ନ ସମାଧାନ କରାଯାଇପାରିବ ।

	$CaCO_3$ =	CaO +	CO_2
	1ମୋଲ୍	1ମୋଲ୍	1ମୋଲ୍
ଗ୍ରାମରେ :	40+12+(3×16) = 100ଗ୍ରାମ	40+16 = 56ଗ୍ରାମ	12+(2×16) = 44ଗ୍ରାମ
ଅଣୁସଂଖ୍ୟା :	6.02×10^{23}	6.02×10^{23}	6.02×10^{23}

100 ଗ୍ରାମ ବା 1 ମୋଲ୍ କ୍ୟାଲସିୟମ କାର୍ବୋନେଟକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କଲେ 56ଗ୍ରାମ ବା 1 ମୋଲ୍ କ୍ୟାଲ୍‌ସିୟମ ଅକ୍‌ସାଇଡ଼ ଏବଂ 44ଗ୍ରାମ ବା 1 ମୋଲ୍ କାର୍ବନ ଡ଼ାଇଅକ୍‌ସାଇଡ଼ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେବ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଉତ୍ପାଦର ଅଣୁସଂଖ୍ୟା 6.02×10^{23} ।

ଆମେ କ'ଣ ଶିଖିଲେ :

- ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମ : ଏକ ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ସୃଷ୍ଟି ନାହିଁ କିମ୍ବା ବିନାଶ ନାହିଁ ।
- ସ୍ଥିରାନୁପାତ ବା ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟାନୁପାତ ନିୟମ : ଏକ ରାସାୟନିକ ଯୌଗିକରେ ମୌଳିକଗୁଡ଼ିକ ସର୍ବଦା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅନୁପାତରେ ରହିଥାଏ ।
- ପରମାଣୁକୁ ଆମେ ଖାଲି ଆଖିରେ ଦେଖି ନ ପାରିଲେ ମଧ୍ୟ, ଆଧୁନିକ ବୈଷୟିକ ଜ୍ଞାନ ଦ୍ୱାରା ଏହାର ସ୍ଥିତି ପ୍ରମାଣିତ ହୋଇପାରିଛି ।
- ପରମାଣୁ ହେଉଛି, ମୌଳିକର କ୍ଷୁଦ୍ରତମ କଣିକା ଯାହା ରାସାୟନିକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାରେ ଭାଗ ନିଏ ।
- ଅଣୁ ହେଉଛି, ଏକ ମୌଳିକ କିମ୍ବା ଯୌଗିକର କ୍ଷୁଦ୍ରତମ କଣିକା ଯାହା ସ୍ୱାଧୀନ ଭାବରେ ରହିବାକୁ ସମର୍ଥ ଏବଂ ସେହି ମୌଳିକ କିମ୍ବା ଯୌଗିକର ସମସ୍ତ ଧର୍ମ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରିଥାଏ ।
- ପ୍ରତ୍ୟେକ ମୌଳିକର ଗୋଟିଏ ନାମ ଓ ଏକମାତ୍ର ରାସାୟନିକ ପ୍ରତୀକ ରହିଥାଏ ।
- ଏକ C-12 ପରମାଣୁର $\frac{1}{12}$ ଭାଗ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତୁଳନାରେ ଗୋଟିଏ ମୌଳିକର ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି ସେହି ମୌଳିକର ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ।

- ଅଣୁରେ ଥିବା ପରମାଣୁ ସଂଖ୍ୟାଦ୍ୱାରା ଅଣୁର ପରମାଣୁକତା ଜଣାଯାଏ ।
- ଚାର୍ଜଯୁକ୍ତ କଣିକାକୁ ଆୟନ କୁହାଯାଏ ।
- ଏକ ଯୌଗିକର ରାସାୟନିକ ସଙ୍କେତ ଏହାର ଗଠନର ପ୍ରତୀକମୂଳକ ଚିତ୍ରଣ ।
- ମୌଳିକର ସଂଯୋଜନ କ୍ଷମତାକୁ ଏହାର ଯୋଜ୍ୟତା କୁହାଯାଏ । ଗୋଟିଏ ମୌଳିକର ଯୋଜ୍ୟତାକୁ ଭିତ୍ତିକରି ଅନ୍ୟ ଏକ ମୌଳିକର ଯୋଜ୍ୟତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ।
- ଗୋଟିଏ ଅଣୁରେ ଥିବା ସମସ୍ତ ପରମାଣୁର ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଯୋଗଫଳ ହେଉଛି ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ।
- ଏଭୋଗାଡ୍ରୋ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ବା ଏଭୋଗାଡ୍ରୋ ସଂଖ୍ୟା 6.02×10^{23} ସଂଖ୍ୟାକୁ ବୁଝାଏ ।
- ଏକ ମୋଲ୍ = 6.02×10^{23} ସଂଖ୍ୟକ କଣିକା ।
- ପଦାର୍ଥର ଏକ ମୋଲ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ଏହାର ମୋଲାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କୁହାଯାଏ ।

ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ରାସାୟନିକ ସଂଯୋଗର ଦୁଇଟି ନିୟମ ଲେଖ ଏବଂ ବୁଝାଅ ।
2. ଡାଲ୍‌ଟନଙ୍କ ପରମାଣୁତତ୍ତ୍ୱର ସ୍ୱୀକାରଗୁଡ଼ିକ ଲେଖ ।
3, ଗୋଟିଏ ଉଦାହରଣ ସହ ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ କ'ଣ ବୁଝାଅ ।
4. ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ କ'ଣ ? ଏକ ଯୌଗିକର ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ କିପରି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇପାରିବ, ଉଦାହରଣ ଦେଇ ଲେଖ ।
5. ପଲିଆଟମିକ ଆୟନ କ'ଣ ? ଚାରୋଟି ପଲିଆଟମିକ ଆୟନର ଉଦାହରଣ ଦିଅ ।
6. ନିମ୍ନଲିଖିତ ମୌଳିକଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରତୀକ ଲେଖ ।
   (i) ବେରିୟମ୍ (ii) ବେରିଲିୟମ୍ (iii) କ୍ୟାଡ୍‌ମିୟମ୍ (iv) କ୍ରୋମିୟମ୍ (v) ଗୋଲଡ୍
7. ନିମ୍ନଲିଖିତ ପ୍ରତୀକଗୁଡ଼ିକରୁ ମୌଳିକର ନାମ ଲେଖ ।
   (i) Al (ii) He (iii) Co (iv) Mn (v) Hg (vi) B (vii) P (viii) S (ix) C (x) F
8. ରାସାୟନିକ ସଙ୍କେତ ଲେଖିବାର ପ୍ରଣାଳୀ ବୁଝାଅ ।
9. ନିମ୍ନଲିଖିତ ଯୌଗିକମାନଙ୍କର ସଙ୍କେତ ଲେଖ ।
   (i) ସୋଡ଼ିୟମ ବ୍ରୋମାଇଡ୍ (ii) ଜିଙ୍କ୍ ସଲଫେଟ୍ (iii) ଏମୋନିୟମ କ୍ଲୋରାଇଡ୍
   (iv) ବେରିୟମ କାର୍ବୋନେଟ୍ (vi) ଏଲୁମିନିୟମ ଫସ୍‌ଫେଟ୍
10. ପାଞ୍ଚୋଟି ଅଧାତୁର ନାମ ଲେଖି ସେଗୁଡ଼ିକର ପରମାଣୁକତା ଲେଖ ।
11. ଏଭୋଗାଡ୍ରୋ ସ୍ଥିରାଙ୍କ କ'ଣ ବୁଝାଅ ।
12. ଗ୍ରାମ-ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ କ'ଣ ଗୋଟିଏ ଉଦାହରଣ ସହ ବୁଝାଅ ।

ଚତୁର୍ଥ ଅଧ୍ୟାୟ

ପରମାଣୁ ଗଠନ

(STRUCTURE OF THE ATOM)

ପୂର୍ବ ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ ଜାଣିଲୁ ଯେ ପରମାଣୁ ଦ୍ୱାରା ପଦାର୍ଥ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ । ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପରମାଣୁ ଦ୍ୱାରା ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପଦାର୍ଥ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ଡାଲ୍‌ଟନଙ୍କ ମତ ଅନୁଯାୟୀ ପରମାଣୁ ଅବିଭାଜ୍ୟ ।

ଊନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ଶେଷ ଭାଗରେ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ପରୀକ୍ଷାକରି ପରମାଣୁ ଗଠନ ସମ୍ପର୍କରେ କେତେକ ତଥ୍ୟ ପ୍ରକାଶ କଲେ । ପଦାର୍ଥର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପ୍ରକୃତିକୁ ଭିତ୍ତିକରି ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ମତଦେଲେ ଯେ, ପରମାଣୁ କ୍ଷୁଦ୍ରତମ କଣିକା ନୁହେଁ, ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଆହୁରି କ୍ଷୁଦ୍ରତର କଣିକା ବା ଅବପରମାଣୁ କଣିକାମାନ (sub-atomic particles) ରହିଛି । ଫଳରେ 'ପରମାଣୁ ଅବିଭାଜ୍ୟ'- ଏହି ଧାରଣା ଭୁଲ ବୋଲି ଜଣାଗଲା । ପରମାଣୁର ଗଠନ ଏବଂ ଅବପରମାଣୁ କଣିକା ସଂପର୍କରେ ନୂତନ ମତବାଦ ସୃଷ୍ଟି ହେଲା । ଅବପରମାଣୁ କଣିକା ଏବଂ ଅବପରମାଣୁ କଣିକାଗୁଡ଼ିକର ସଜ୍ଜାକୁ ନେଇ ପ୍ରସ୍ତାବ ଦିଆଯାଇଥିବା କେତୋଟି ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ ବିଷୟରେ ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

4.1 ପଦାର୍ଥରେ ଚାର୍ଜିତ କଣିକା (Charged Particles in Matter)

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 4.1

(i) ମୁଣ୍ଡବାଳ ଶୁଖିଲା ଥିଲାବେଳେ ଗୋଟିଏ ପାନିଆରେ କୁଣ୍ଡାଅ । ସେହି ପାନିଆଟିକୁ ଛୋଟଛୋଟ ଟୁକୁରା କାଗଜ ନିକଟରେ ଦେଖାଅ । କାଗଜ ଟୁକରାକୁ ପାନିଆ ଆକର୍ଷଣ କରିବ ।

(ii) ଗୋଟିଏ କାଚଦଣ୍ଡ (glass rod)କୁ ଏକ ସିଲ୍କ କନାରେ ଘଷ ଏବଂ ଦଣ୍ଡଟିକୁ ଏକ ଫୁଙ୍କା ହୋଇଥିବା ବେଲୁନ ନିକଟକୁ ନିଅ । କ'ଣ ହେଲା ?

ଏହି ପରୀକ୍ଷାଗୁଡ଼ିକରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ, ଦୁଇଟି ପଦାର୍ଥକୁ ପରସ୍ପର ସହିତ ଘଷିବାଦ୍ୱାରା ସେଗୁଡ଼ିକ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାର୍ଜିତ ହେଲେ ଓ ଆକର୍ଷଣ କରିବାର ପ୍ରକୃତି ଲାଭ କଲେ । ଏହାକୁ ବିଚାରକୁ ନେଇ ଅନେକ ବୈଜ୍ଞାନିକ ମତ ପ୍ରକାଶ କଲେ ଯେ ପରମାଣୁକୁ ବିଭାଜନ କରି ହେବ ଏବଂ ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଚାର୍ଜିତ କଣିକାମାନ ରହିଛି ।

1897 ମସିହାରେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଜେ.ଜେ.ଟମସନ୍ ପ୍ରସ୍ତାବ ଦେଲେ ଯେ ବିଯୁକ୍ତ ଚାର୍ଜକଣିକା ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରମାଣୁର ଏକ ମୌଳିକ କଣିକା । ଏହି କଣିକାକୁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ (electron) କୁହାଗଲା । ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ଆବିଷ୍କାର କ୍ଷେତ୍ରରେ ଟମସନ୍‌ଙ୍କ ଉଲ୍ଲେଖନୀୟ ଅବଦାନ ଥିବା ଯୋଗୁଁ ତାଙ୍କୁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନର ଆବିଷ୍କାରକ ରୂପେ ବିବେଚନା କରାଯାଏ । 1886 ଖ୍ରୀଷ୍ଟାବ୍ଦରେ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଇ. ଗୋଲ୍‌ଡ଼ଷ୍ଟାଇନ୍ ଏକ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ପରମାଣୁରେ ଯୁକ୍ତ ଚାର୍ଜ ରହିଥିବା ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ । ଏହି ଯୁକ୍ତଚାର୍ଜକଣିକାର ନାମ ପ୍ରୋଟନ (proton) ଦିଆଗଲା । ପ୍ରୋଟନର ଚାର୍ଜ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନର ଚାର୍ଜ ସହିତ ସମାନ, କିନ୍ତୁ ବିପରୀତ ଧର୍ମୀ । ପ୍ରୋଟନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ବସ୍ତୁତ୍ୱର 1837 ଗୁଣ । ସାଧାରଣତଃ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନକୁ **'e^-'** ଏବଂ ପ୍ରୋଟନକୁ **'p^+'** ରୂପେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ପ୍ରୋଟନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତୁଳନାରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନଗଣ୍ୟ ବୋଲି ଧରାଯାଏ ।

4.2 ପରମାଣୁ ଗଠନ (The Structure of an Atom)

ପୂର୍ବ ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ ଡାଲଟନ୍‌ଙ୍କ ପରମାଣୁ ତତ୍ତ୍ୱରୁ ଜାଣିଛୁ ଯେ, ପରମାଣୁ ଅବିଭାଜ୍ୟ ଏବଂ ଅବିଧ୍ୱଂସୀ । ପରବର୍ତ୍ତୀ ସମୟରେ ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା କେତୋଟି ମୌଳିକ କଣିକା (ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ଓ ପ୍ରୋଟନ)ର ଆବିଷ୍କାର ଫଳରେ ଡାଲଟନ୍‌ଙ୍କ ତତ୍ତ୍ୱରେ ଥିବା ଅବିଭାଜ୍ୟ ପରମାଣୁ ଧାରଣାର

ଅବସାନ ଘଟିଲା । ପରମାଣୁ ଭିତରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଓ ପ୍ରୋଟନଗୁଡ଼ିକ କିପରି ସଜ୍ଜିତ ହୋଇ ରହିଛନ୍ତି ତାହା ଜାଣିବାପାଇଁ ଏବଂ ଏହାକୁ ବୁଝାଇବାପାଇଁ ଅନେକ ବୈଜ୍ଞାନିକ ବିଭିନ୍ନ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ ପ୍ରସ୍ତାବ କରିଥିଲେ । ବୈଜ୍ଞାନିକ ଜେ.ଜେ.ଟମସନ୍ ସର୍ବପ୍ରଥମେ ପରମାଣୁ ଗଠନର ଏକ ମଡ଼େଲର ପ୍ରସ୍ତାବ ଦେଇଥିଲେ ।

ଜେ.ଜେ.ଟମସନ୍

ବ୍ରିଟିଶ ପଦାର୍ଥବିତ୍ ଜେ.ଜେ.ଟମସନ୍ (1856-1940) 18 ଡିସେମ୍ବର 1856 ଦିନ ଜନ୍ମଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଆବିଷ୍କାର ସଂକ୍ରାନ୍ତୀୟ କାର୍ଯ୍ୟ ପାଇଁ 1906 ମସିହାରେ ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନରେ ତାଙ୍କୁ ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ଦିଆଯାଇଥିଲା । ସେ କ୍ୟାଭେଣ୍ଡିସ୍ ବିଜ୍ଞାନାଗାରର ନିର୍ଦ୍ଦେଶକ ରୂପେ 35 ବର୍ଷକାଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥିଲେ । ତାଙ୍କର ସାତଜଣ ସହକାରୀ ଗବେଷକ (Research Assistant) ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ପାଇଛନ୍ତି ।

4.2.1 ଟମସନ୍‌ଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ

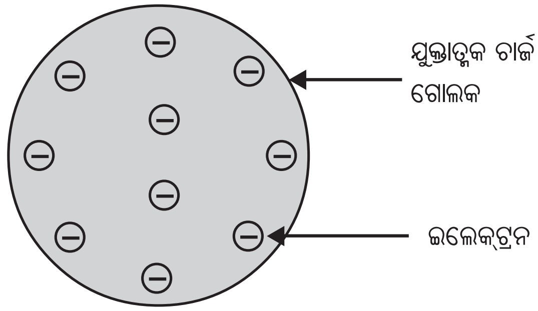
ଟମସନ୍‌ଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ ଅନୁଯାୟୀ ପରମାଣୁଟି ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ରହିଥିବା ଏକ ଗୋଲକ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ଏହା ଭିତରେ ବାଣ୍ଟି ହୋଇ ରହିଥା'ନ୍ତି । ତରଭୁଜ (watermelon) ସହିତ ଟମସନଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲକୁ ତୁଳନା କରାଯାଇପାରେ । ତରଭୁଜର ଲାଲ ଖାଇବା ଅଂଶଟି ପରି ପରମାଣୁର ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ବିସ୍ତାରିତ ହୋଇଥିବା ବେଳେ ତରଭୁଜର ମଞ୍ଜିଗୁଡ଼ିକ ପରି ପରମାଣୁରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ବିଚ୍ଛୁରିତ ହୋଇ ରହିଥାନ୍ତି (ଚିତ୍ର.4.1) ।

ଟମସନ୍‌ଙ୍କ ପ୍ରସ୍ତାବ ଅନୁସାରେ :

(i) ପରମାଣୁ ଏକ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ଧାରଣ କରିଥିବା ଗୋଲକ ଏବଂ ଏଥିରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ସବୁଆଡ଼େ ଦୃଢ଼ଭାବରେ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇ ରହିଥା'ନ୍ତି ।

(ii) ପରମାଣୁରେ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ଓ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ସମାନ ପରିମାଣରେ ଥାଏ । ତେଣୁ ପରମାଣୁଟି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ନିରପେକ୍ଷ (neutral) ।

ମାତ୍ର ଅନ୍ୟ କେତେକ ବୈଜ୍ଞାନିକଙ୍କର ପରୀକ୍ଷାଲବ୍ଧ ତଥ୍ୟଗୁଡ଼ିକୁ ଟମସନ୍‌ଙ୍କ ମଡ଼େଲ ଦ୍ୱାରା ବୁଝାଇବା ସମ୍ଭବ ହେଲା ନାହିଁ । ତେଣୁ ତାଙ୍କର ମଡ଼େଲଟି ବୈଜ୍ଞାନିକମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଗ୍ରହଣୀୟ ହୋଇପାରିଲା ନାହିଁ ।



ଚିତ୍ର **4.1** ଟମସନ୍‌ଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ

4.2.2 ରଦରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ (Rutherford's Model of an Atom)

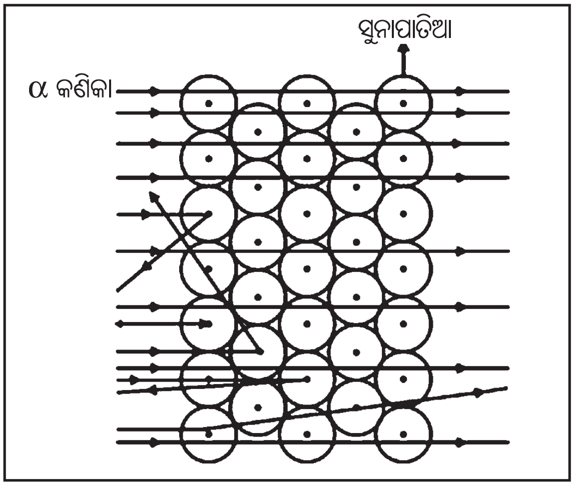
ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ କିପରି ସଜେଇ ହୋଇ ରହିଛନ୍ତି, ସେ ବିଷୟରେ ଜାଣିବାକୁ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଏର୍ନେଷ୍ଟ ରଦରଫୋର୍ଡ଼ ଆଗ୍ରହ ପ୍ରକାଶ କଲେ । ଏଥିପାଇଁ ସେ ଏକ ପରୀକ୍ଷାର ପରିକଳ୍ପନା କଲେ । ଏହି ପରୀକ୍ଷାରେ ଖଣ୍ଡିଏ ଅତି ପତଳା ସୁନାପାତିଆ ଉପରେ ତୀବ୍ର ବେଗରେ ଗତି କରୁଥିବା ଆଲଫା (α) କଣିକାକୁ ନିକ୍ଷେପ କରାଗଲା । ଆଲଫା କଣିକା ହେଉଛି ହିଲିୟମ ଆୟନ (He^{++}) ଯାହା ଦ୍ୱିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ (++) ବହନ କରେ । ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 4u ହୋଇଥିବାରୁ ତୀବ୍ରବେଗରେ ଗତି କରୁଥିବା α – କଣିକାରେ ଯଥେଷ୍ଟ ପରିମାଣର ଶକ୍ତି ରହିଥାଏ ।

ଏହି ପରୀକ୍ଷାରୁ ରଦରଫୋର୍ଡ଼ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣମାନ ପାଇଥିଲେ ।

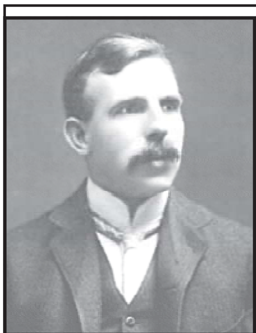
(i) ଅଧିକାଂଶ α – କଣିକା ସୁନାପାତିଆ ମଧ୍ୟଦେଇ ସିଧାସଳଖ ଭାବରେ ଗତି କଲା ।

(ii) କିଛି α – କଣିକାର ଗତିପଥ ବଙ୍କେଇ ହୋଇଗଲା ।

(iii) ଅଳ୍ପ କିଛି α – କଣିକା ସୁନାପାତିଆକୁ ଭେଦ ନକରି ଯେଉଁ ଦିଗରେ ଯାଇଥିଲା ଠିକ୍ ତା'ର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ପଛକୁ ଫେରି ଆସିଲା ।



ଚିତ୍ର **4.2** ରଦରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ସୁନାପାତିଆ ପରୀକ୍ଷା



ରଦରଫୋର୍ଡ଼

ବ୍ରିଟିଶ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଇ. ରଦରଫୋର୍ଡ଼ (1871-1937) 30 ଅଗଷ୍ଟ 1871ରେ ଜନ୍ମଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । ନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନର ପିତା ରୂପେ ସେ ପରିଚିତ । ତେଜସ୍କ୍ରିୟତା (radioactivity) ବିଷୟରେ କାର୍ଯ୍ୟ ଏବଂ ସୁନାପାତିଆ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସର ଆବିଷ୍କାର ପାଇଁ ସେ ପ୍ରସିଦ୍ଧ । 1908ରେ ସେ ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନରେ ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ପାଇଥିଲେ ।

α – କଣିକା ପରୀକ୍ଷାରୁ ମିଳିଥିବା ଏହିସବୁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣକୁ ଭିତ୍ତିକରି ରଦରଫୋର୍ଡ଼ ନିମ୍ନଲିଖିତ ସିଦ୍ଧାନ୍ତଗୁଡ଼ିକରେ ଉପନୀତ ହେଲେ ।

(i) ସୁନାପାତିଆର ପରମାଣୁଭିତରେ ଅଧିକାଂଶ ସ୍ଥାନ ଫମ୍ପା (empty) । କାରଣ ଅଧିକାଂଶ α – କଣିକା ସୁନାପାତିଆ ମଧ୍ୟଦେଇ ଚାଲିଯାଉଛି ।

(ii) ଖୁବ୍ କମ୍ ସଂଖ୍ୟକ କଣିକା, ଗତିପଥରେ ବଙ୍କେଇ ଯାଉଛି, ଯେଉଁଥିରୁ ସୂଚନା ମିଳୁଛି ଯେ ପରମାଣୁର ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ଖୁବ୍ କମ ସ୍ଥାନ ଦଖଲ କରିଛି ।

(iii) ଅତି ଅଳ୍ପ କେତେକ α – କଣିକା ସିଧା ଆଗକୁ ନ ଯାଇପାରି 180° କୋଣରେ ବିକ୍ଷେପିତ ହୋଇ ପଛକୁ ଫେରିଆସୁଛି । ଏଥିରୁ ସୂଚନା ମିଳୁଛି ଯେ ସୁନା ପରମାଣୁର ସମସ୍ତ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ଓ ବସ୍ତୁତ୍ୱ କେନ୍ଦ୍ରୀଭୂତ ହୋଇ ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଖୁବ୍ କମ୍ ସ୍ଥାନ ଅଧିକାର କରିଛି ।

ରଦରଫୋର୍ଡ଼ ତାଙ୍କ ପରୀକ୍ଷାକୁ ଭିତ୍ତିକରି ଏକ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲର ପ୍ରସ୍ତାବ ଦେଲେ । ତାଙ୍କ ମଡ଼େଲ ଅନୁସାରେ,

(i) ପରମାଣୁରେ ଏକ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜିତ କେନ୍ଦ୍ର ରହିଛି ଯାହାକୁ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ କୁହାଯାଏ । ପରମାଣୁର ପ୍ରାୟ ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏହି ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସରେ କେନ୍ଦ୍ରୀଭୂତ ହୋଇ ରହିଛି । ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ ଚାରିପଟେ ବହୁତ ଫାଙ୍କା ସ୍ଥାନ ରହିଛି ।

(ii) ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ ଚାରିପଟେ ଥିବା ଫାଙ୍କା ସ୍ଥାନରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କକ୍ଷ ପଥରେ ଘୂରୁଛନ୍ତି ।

(iii) ପରମାଣୁର ଆକାର ତୁଳନାରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସର ଆକାର ଖୁବ୍ ଛୋଟ ।

ରଦରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲର ତ୍ରୁଟି

(Drawbacks of Rutherford's Model of Atom)

ବୃତ୍ତାକାର ପଥ (circular path)ରେ ଘୂରୁଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁରେ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥାଏ । ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଚାରିପଟେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରୁଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ମଧ୍ୟ ତ୍ୱରଣ ଥାଏ । ତେଣୁ ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନରତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଏକ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଚାର୍ଜିତ କଣିକା । ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଚାର୍ଜିତ କଣିକାରୁ ଶକ୍ତି ବିକିରଣ ହୁଏ । ତେଣୁ ପରମାଣୁ ଭିତରେ ନ୍ୟିୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଚାରିପଟେ ଘୂରିବୁଲୁଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନରୁ ଅନବରତ ଶକ୍ତି ବିକିରିତ ହେବା ଆଶା କରାଯିବ । ଏହା ଫଳରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଶକ୍ତିସ୍ତର ଅନବରତ ହ୍ରାସ ପାଇବ । ଏହି କାରଣରୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବୃତ୍ତାକାର କକ୍ଷପଥରେ ନଘୂରି କୁଣ୍ଡଳାୟିତ ପଥରେ ଘୂରିଘୂରି ଶେଷରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସରେ

ମିଶିଯିବ । ଏହାଦ୍ୱାରା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବର୍ତ୍ତୁଳପଥରେ ସ୍ଥାୟୀ ହୋଇ ରହିବ ନାହିଁ । ଏହା ଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁକୁ ଆମେ ଯେଉଁ ଅବସ୍ଥାରେ ଦେଖୁଛୁ ତାହା ବାସ୍ତବରେ ସେମିତି ରହିବ ନାହିଁ । ମାତ୍ର ଏହା ହୁଏ ନାହିଁ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ କୁଣ୍ଡଳାୟିତ ପଥରେ ଘୂରି ଘୂରି ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସରେ ମିଶିଯାଏନାହିଁ । ଏହା କାହିଁକି ହୁଏନାହିଁ ତାହା ରଦରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ ବୁଝାଇପାରିଲା ନାହିଁ । ଏହା ସେ ମଡ଼େଲର ତ୍ରୁଟି ଥିଲା ।

ରଦରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ମଡ଼େଲରେ ଥିବା ତ୍ରୁଟିକୁ ଦୂର କରିବାପାଇଁ ବୈଜ୍ଞାନିକ ବୋ'ର (Bohr) ଆଉ ଏକ ନୂଆ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ ଉପସ୍ଥାପନ କଲେ । ଏହାକୁ ବୁଝାଇବା ପାଇଁ ସେ କେତୋଟି ସ୍ୱୀକାର (postulates) ମଧ୍ୟ ପ୍ରକାଶ କଲେ ।

4.2.3 ବୋ'ରଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ (Bohr's Model of Atom)

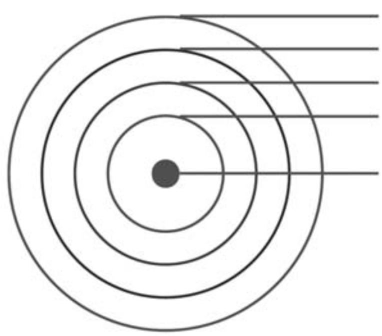
ବୋ'ରଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲର ରଦରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ ସହିତ ଅନେକ ସାମଞ୍ଜସ୍ୟ ଥିଲା । ବୋ'ରଙ୍କ ମଡ଼େଲ ଅନୁସାରେ **ପରମାଣୁର ଏକ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ କେନ୍ଦ୍ରସ୍ଥଳି ଥାଏ, ଯାହାକୁ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ କୁହାଯାଏ । ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ ଚାରିପଟେ ଥିବା ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନରେ ଇଲେକଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ କେବଳ କେତେଗୁଡ଼ିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର କକ୍ଷପଥରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ ଚାରିପଟେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରନ୍ତି ।**

ବୋ'ର ତାଙ୍କ ନୂଆ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ ସପକ୍ଷରେ କେତୋଟି ସ୍ୱୀକାର ଉପସ୍ଥାପନ କଲେ ଯାହା ରଦରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ମଡ଼େଲରେ ଥିବା ତ୍ରୁଟିକୁ ସୁଧାରି ପାରିଲା । ତାଙ୍କ ସ୍ୱୀକାର ଗୁଡ଼ିକ ହେଲା :

(i) ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ ଚାରିପଟେ କେବଳ କେତେକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କକ୍ଷପଥରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗୁଡ଼ିକ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରେ ।

(ii) ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କକ୍ଷପଥରେ ଘୂରୁଥିବାବେଳେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ଶକ୍ତି ବିକିରଣ କରନ୍ତି ନାହିଁ । ତେଣୁ ସେହି କକ୍ଷପଥକୁ ବିକିରଣ ବିହୀନ (non-radiating) କକ୍ଷ କୁହାଗଲା ।

ଏହି କକ୍ଷପଥ ବା ସେଲ୍ (shell) ଗୁଡ଼ିକୁ ଶକ୍ତିସ୍ତର (energy level) କୁହାଯାଏ । ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ଶକ୍ତିସ୍ତରଗୁଡ଼ିକ ଚିତ୍ର 4.3 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 4.3 ପରମାଣୁର କେତୋଟି ଶକ୍ତିସ୍ତର

ନିଲ୍ସ ବୋ'ର

ଡେନମାର୍କ ବୈଜ୍ଞାନିକ ନିଲ୍ସ ବୋ'ର (1885-1962) 7 ଅକ୍ଟୋବର 1885ରେ ଜନ୍ମଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । 1916ରେ ସେ କୋପେନ୍‌ହାଗେନ୍ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟର ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନ ପ୍ରଫେସର ଭାବେ ନିଯୁକ୍ତି ପାଇଥିଲେ । 1922ରେ ପରମାଣୁର ଗଠନ ବିଷୟରେ କାର୍ଯ୍ୟପାଇଁ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ନୋବେଲ ପୁରସ୍କାର ପାଇଥିଲେ । ସେ ଅନେକ ପୁସ୍ତକ ରଚନା କରିଛନ୍ତି ।

କକ୍ଷପଥ ବା ସେଲଗୁଡ଼ିକୁ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସଠାରୁ ଦୂରତାକ୍ରମରେ ଯଥାକ୍ରମେ K, L, M, N ଇତ୍ୟାଦି ଅକ୍ଷରଦ୍ୱାରା ବା 1, 2, 3, 4 ଇତ୍ୟାଦି ସଂଖ୍ୟାଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ କରାଯାଇଛି ।

4.2.4 ନିଉଟ୍ରନ (Neutron)

1932 ମସିହାରେ ବ୍ରିଟିଶ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଜେମସ୍ ଚାଡଉଇକ୍ (James Chadwick) ପରମାଣୁ ଭିତରେ ଥିବା ନୂତନ କଣିକା ଆବିଷ୍କାର କଲେ । ଏହି କଣିକା ଚାର୍ଜବିହୀନ ଏବଂ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପ୍ରୋଟନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସହ ପ୍ରାୟ ସମାନ । ଏହି କଣିକାର ନାମ ନିଉଟ୍ରନ ରଖାଗଲା । ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ବ୍ୟତୀତ ଅନ୍ୟ ସବୁ ପରମାଣୁର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ ଭିତରେ ନିଉଟ୍ରନ ଥାଏ । ପ୍ରୋଟନ୍ ବା ନିଉଟ୍ରନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

ତୁଳନାରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନଗଣ୍ୟ । ତେଣୁ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ, ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପ୍ରୋଟନ ଓ ନିଉଟ୍ରନ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଯୋଗଫଳ ସହିତ ପ୍ରାୟ ସମାନ ।

4.3 କକ୍ଷପଥ ମଧ୍ୟରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନମାନଙ୍କର ସଜ୍ଜା

ଏକ ପରମାଣୁର ବିଭିନ୍ନ କକ୍ଷପଥରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ କିପରି ବାଣ୍ଟି ହୋଇ ରହିଥା'ନ୍ତି, ସେ ବିଷୟରେ ବୋ'ର ଏବଂ ବରି (Bury) ପ୍ରସ୍ତାବ ଦେଇଥିଲେ । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଶକ୍ତିସ୍ତରରେ କେତୋଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ରହିପାରିବ, ତାହା ଜାଣିବା ପାଇଁ ନିମ୍ନଲିଖିତ ନିୟମମାନ ଅନୁସରଣ କରାଯାଏ ।

(i) କୌଣସି ସେଲରେ ରହୁଥିବା ସର୍ବାଧିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟା $2n^2$ ଅଟେ । 'n' ହେଉଛି କକ୍ଷମାନଙ୍କର କ୍ରମିକ ସଂଖ୍ୟା ବା ଶକ୍ତିସ୍ତର ସୂଚନାଙ୍କ (n = 1, 2, 3...) । ଏହି ନିୟମ ଅନୁସାରେ କେଉଁ ସେଲ୍‌ରେ ସର୍ବାଧିକ କେତୋଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ରହିପାରିବ ତାହା ନିମ୍ନରେ ଦିଆଗଲା ।

ପ୍ରଥମ କକ୍ଷ ବା K ସେଲ୍‌ରେ,

$2 \times 1^2 = 2$ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ରହିପାରିବ ।

ଦ୍ୱିତୀୟ କକ୍ଷ ବା L ସେଲ୍‌ରେ,

$2 \times 2^2 = 8$ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ରହିପାରିବ ।

ତୃତୀୟ କକ୍ଷ ବା M ସେଲ୍‌ରେ,

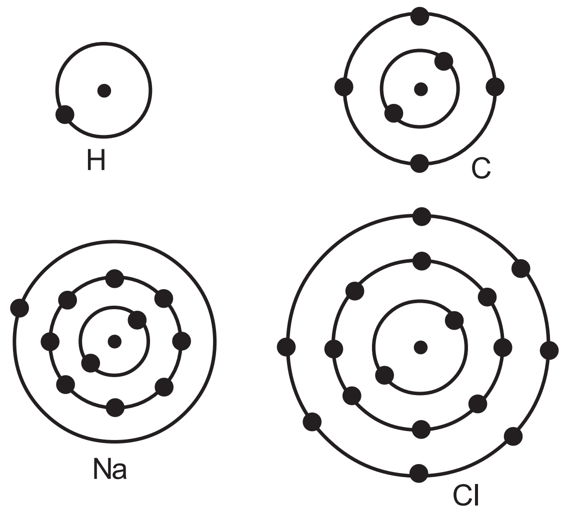
$2 \times 3^2 = 18$ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ରହିପାରିବ ।

ଚତୁର୍ଥ କକ୍ଷ ବା N ସେଲ୍‌ରେ,

$2 \times 4^2 = 32$ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ରହିପାରିବ ।

(ii) ବାହ୍ୟତମ କକ୍ଷରେ ସର୍ବାଧିକ 8ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ରହିପାରିବ । ଅର୍ଥାତ୍ ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ତୃତୀୟ କକ୍ଷଟି ଯଦି ବାହ୍ୟତମ କକ୍ଷ ହୋଇଥାଏ, ତେବେ ସେଥିରେ 8 ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନରୁ ଅଧିକ ଇଲେକଟ୍ରନ ରହିପାରିବ ନାହିଁ । ସେହିପରି ଚତୁର୍ଥ କକ୍ଷ ଯଦି ବାହ୍ୟତମ କକ୍ଷ ହୁଏ, ତେବେ ସେଥିରେ ମଧ୍ୟ 8ଟି ଇଲେକଟ୍ରନରୁ ଅଧିକ ରହିବ ନାହିଁ । ଏହାକୁ **ଅକ୍ଟେଟ ନିୟମ** କୁହାଯାଏ ।

କେତୋଟି ମୌଳିକର ପରମାଣୁର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ସଂରଚନାର ଚିତ୍ର, ଚିତ୍ର 4.4ରେ ଦିଆଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର 4.4 ପରମାଣୁର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ସଂରଚନା

4.4 ସଂଯୋଜକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ (Valency Electron)

କୌଣସି ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟତମ କକ୍ଷରେ ଯେତୋଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଥାଏ ତାହାକୁ ସଂଯୋଜକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ କୁହାଯାଏ ।

ଆମେ ଜାଣିଛୁ ଯେ କୌଣସି ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟତମ କକ୍ଷରେ 8ଟିରୁ ଅଧିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ରହିପାରିବ ନାହିଁ । ଯେଉଁ ମୌଳିକମାନଙ୍କର ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟତମ ସେଲରେ ସର୍ବାଧିକ ଅର୍ଥାତ୍ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣମାତ୍ରାର (completely filled) ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ରହିଥାଏ, ସେଗୁଡ଼ିକ ପ୍ରାୟ ନିଷ୍କ୍ରିୟ । ଅନ୍ୟ ଅର୍ଥରେ କହିବାକୁ ଗଲେ ସେମାନଙ୍କର ସଂଯୋଜନ କ୍ଷମତା ବା ଯୋଜ୍ୟତା ହେଉଛି ଶୂନ । ଏହିପରି ନିଷ୍କ୍ରିୟ ମୌଳିକମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ହିଲିୟମ ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟତମ କକ୍ଷରେ ଦୁଇଟି

ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ରହିଛି ଏବଂ ଅନ୍ୟ ନିଷ୍କ୍ରିୟ ମୌଳିକ ଯଥା : ନିୟନ, ଆର୍ଗନ ଇତ୍ୟାଦି ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟତମ କକ୍ଷରେ ଆଠଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ରହିଥାଏ । ବାହ୍ୟତମ କକ୍ଷରେ ୫ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ରହିଲେ ତାକୁ **ଅକ୍ଟେଟ (Octet) ସ୍ଥିତି** କୁହାଯାଏ ।

ଅଣୁଗଠନବେଳେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରମାଣୁ ତାହାର ନିକଟତମ ନିଷ୍କ୍ରିୟ ମୌଳିକ ପରମାଣୁ ସଂରଚନାରେ ରହିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରେ । ଅଣୁଗଠନ ନିମନ୍ତେ ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟରେ ସଂଯୋଗ ଘଟିଥାଏ । କେତେକ ପରମାଣୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତ୍ୟାଗକରି, କେତେକ ପରମାଣୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗ୍ରହଣ କରି ଏବଂ ଅନ୍ୟ କେତେକ ପରମାଣୁ, ଭିନ୍ନ ପରମାଣୁ ସହ ମିଳିତ ଭାବେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ସହଭାଗ (share) କରି ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଥା'ନ୍ତି । ନିକଟତମ ନିଷ୍କ୍ରିୟ ମୌଳିକ ପରମାଣୁର ସଂରଚନା ପାଇଁ କିମ୍ବା ଅକ୍ଟେଟ୍‌ସ୍ଥିତି ପାଇଁ ପରମାଣୁ ତ୍ୟାଗ କରୁଥିବା, ଗ୍ରହଣ କରୁଥିବା କିମ୍ବା ଭାଗ କରୁଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟାରୁ ସିଧାସଳଖ ମୌଳିକର ସଂଯୋଜନ କ୍ଷମତା ବା ଯୋଜ୍ୟତା ଜଣାପଡ଼େ । ଉଦାହରଣ : ଲିଥିୟମ ଓ ସୋଡ଼ିୟମ ପରମାଣୁର ପ୍ରତ୍ୟେକର ବାହ୍ୟତମ ସେଲରେ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ରହିଛି। ଏହି ମୌଳିକମାନଙ୍କର ପରମାଣୁ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ସହଜରେ ତ୍ୟାଗ କରିପାରିବ, କାରଣ ଲିଥିୟମ ପରମାଣୁ ହିଲିୟମ୍ ପରମାଣୁର ସଂରଚନାରେ ଏବଂ ସୋଡ଼ିୟମ ପରମାଣୁ ନିୟନ ପରମାଣୁର ସଂରଚନାରେ ପହଁଞ୍ଚିବାକୁ ଚାହେଁ । ତେଣୁ ଲିଥିୟମ ଓ ସୋଡ଼ିୟମ ମୌଳିକର ଯୋଜ୍ୟତା ଏକ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ସେହିଭଳି ମ୍ୟାଗ୍ନେସିୟମ ଓ ଏଲୁମିନିୟମର ଯୋଜ୍ୟତା ଯଥାକ୍ରମେ ଦୁଇ ଏବଂ ତିନି, କାରଣ ମ୍ୟାଗ୍ନେସିୟମର ବାହ୍ୟତମ କକ୍ଷରେ ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଏବଂ ଏଲୁମିନିୟମର ବାହ୍ୟତମ କକ୍ଷରେ ତିନୋଟ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ରହିଛି ।

ଯଦି ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟତମ ସେଲ୍‌ର ଇଲେକଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟା ତାହାର ପୂର୍ଣ୍ଣ (ସର୍ବାଧିକ) କ୍ଷମତାର ପାଖାପାଖି ବା ନିକଟତର ହୋଇଥାଏ, ତେବେ ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାରରେ ତାହାର ଯୋଜ୍ୟତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଉଦାହରଣ : କ୍ଲୋରିନ୍ କଥା ବିଚାର କରିବା । କ୍ଲୋରିନ୍ ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟତମ ସେଲ୍‌ରେ 7ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ରହିଛି ଏବଂ ଏହାର ଯୋଜ୍ୟତା 7 ହୋଇପାରେ । କିନ୍ତୁ କ୍ଲୋରିନ୍ ପାଇଁ 7 ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତ୍ୟାଗ କରିବା ଅପେକ୍ଷା ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗ୍ରହଣ କରିବା ସହଜ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ଅକ୍ଟେଟ୍‌ରୁ (୫ରୁ) 7ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିଯୁକ୍ତ କରି ଏହାର ଯୋଜ୍ୟତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ ଏବଂ ଏଥିରୁ କ୍ଲୋରିନ୍‌ର ଯୋଜ୍ୟତା ଏକ ବୋଲି ଜଣାପଡ଼େ । ସେହିଭଳି ଅକ୍‌ସିଜେନର ଯୋଜ୍ୟତା ଦୁଇ ହୁଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ମୌଳିକର ପରମାଣୁର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସଂଯୋଜନ କ୍ଷମତା ରହିଛି । ଏହାକୁ ମୌଳିକର ଯୋଜ୍ୟତା କୁହାଯାଏ ।

4.5 ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ ଓ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା (Atomic number and Mass number)

4.5.1 ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ (Atomic Number)

ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ପରମାଣୁର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସରେ ପ୍ରୋଟନ ସଂଖ୍ୟା ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । **ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସର ପ୍ରୋଟନ ସଂଖ୍ୟାକୁ ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ କୁହାଯାଏ** । ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କକୁ Z ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ କରାଯାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ମୌଳିକର କେବଳ ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ ଥାଏ । ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ପାଇଁ $Z = 1$, କାରଣ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ପରମାଣୁର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସରେ କେବଳ ଗୋଟିଏ ପ୍ରୋଟନ ରହିଛି । କାର୍ବନ ପରମାଣୁର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସରେ 6ଟି ପ୍ରୋଟନ ଅଛି । ତେଣୁ କାର୍ବନର ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ 6 ଅଟେ । ସାରଣୀ 4.1ରେ କେତୋଟି ମୌଳିକର ବିଭିନ୍ନ ସେଲ୍‌ରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବଣ୍ଟନ ସହ ପରମାଣୁ ଗଠନ ଦିଆଯାଇଛି ।

ସାରଣୀ 4.1

ବିଭିନ୍ନ ସେଲ୍‌ରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ବଣ୍ଟନ ସହ ପ୍ରଥମ କେତୋଟି ମୌଳିକର ପରମାଣୁ ଗଠନ

ମୌଳିକ	ପ୍ରତୀକ	ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ	ପ୍ରୋଟନ ସଂଖ୍ୟା	ନିଉଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟା	ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟା	ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନର ବଣ୍ଟନ K	L	M	N
ହାଇଡ୍ରୋଜେନ	H	1	1	-	1	1	-	-	-
ହିଲିୟମ	He	2	2	2	2	2	-	-	-
ଲିଥିୟମ	Li	3	3	4	3	2	1	-	-
ବେରିଲିୟମ	Be	4	4	5	4	2	2	-	-
ବୋରନ	B	5	5	6	5	2	3	-	-
କାର୍ବନ	C	6	6	6	6	2	4	-	-
ନାଇଟ୍ରୋଜେନ୍	N	7	7	7	7	2	5	-	-
ଅକ୍ସିଜେନ	O	8	8	8	8	2	6	-	-
ଫ୍ଲୋରିନ	F	9	9	10	9	2	7	-	-
ନିୟନ	Ne	10	10	10	10	2	8	-	-
ସୋଡ଼ିୟମ୍	Na	11	11	12	11	2	8	1	-
ମ୍ୟାଗ୍ନେସିୟମ	Mg	12	12	12	12	2	8	2	-
ଏଲୁମିନିୟମ	Al	13	13	14	13	2	8	3	-
ସିଲିକନ୍	Si	14	14	14	14	2	8	4	-
ଫସ୍‌ଫରସ୍	P	15	15	16	15	2	8	5	-
ସଲ୍‌ଫର	S	16	16	16	16	2	8	6	-
କ୍ଲୋରିନ୍	Cl	17	17	18	17	2	8	7	-
ଆର୍ଗନ	Ar	18	18	22	18	2	8	8	-

4.5.2 ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା (Mass Number)

ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରୋଟନ, ନିଉଟ୍ରନ ଓ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ଥାଏ । ପ୍ରୋଟନ ବା ନିଉଟ୍ରନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତୁଳନାରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନଗଣ୍ୟ । ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କଲାବେଳେ ଅନେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନର ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ଉପେକ୍ଷା କରାଯାଏ । ତେଣୁ ଏକ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କାର୍ଯ୍ୟତଃ ପରମାଣୁରେ ଥିବା ପ୍ରୋଟନ ଓ ନିଉଟ୍ରନର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ସମଷ୍ଟି ଅଟେ । ପରମାଣୁର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସରେ ରହିଥିବାରୁ ପ୍ରୋଟନ ଓ ନିଉଟ୍ରନକୁ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟନ (neucleon) ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏହାର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସରେ ନିହିତ ଥାଏ । ଉଦାହରଣ : ନାଇଟ୍ରୋଜେନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 14u ଅଟେ, କାରଣ ଏହାର 7ଟି ପ୍ରୋଟନ ଓ 7ଟି ନିଉଟ୍ରନ ରହିଛି, (7u+7u=14u) । ସେହିପରି ସୋଡ଼ିୟମର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି 23u (11ଟି ପ୍ରୋଟନ + 12ଟି ନିଉଟ୍ରନ) । **ପରମାଣୁର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସରେ ଥିବା ପ୍ରୋଟନ ଓ ନିଉଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟାର ଯୋଗଫଳକୁ ପରମାଣୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା କୁହାଯାଏ ।** ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁ ପାଇଁ ସଙ୍କେତନ (notation)ରେ ମୌଳିକର ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ, ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ଓ ପ୍ରତୀକ ନିମ୍ନପ୍ରକାରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା

ମୌଳିକର ପ୍ରତୀକ $= {}^{A}_{Z}X$

ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ

ଉଦାହରଣ : ସୋଡ଼ିୟମକୁ $^{23}_{11}Na$ ରୂପେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ଏହାର ଅର୍ଥ ସୋଡ଼ିୟମର ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ 11 ଏବଂ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା 23 । କାର୍ବନ ପରମାଣୁରେ 6ଟି ପ୍ରୋଟନ ଓ 6ଟି ନିଉଟ୍ରନ ରହିଛି । ତେଣୁ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା 12 । ଏହାକୁ ସଂକ୍ଷେପରେ $^{12}_{6}C$ ଲେଖାଯାଏ ।

4.6 ଆଇସୋଟୋପ୍ (Isotope)

ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ ସମାନ କିନ୍ତୁ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ଭିନ୍ନ ହୋଇଥିବା ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକୁ ଆଇସୋଟୋପ୍ କୁହାଯାଏ । ପ୍ରକୃତିରେ ମିଳୁଥିବା କେତେକ ମୌଳିକର ଅନେକ ପରମାଣୁର ଆଇସୋଟୋପ୍‌କୁ ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଇଛି । ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ପରମାଣୁର ଉଦାହରଣ ନେବା । ହାଇଡ୍ରୋଜେନର ତିନିପ୍ରକାର ପରମାଣୁ ଦେଖିବାକୁ ମିଳେ । ଯଥା : ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ବା ପ୍ରୋଟିୟମ୍ ($^{1}_{1}H$), ଡିଉଟେରିୟମ୍ (Deuterium) ($^{2}_{1}H$ ବା D) ଏବଂ ଟ୍ରାଇଟିୟମ୍ (Tritium) ($^{3}_{1}H$ ବା T) । ପ୍ରତ୍ୟେକର ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ 1 ଅଟେ, କିନ୍ତୁ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ଯଥାକ୍ରମେ 1, 2 ଏବଂ 3 । ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍‌ର ଏହି ତିନୋଟି ଆଇସୋଟୋପ୍ ଅଛି । ଏହିଭଳି ଅନ୍ୟ ଉଦାହରଣ ମଧ୍ୟ ରହିଛି । (i) ନାଇଟ୍ରୋଜେନର ଦୁଇଟି ଆଇସୋଟୋପ୍ ହେଲା $^{14}_{7}N$ ଏବଂ $^{15}_{7}N$, (ii) ଅକ୍‌ସିଜେନର ତିନୋଟି ଆଇସୋଟୋପ୍ ଅଛି । ସେଗୁଡ଼ିକ ହେଲା : $^{16}_{8}O$, $^{17}_{8}O$ ଏବଂ $^{18}_{8}O$ ।

ଅନେକ ମୌଳିକ, ଆଇସୋଟୋପଗୁଡ଼ିକର ମିଶ୍ରଣରେ ଗଠିତ ହୋଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ମୌଳିକର ପ୍ରତ୍ୟେକଟି ଆଇସୋଟୋପ୍ ଏକ ବିଶୁଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥ ଅଟେ । ଆଇସୋଟୋପଗୁଡ଼ିକର ରାସାୟନିକ ଧର୍ମରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦେଖାଯାଏ ନାହିଁ, କିନ୍ତୁ ସେମାନଙ୍କର ଭୌତିକ ଧର୍ମଗୁଡ଼ିକ ଭିନ୍ନ ଅଟେ ।

ପ୍ରକୃତିରେ କ୍ଲୋରିନ୍‌ର ଦୁଇଟି ଆଇସୋଟୋପ୍ ମିଳିଥାଏ । ସେଗୁଡ଼ିକ ହେଲା $^{35}_{17}Cl$ ଏବଂ $^{37}_{17}Cl$ । ଏ ଦୁଇଟି ପ୍ରକୃତିରେ 3:1 ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅନୁପାତରେ ମିଳିଥାଏ ।

କୌଣସି ପ୍ରାକୃତିକ ମୌଳିକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି ପ୍ରକୃତିରେ ମିଳୁଥିବା ସେହି ମୌଳିକର ସମସ୍ତ ପରମାଣୁର ହାରାହାରି ବସ୍ତୁତ୍ୱ । ଯେଉଁ ମୌଳିକର ଆଇସୋଟୋପ୍ ନାହିଁ, ସେହି ମୌଳିକର ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ, ଏହାର ପରମାଣୁରେ ଥିବା ପ୍ରୋଟନସଂଖ୍ୟା ଓ ନିଉଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟାର ସମଷ୍ଟି ସହିତ ସମାନ । ଯେଉଁ ମୌଳିକର ଆଇସୋଟୋପ୍ ରହିଛି, ତାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିରୂପଣ କରିବାପାଇଁ ଆଇସୋଟୋପ୍‌ଗୁଡ଼ିକର ଶତକଡ଼ା ଅନୁପାତ ଜାଣିବା ଆବଶ୍ୟକ । କ୍ଲୋରିନ ପରମାଣୁର ହାରାହାରି ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିମ୍ନ ଉପାୟରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇଥାଏ । $^{35}_{17}Cl$ ଏବଂ $^{37}_{17}Cl$ ପ୍ରକୃତିରେ ଯଥାକ୍ରମେ ଶତକଡ଼ା 75 ଭାଗ ଓ ଶତକଡ଼ା 25 ଭାଗ ଅନୁପାତରେ ମିଳେ ।

ତେଣୁ କ୍ଲୋରିନ ପରମାଣୁର ହାରାହାରି

$$\text{ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ} = \left(35\times\frac{75}{100}+37\times\frac{25}{100}\right)$$

$$=\left(\frac{105}{4}+\frac{37}{4}\right)=\frac{142}{4}=35.5u$$

ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣର କ୍ଲୋରିନରେ ଦୁଇଟିଯାକ ଆଇସୋଟୋପ୍ ରହିଥାଏ ଏବଂ କ୍ଲୋରିନର ହାରାହାରି ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହେଉଛି 35.5u ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 4.2

ପ୍ରକୃତିରେ ପୋଟାସିୟମର ତିନୋଟି ଆଇସୋଟୋପ୍ ମିଳିଥାଏ । ସେଗୁଡ଼ିକ ହେଲା $^{39}_{19}K$, $^{40}_{19}K$ ଏବଂ $^{41}_{19}K$ । ପୋଟାସିୟମର ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 39.098u । ପ୍ରକୃତିରେ ପୋଟାସିୟମର କେଉଁ ଆଇସୋଟୋପ୍‌ର ଶତକଡ଼ା ଅନୁପାତ ସବୁଠାରୁ ଅଧିକ ?

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 4.3

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆଲୋଚିତ ହୋଇନଥିବା ପାଞ୍ଚୋଟି ମୌଳିକର ଆଇସୋଟୋପଗୁଡ଼ିକର ଏକ ତାଲିକା କର ।

ଆଇସୋଟୋପ୍‌ର ବ୍ୟବହାର (Application) :

ପରମାଣୁର ଆଇସୋଟୋପଗୁଡ଼ିକ ବିଭିନ୍ନ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାନ୍ତି ।

(i) ୟୁରେନିୟମର ଆଇସୋଟୋପ୍ ନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ ରିଆକ୍ଟରରେ ଜାଳେଣୀ ରୂପେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

(ii) କୋବାଲ୍ଟର ଏକ ଆଇସୋଟୋପ୍ କ୍ୟାନ୍‌ସର ରୋଗର ଚିକିତ୍ସାପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

(iii) ଆୟୋଡ଼ିନ୍‌ର ଏକ ଆଇସୋଟୋପ ଥାଇରଏଡ଼ ଗ୍ରନ୍ଥି (thyroid gland) ରୋଗର ଚିକିତ୍ସାରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

(iv) କେତେକ କୃତ୍ରିମ ଆଇସୋଟୋପ୍‌କୁ କୃଷି ଓ ଶିଳ୍ପ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ।

4.6.1 ଆଇସୋବାର୍ (Isobar)

ସମାନ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା କିନ୍ତୁ ଭିନ୍ନ ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କର ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକୁ ଆଇସୋବାର୍ କୁହାଯାଏ । ପୋଟାସିୟମ ଏବଂ କ୍ୟାଲସିୟମ, ଏ ଦୁଇଟି ମୌଳିକର ଉଦାହରଣ ନେବା । ପୋଟାସିୟମର ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ 19 ଏବଂ କ୍ୟାଲସିୟମର ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ 20 । ଏହି ଦୁଇଟିଯାକ ମୌଳିକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା 40 ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 4.4

ଆଉ କେତୋଟି ଆଇସୋବାର୍‌ର ଏକ ତାଲିକା କର ।

ଆମେ କ'ଣ ଶିଖିଲେ ?

- ବୈଜ୍ଞାନିକ ଜେ.ଜେ. ଟମସନ୍‌ଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ ଅନୁସାରେ ପରମାଣୁ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜ ରହିଥିବା ଏକ ଗୋଲକ ଏବଂ ଏଥିରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ବିଚ୍ଛୁରିତ ହୋଇ ରହିଥା'ନ୍ତି ।
- ରଦରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ସୁନାପାତିଆ ପରୀକ୍ଷାରୁ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ ଆବିଷ୍କୃତ ହୋଇଥିଲା ଯାହା ପରମାଣୁର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଥାଏ ।
- ରଦରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ ଅନୁସାରେ, ପରମାଣୁରେ ଏକ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚାର୍ଜିତ କେନ୍ଦ୍ର ରହିଛି । ଏହାକୁ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ କୁହାଯାଏ । ପରମାଣୁ ତୁଳନାରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସର ଆକାର ଖୁବ୍ ଛୋଟ । ପରମାଣୁର ପ୍ରାୟ ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସରେ କେନ୍ଦ୍ରୀଭୂତ ହୋଇ ରହିଛି । ଇଲେକଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ ଚାରିପଟେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କକ୍ଷପଥରେ ଘୂରୁଛନ୍ତି ।
- ରଦରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲରେ କିଛି ତ୍ରୁଟି ରହିଥିବାରୁ ତାଙ୍କ ମଡ଼େଲଟି ଗ୍ରହଣଯୋଗ୍ୟ ହୋଇପାରିଲା ନାହିଁ । ଏହି ତ୍ରୁଟିଗୁଡ଼ିକୁ ଦୂର କରିବାପାଇଁ ବୋ'ରଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ ଉପସ୍ଥାପିତ ହେଲା ।
- ବୋ'ରଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ ଅନୁସାରେ, କେବଳ କେତେକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କକ୍ଷପଥ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ ପାଇଁ ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ । ଏହି କକ୍ଷପଥ ବା ସେଲକୁ ବିକିରଣ ବିହୀନ ଶକ୍ତିସ୍ତର କୁହାଯାଏ । ଏହି କକ୍ଷପଥରେ ଘୂରିଲା ବେଳେ ଇଲେକଟ୍ରନରୁ କୌଣସି ଶକ୍ତି ବିକିରଣ ହୁଏ ନାହିଁ ।
- ଜେମ୍‌ସ ଚାଦ୍‌ଉଇକ୍ ପରମାଣୁର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସରେ ଥିବା ନିଉଟ୍ରନକୁ ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ ।
- ପରମାଣୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ତିନୋଟି ଅବପରମାଣୁ କଣିକା ହେଉଛି: ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ, ପ୍ରୋଟନ ଓ ନିଉଟ୍ରନ । ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନର ଚାର୍ଜ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ, ପ୍ରୋଟନର ଚାର୍ଜ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଏବଂ ନିଉଟ୍ରନ ହେଉଛି ଚାର୍ଜବିହୀନ କଣିକା । ପ୍ରୋଟନ ବା ନିଉଟ୍ରନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତୁଳନାରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନଗଣ୍ୟ । ପ୍ରୋଟନ ଓ ନିଉଟ୍ରନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପ୍ରାୟ ସମାନ ।
- ପରମାଣୁର ସେଲଗୁଡ଼ିକୁ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସଠାରୁ ସେମାନଙ୍କଠାରୁ ଦୂରତ୍ୱ କ୍ରମାନ୍ୱୟରେ K, L, M, N... ଇତ୍ୟାଦି ଅକ୍ଷରଦ୍ୱାରା କିମ୍ବା 1, 2, 3, 4 ଇତ୍ୟାଦି ସଂଖ୍ୟାଦ୍ୱାରା ନାମିତ କରାଯାଇଥାଏ ।
- ବାହ୍ୟତମ କକ୍ଷରେ 8ଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ରହିଲେ ତାକୁ ଅକ୍ଟେଟ ସ୍ଥିତି କୁହାଯାଏ ।
- ନିକଟତମ ନିଷ୍କ୍ରିୟ ମୌଳିକ ପରମାଣୁର ସଂରଚନାରେ ପହଞ୍ଚିବା ପାଇଁ ପରମାଣୁ ଗ୍ରହଣ କରୁଥିବା, ତ୍ୟାଗ କରୁଥିବା କିମ୍ବା ସହଭାଜନ କରୁଥିବା ଇଲେଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟାରୁ ମୌଳିକର ଯୋଜ୍ୟତା ଜଣାପଡ଼େ ।
- ପରମାଣୁର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସରେ ଥିବା ପ୍ରୋଟନ ସଂଖ୍ୟାକୁ ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ କୁହଯାଏ ।
- ପରମାଣୁର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସରେ ଥିବା ପ୍ରୋଟନ ଓ ନିଉଟ୍ରନ ସଂଖ୍ୟାର ଯୋଗଫଳକୁ ତାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା କୁହାଯାଏ ।
- ସମାନ ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ ଥାଇ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ଥିବା ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକୁ ଆଇସୋଟୋପ୍ କୁହାଯାଏ ।
- ସମାନ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା ଥାଇ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କର ପରମାଣୁଗୁଡ଼ିକୁ ଆଇସୋବାର୍ କୁହାଯାଏ ।
- ଏକ ମୌଳିକର ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅଟେ ।

ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ଟମସନ୍‌ଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ ଅନୁସାରେ ପରମାଣୁ କିପରି ବିଦ୍ୟୁତ ନିରପେକ୍ଷ ବୁଝାଅ ।
2. ତିନୋଟି ଅବପରମାଣୁ କଣିକାର ନାମ ଲେଖ ।
3. ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ 2 ଏବଂ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା 4 । ଏହି ପରମାଣୁର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସରେ କେତୋଟି ନିଉଟ୍ରନ ଅଛି ?
4. ନାଇଟ୍ରୋଜେନ ପରମାଣୁରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନଗୁଡ଼ିକ କିପରି ସଜାଇ ହୋଇରହିଛି ବୁଝାଅ ।
5. Cl^- ଆୟନର ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ସଜ୍ଜା ଲେଖ ।
6. ପରମାଣୁର ବାହ୍ୟତମ ସେଲ୍‌ରେ ସର୍ବାଧିକ କେତୋଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ରହିପାରିବ ?
7. M ସେଲରେ ସର୍ବାଧିକ କେତୋଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ରହିପାରିବ ?
8. ସିଲିକନର ଯୋଜ୍ୟତା, ତା'ର ଇଲେକଟ୍ରନ ସଜ୍ଜାରୁ କିପରି ନିରୂପଣ କରାଯାଇପାରିବ ?
9. ଗୋଟିଏ ପରମାଣୁର ପରମାଣୁକ୍ରମାଙ୍କ 8 । ଏଥିରେ କେତୋଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ଅଛି ?
10. ହାଇଡ୍ରୋଜେନର ତିନୋଟି ଆଇସୋଟୋପ୍‌ର ନାମ ଲେଖ ।
11. ଗୋଟିଏ ମୌଳିକର ପ୍ରତୀକ X । ଏହାର ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ 15 ଏବଂ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା 31 । ଏ ସମସ୍ତଙ୍କୁ ସଂକ୍ଷେପରେ କିପରି ସାଙ୍କେତିକ ଉପାୟରେ ଲେଖାଯାଇପାରିବ ?
12. ଆଇସୋଟୋପ୍ କ'ଣ ଉଦାହରଣ ସହ ଲେଖ ।
13. ଆଇସୋବାର୍ କ'ଣ ଉଦାହରଣ ସହ ଲେଖ ।
14. ଉଦାହରଣ ସହ ଆଇସୋଟୋପ୍ ଓ ଆଇସୋବାର୍ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ ଲେଖ ।
15. ଟମସନ୍‌ଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ ସମ୍ବନ୍ଧରେ ଆଲୋଚନା କର ।
16. ରଦରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ସୁନାପାତିଆ ପରୀକ୍ଷାଟି ବୁଝାଅ ।
17. ରଦରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ ବିଷୟରେ ବୁଝାଅ ।
18. ବୋ'ରଙ୍କ ପରମାଣୁ ମଡ଼େଲ ରଦରଫୋର୍ଡ଼ଙ୍କ ମଡ଼େଲଠାରୁ କିପରି ଭିନ୍ନ ବୁଝାଅ ।
19. ଆଇସୋଟୋପ୍‌ର ଚାରୋଟି ବ୍ୟବହାର ଲେଖ ।
20. ଗୋଟିଏ ନିଷ୍କ୍ରିୟ ମୌଳିକର ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ସଜ୍ଜା ଲେଖ ।

ପଞ୍ଚମ ଅଧ୍ୟାୟ

ଗତି

(MOTION)

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

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

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

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

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 5.1

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

ତୁମେ ଜାଣିଛ କି ?

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

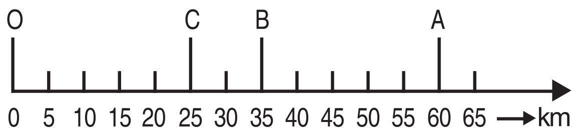
ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଜଳବିଦ୍ୟୁତ୍ କେନ୍ଦ୍ରରେ ଜଳର ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଗତିଯୋଗୁଁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଏଭଳି ଅନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଗତି ବା ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଗତି ବିଷୟରେ ତୁମେ ଜାଣିବା ଦରକାର । ସେହିଭଳି ଅନ୍ୟ କେଉଁ ସବୁ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ଗତିଯୋଗୁଁ ଆମର ଉପକାର ହୁଏ, ଭାବିଲ ଦେଖି ?

5.1 ଗତି (Motion)

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

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

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



ଚିତ୍ର **5.1**

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଏକ ସରଳରୈଖିକ ପଥରେ ଅବସ୍ଥାନ

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

ବସ୍ତୁଟି ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରିଥିବା ମୋଟ ଦୂରତା

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

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

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

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

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

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

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

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 5.2

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

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 5.3

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

ପ୍ରଶ୍ନ :

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

5.1.2 ସମ ଓ ଅସମ ଗତି (Uniform Motion & Non-Uniform Motion)

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

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

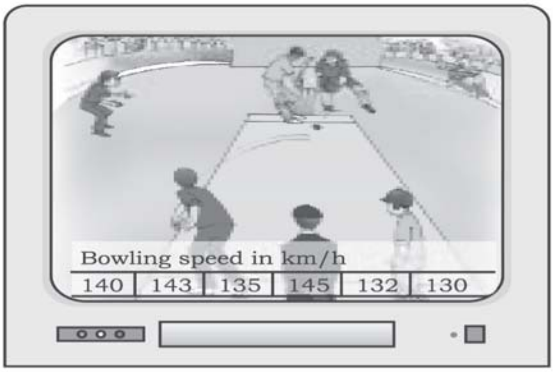
ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 5.4

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

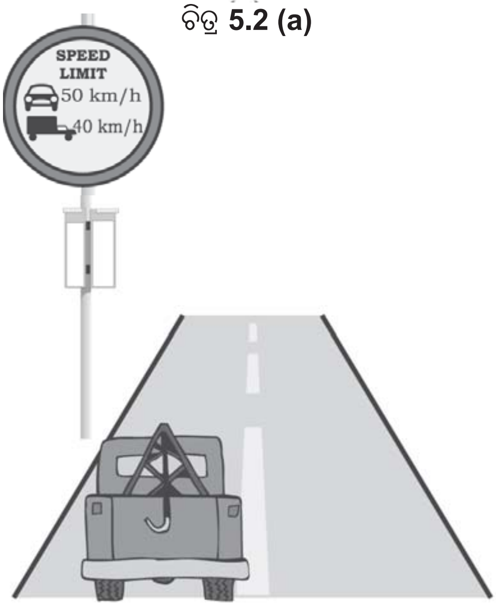
ସାରଣୀ : 5.1

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

5.2 ବେଗ (Speed)



ଚିତ୍ର **5.2 (a)**



ଚିତ୍ର **5.2 (b)**

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

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

ସାଇକେଲ ଏକ ଘଣ୍ଟାରେ ଯାଇଛି,

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

ମଟରଗାଡ଼ି ଏକ ଘଣ୍ଟାରେ ଯାଇଛି,

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

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

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

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

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

ଯେଉଁଠି, v = ବସ୍ତୁର ହାରାହାରି ବେଗ

s = ବସ୍ତୁ ଅତିକ୍ରମ କରିଥିବା ମୋଟ୍ ଦୂରତା

ଏବଂ t = ବସ୍ତୁ ନେଇଥିବା ମୋଟ୍ ସମୟ

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

5.2.1 ପରିବେଗ (Velocity)

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

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

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

ଏଠାରେ v_{av} = ବସ୍ତୁର ହାରାହାରି ପରିବେଗ

u = ବସ୍ତୁର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ

v = ବସ୍ତୁର ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ

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

ତୁମପାଇଁ କାମ : 5.5

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

ତୁମପାଇଁ କାମ : 5.6

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

ପ୍ରଶ୍ନ :

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

ଉଦାହରଣ : 5.1

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

ଉତ୍ତର : ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା,

s = 2200km - 1800km = 400km

ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ସମୟ, t = 4 h.

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

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

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

ବା 100 km h^{-1}

ଉଦାହରଣ : 5.2

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

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

ଭାଗ୍ୟଶ୍ରୀ 4 ମିନିଟରେ ବିସ୍ଥାପନ = 0 m

ତାହାହେଲେ ତାହାର ହାରହାରି ବେଗ

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

$$= \frac{180m}{60\times4s} = \frac{180m}{240s}$$

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

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

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

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

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

5.3 ତ୍ୱରଣ (Acceleration)

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

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

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

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

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

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

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

ତୁମପାଇଁ କାମ : 5.7

ତୁମେ ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଗତିର ସମ୍ପର୍କରେ ଆସୁଛ । ପର ପୃଷ୍ଠାରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ତଥ୍ୟକୁ ଭିତ୍ତିକରି ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରକାର ଗତିର ଗୋଟିଏ ଲେଖାଏଁ ଉଦାହରଣ ଲେଖ ।

ଯେଉଁଠି ;

(a) ତ୍ୱରଣ, ଗତିର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଥାଏ ।

(b) ତ୍ୱରଣ, ଗତି ଦିଗର ବିରୁଦ୍ଧାଚରଣ କରେ ।

(c) ଗତିର ସମ ତ୍ୱରଣ ଥାଏ ।

(d) ଗତିର ଅସମ ତ୍ୱରଣ ଥାଏ ।

ଉଦାହରଣ : 5.3

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

ଉତ୍ତର :

ପ୍ରଥମ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଦିବାକର ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରୁ ଗତିକରିବା ଆରମ୍ଭ କରିଛି । ତେଣୁ ତାହାର,

ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ, u = 0

ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ, v = 6m/s

ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ, t = 30s

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

ଦ୍ୱିତୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବ୍ରେକ୍ ମାରିଲା ପରେ

ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ, u = 6 m/s

ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ, v = 4 m/s

ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ, t = 5s

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

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

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

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

ପ୍ରଶ୍ନ :

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

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

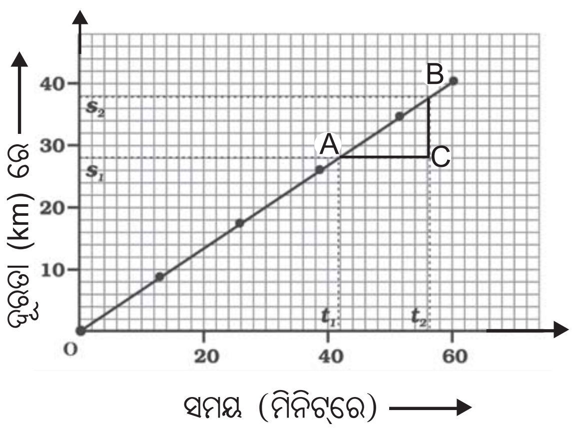
ଆଲେଖ ବା ଗ୍ରାଫ୍ (graph) ସାହାଯ୍ୟରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଗତିର ତଥ୍ୟକୁ ପରିପ୍ରକାଶ କରାଯାଇପାରିବ । ଏହା ଦ୍ୱାରା ସହଜରେ ଏବଂ ସୁବିଧାରେ ଗତିର ତଥ୍ୟକୁ ବୁଝିହେବ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଏକ ଦିବସୀୟ କ୍ରିକେଟର ଟି.ଭି.ରେ ପ୍ରସାରଣ ବେଳେ ବିଭିନ୍ନ ଓଭରର ରନହାରକୁ ବାରଗ୍ରାଫ୍/ଗ୍ରାଫ୍ ଦ୍ୱାରା କିପରି ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ, ତାହା ତୁମେ ଦେଖିଥିବ । ନିଜ ପକ୍ଷର ରନହାରକୁ ପ୍ରତିପକ୍ଷର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

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

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

5.4.1 ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍ (Distance-Time Graph)

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



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

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

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

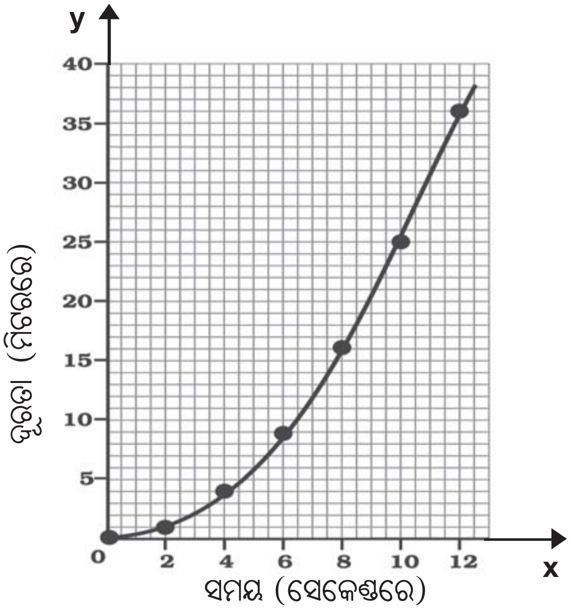
ବର୍ତ୍ତମାନ ABC ତ୍ରିଭୁଜରେ AC ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ $(t_2 - t_1)$କୁ ଏବଂ BC ସେହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତାର ବ୍ୟବଧାନ $(s_2 - s_1)$କୁ ସୂଚାଏ । ତେଣୁ,

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

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

ସାରଣୀ **5.2**

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

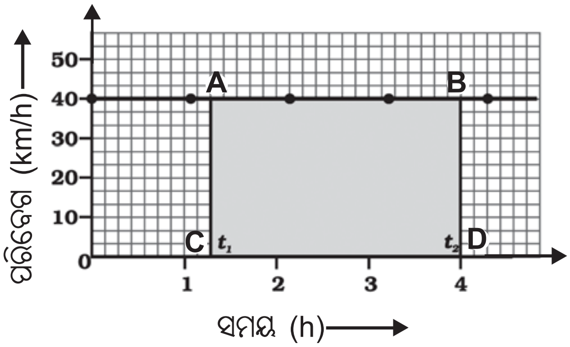


ଚିତ୍ର **5.4** ଅସମ ବେଗରେ ଗତିଶୀଳ କାର୍‌ର ସମୟ-ଦୂରତା ଗ୍ରାଫ୍

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

5.4.2 ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍ (Velocity-Time Graph)

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



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

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

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

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

s = ABDC ର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ = AC × CD

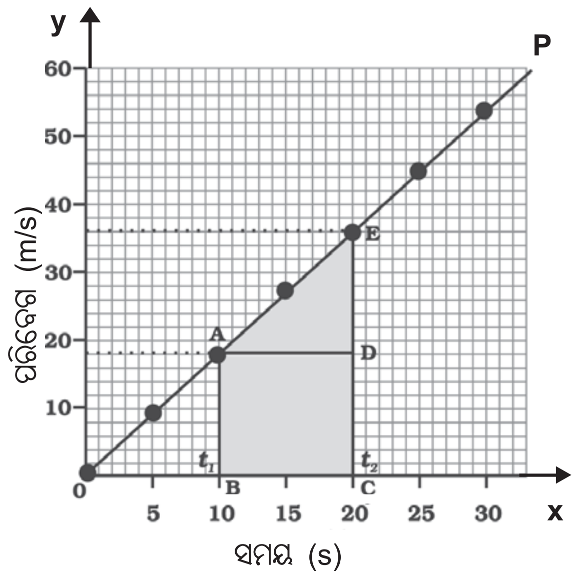
$$= 40\frac{\text{km}}{\text{h}} \times (t_2 - t_1)\,\text{h}$$

$$= 40 \times (t_2 - t_1)\ \text{km}$$

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

ସାରଣୀ **5.3**

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



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

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

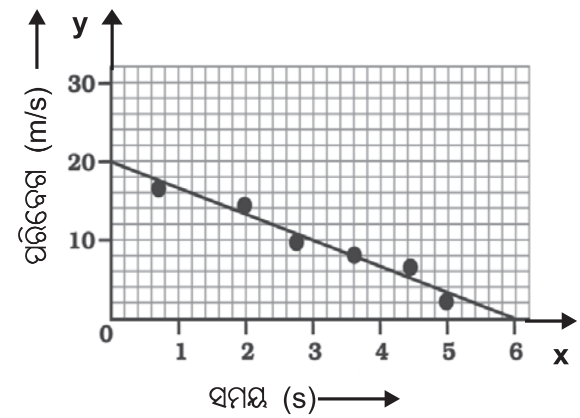
ଏହି ଗ୍ରାଫ୍‌ରୁ କାର୍‌ଟି କେତେ ଦୂର ଯାଇଛି, ତାହା ମଧ୍ୟ ଜାଣିହେବ । ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍ ଓ ସମୟ ଅକ୍ଷ ମଧ୍ୟରେ ଦୁଇଟି ସମୟ ମୁହୂର୍ତ୍ତ ମଧ୍ୟରେ ଆବଦ୍ଧ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ, କାର୍‌ଟି ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରିଥିବା ମୋଟ୍ ଦୂରତାକୁ ସୂଚାଏ । ତେଣୁ କାର୍‌ଟି ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରୁଥିବା ଦୂରତା 's', ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍ (ଚିତ୍ର 5.6) ABCDE କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ସଙ୍ଗେ ସମାନ ହେବ ।

$\therefore$ s = ABCDE କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

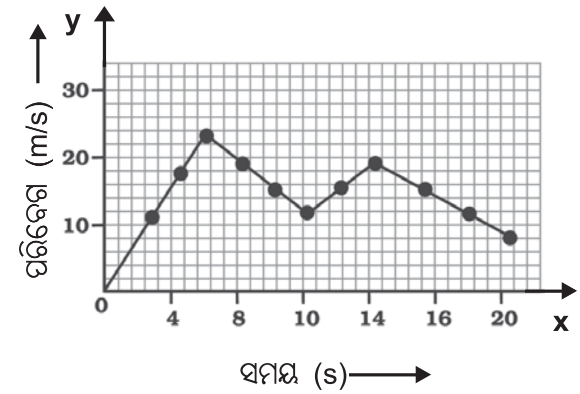
= ABCD ଆୟତକ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

+ ADE ତ୍ରିଭୁଜର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

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



(a)



(b)

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

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

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 5.8

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

ସାରଣୀ 5.4

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

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 5.9

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

ସାରଣୀ 5.5

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

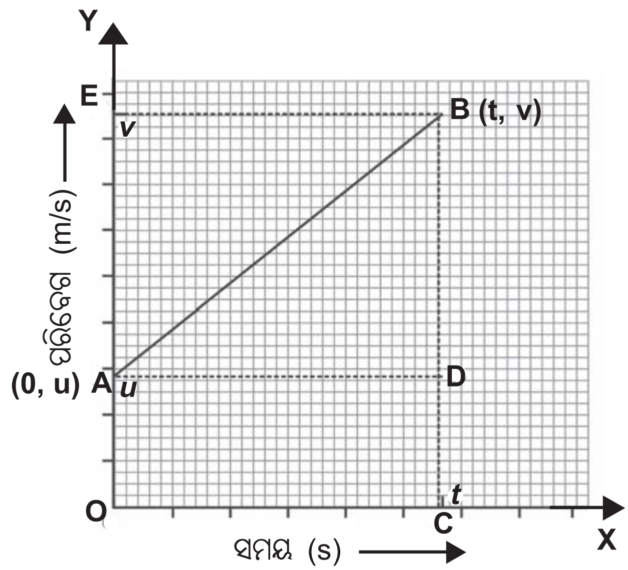
ପ୍ରଶ୍ନ :

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

5.5 ଲୈଖିକ ପଦ୍ଧତିରେ ଗତି ସମୀକରଣ ଗୁଡ଼ିକର ବ୍ୟୁତ୍ପତ୍ତି (Derivation of Equations of Motion by Graphical Methods)

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

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



ଚିତ୍ର **5.8** ସମତ୍ୱରଣରେ ଗତି କରୁଥିବା ବସ୍ତୁର ସମୟ-ପରିବେଗ ଗ୍ରାଫ୍

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

$v = u + at$

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

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

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

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

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

$t = 0$ ସମୟବେଳେ ତାହାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ $= u$

t ସମୟ ପରେ ତାହାର ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ $= v$

t ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା $= s$

X-ଅକ୍ଷରେଖାରେ ସମୟକୁ ଏବଂ Y-ଅକ୍ଷରେଖାରେ ପରିବେଗକୁ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

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

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

ଚିତ୍ର ଅନୁସାରେ,

$OA = DC = u$

$BC = v$

$AD = t$

$BD = BC - DC = v - u$

ତ୍ୱରଣର ସଂଜ୍ଞାନୁସାରେ,

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

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

$$\Rightarrow at = v - u$$

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

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

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

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

$\therefore$ s = OABC କ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

= OADC ଆୟତକ୍ଷେତ୍ରର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

+ ABD ତ୍ରିଭୁଜର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

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

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

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

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

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

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

$\therefore$ s = OABC ଟ୍ରାପିଜିୟମର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

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

OA = u, BC = v, OC = t

ଏହି ମୂଲ୍ୟକୁ ସମୀକରଣରେ ବସାଇଲେ

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

$\because \quad v = u + at$

ତେଣୁ, $at = v - u$

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

t ର ଏହି ମୂଲ୍ୟ ସଂସ୍ଥାପନ କଲେ,

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

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

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

ବା $\boxed{v^2 = u^2 + 2as}$

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

ଉଦାହରଣ : 5.4

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

(i) ତ୍ୱରଣ କେତେ ?

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

ଉତ୍ତର :

ଏଠାରେ ଦତ୍ତ ଅଛି,

u = 0

v = 72km/h = 20m/s

t = 5 ମିନିଟ୍ = 5 × 60s

= 300s

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

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

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

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

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

= 3000m ବା *3 km*

ଦୂରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟର ଦ୍ୱିତୀୟ ପ୍ରଣାଳୀ –

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

ଉଦାହରଣ : 5.5

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

(i) କାର୍‌ର ତ୍ୱରଣ କେତେ ?

(ii) ଏହି ସମୟ ଭିତରେ କାର୍‌ଟି କେତେ ଦୂର ଯାଇଥିବ ?

ଉତ୍ତର :

ଏଠାରେ ଦତ୍ତ ଅଛି, u = 18km/h = 5m/s

v = 36km/h = 10m/s

t = 5s

(i) ତ୍ୱରଣ, $a = \frac{v-u}{t}$

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

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

$= 1m/s^2$

(ii) ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା,

$s = ut + ½at^2$

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

$= 25m + 12.5m$

$= 37.5m$

ଉଦାହରଣ : 5.6

ଗତିଶୀଳ ଏକ କାର୍‌ରେ ବ୍ରେକ୍ ଦେବାରୁ ଗାଡ଼ିଟି ଗତିର ବିପରୀତ ଦିଗରେ 6m/s² ତ୍ୱରଣ ଲାଭକଲା । କାର୍‌ଟି ସ୍ଥିର ହେବାପାଇଁ ଯଦି 2s ସମୟ ଲାଗିଥାଏ, ତାହାହେଲେ ବ୍ରେକ୍ ମାରିଲା ପରେ କାର୍‌ଟି କେତେ ଦୂର ଯାଇଥିବ ?

ଉତ୍ତର :

ଦତ୍ତ ଅଛି , $a = -6m/s^2$

$t = 2s$

$v = 0$ m/s

$\therefore v = u + at$

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

$= u - 12m/s$

$\therefore u = 12m/s$

ସେହି ସମୟରେ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା,

$s = ut + ½ at^2$

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

$= 24m - 12m$

$= 12m$

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

ପ୍ରଶ୍ନ :

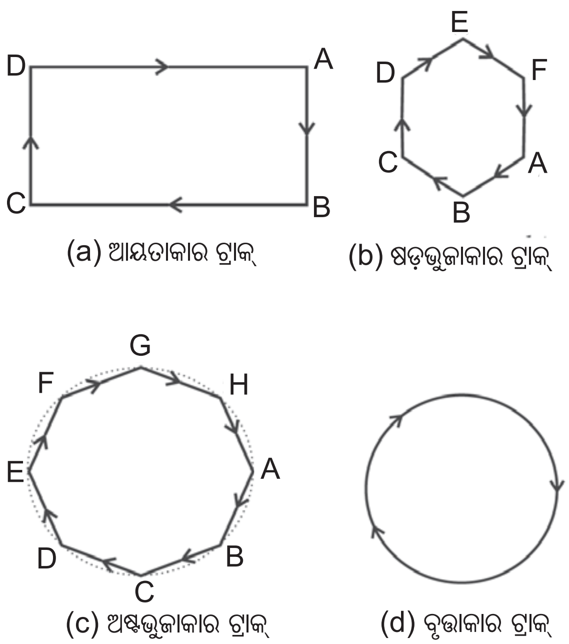
1. ଗୋଟିଏ ବସ୍ ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରୁ ଗତି ଆରମ୍ଭ କରି 2 ମିନିଟ୍‌ରେ 0.1 m/s² ତ୍ୱରଣ ଲାଭ କଲା । ତାହାହେଲେ,
   (i) ଏହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ବସ୍‌ଟି କେତେ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିଥିଲା ?
   (ii) ଗାଡ଼ିଟି କେତେ ବେଗରେ ଯାଉଥିଲା ?
2. ଗୋଟିଏ ଟ୍ରେନ୍ 90 km/h ବେଗରେ ଗତି କରୁଥିଲା । ହଠାତ୍ ଟ୍ରେନ୍‌ର ବ୍ରେକ୍ ଦେଇ ଟ୍ରେନ୍‌ଟିର ତ୍ୱରଣ -0.5 m/s² କରାଗଲା । ଟ୍ରେନ୍‌ଟି ସ୍ଥିର ହେବା ପୂର୍ବରୁ କେତେ ଦୂର ଯାଇପାରିବ ?
3. ଗୋଟିଏ କାର୍ ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରୁ ସମ ତ୍ୱରଣରେ ଗତି କଲା । ଏହାର ତ୍ୱରଣ 4 m/s² ହେଲେ, 3 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ କାର୍‌ର ପରିବେଗ କେତେ ହେବ ?

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

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

5.6 ସମବୃତ୍ତୀୟ ଗତି (Uniform Circular Motion)

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



(a) ଆୟତାକାର ଟ୍ରାକ୍ (b) ଷଡ଼ଭୁଜାକାର ଟ୍ରାକ୍ (c) ଅଷ୍ଟଭୁଜାକାର ଟ୍ରାକ୍ (d) ବୃତ୍ତାକାର ଟ୍ରାକ୍

ଚିତ୍ର **5.9** ଜଣେ ଧାବକଙ୍କର ବିଭିନ୍ନ ଟ୍ରାକ୍‌ରେ ଗତି

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

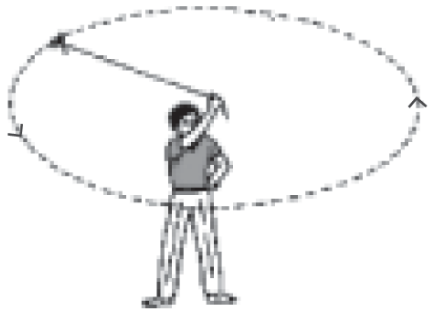
ସେହିଭଳି ଷଡ଼ଭୁଜ, ଅଷ୍ଟଭୁଜ ଓ ବୃତ୍ତାକାର ଟ୍ରାକ୍‌ରେ ଗତି କଲାବେଳେ ସେ କେତେ ଥର ଲେଖାଏଁ ଦିଗ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିବେ ? ଏଥିରୁ ଜଣାଯାଉଛି, ଧାବକ ଜଣକ ବିଭିନ୍ନ ଟ୍ରାକରେ ଦୌଡ଼ିଲାବେଳେ, ତାଙ୍କର ଗତିର ଦିଗ ବଦଳାଇବା, କ୍ଷେତ୍ରର ବାହୁ ସଂଖ୍ୟା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରୁଛି । ଏହିପରି ଯଦି ଆମେ ଟ୍ରାକ୍‌ଗୁଡ଼ିକରେ ବାହୁ ସଂଖ୍ୟାକୁ ବଢ଼ାଇ ବଢ଼ାଇ ଯିବା ଏବଂ ଯେତେବେଳେ ବାହୁ ସଂଖ୍ୟା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

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

$$v = \frac{2\pi r}{t}$$

ହେବ । ଯେତେବେଳେ କୌଣସି ବସ୍ତୁ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ସମବେଗରେ ଗତିକରେ ସେତେବେଳେ ସେହି ଗତିକୁ ସମବୃତ୍ତୀୟ ଗତି (uniform circular motion) କୁହାଯାଏ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ 5.10



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

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

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

ଆମେ କ'ଣ ଶିଖିଲେ ?

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

$$v = u + at$$

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

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

ଯେଉଁଠି –

u = ବସ୍ତୁର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବେଗ

v = ବସ୍ତୁର ଅନ୍ତିମ ବେଗ

t = ଗତିର ସମୟ

s = ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା

ଏବଂ a = ତ୍ୱରଣ

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

ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

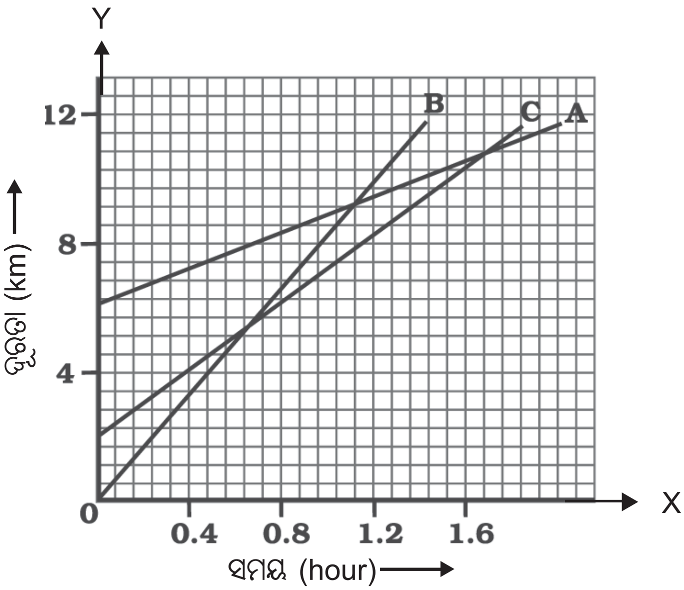
1. 100m ପରିଧି ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଜଣେ ଖେଳାଳୀ 20 ସେକେଣ୍ଡ ସମୟରେ ଥରେ ଘୂରିପାରେ । ତାହାହେଲେ ସେ ଏକ ମିନିଟ୍ 10 ସେକେଣ୍ଡରେ କେତେ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିବ ଓ ତାହାର ବିସ୍ଥାପନ କେତେ ହେବ ?

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

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

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

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



ଚିତ୍ର 5.11

(a) ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁ ଗାଡ଼ିଟିର ଗତି ସର୍ବାଧିକ ?

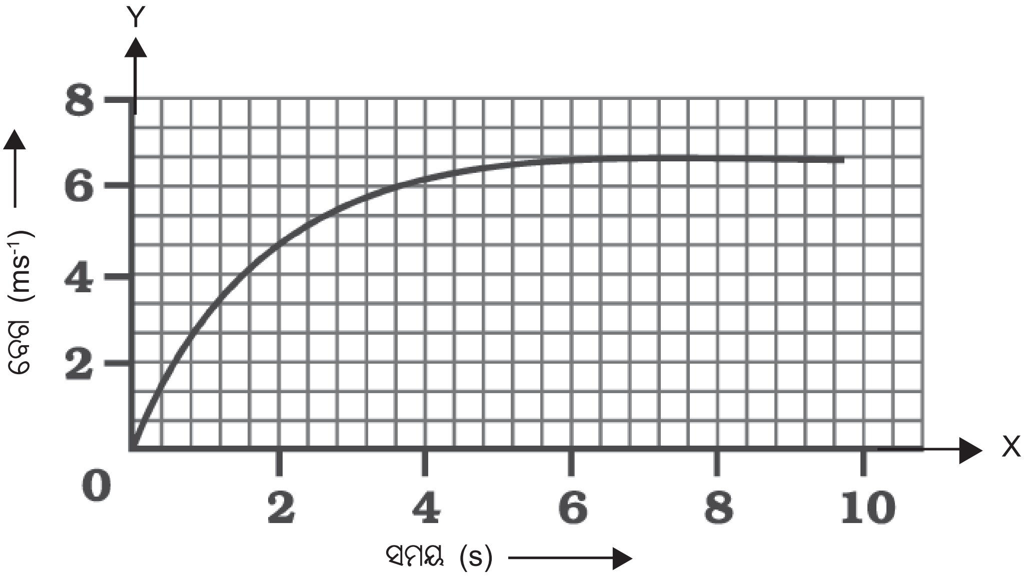
(b) ରାସ୍ତାର କୌଣସି ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରେ ସେମାନେ ଏକାଠି ହେବେ କି ?

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

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

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

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



ଚିତ୍ର 5.12

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

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

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

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

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

●●●

ଷଷ୍ଠ ଅଧ୍ୟାୟ

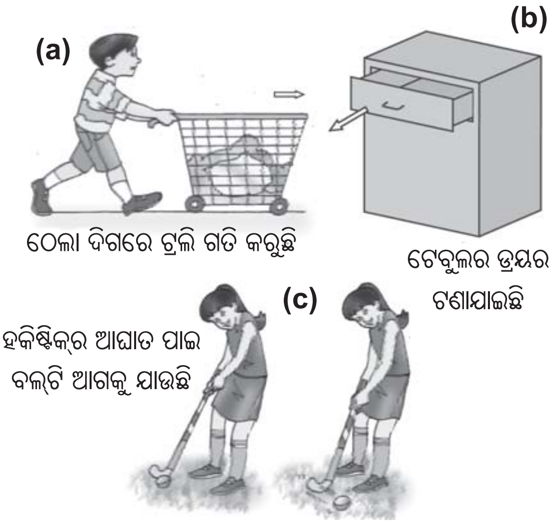
ବଳ ଓ ଗତି ନିୟମ

(FORCE AND LAWS OF MOTION)

ପୂର୍ବ ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ ବସ୍ତୁର ସରଳ ରୈଖିକ ଗତି ସମ୍ପର୍କରେ ଆଲୋଚନା କରିଅଛୁ ଯେଉଁଥିରେ ଆମେ ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥିତି, ସ୍ଥାନ ପରିବର୍ତ୍ତନ, ବେଗ, ପରିବେଗ, ତ୍ୱରଣ ଆଦି ଭୌତିକ ରାଶିମାନଙ୍କ ବିଷୟରେ ପଢ଼ିଅଛୁ । ଆମେ ଏହା ମଧ୍ୟ ଜାଣିଛୁ ଯେ, ବସ୍ତୁର ଗତି ସମ ଗତି ବା ଅସମ ଗତି ହୋଇପାରେ । ମାତ୍ର ଏ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆମେ ଗତିର କାରଣ କ'ଣ ସେ ସମ୍ପର୍କରେ କିଛି ଆଲୋଚନା କରିନାହୁଁ । ମନରେ ଅନେକ ସମୟରେ ପ୍ରଶ୍ନ ଉଠେ, କ'ଣ ପାଇଁ ବସ୍ତୁର ବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆସେ ? ମନରେ ପୁଣି ପ୍ରଶ୍ନ ଉଠେ ସବୁ ପ୍ରକାର ଗତିର କ'ଣ କାରଣ ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ । ଯଦି କାରଣ ଥାଏ ତେବେ ସେହି କାରଣର ପ୍ରକୃତି ବା ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ କ'ଣ ? ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ ଏ ପ୍ରକାରର ପ୍ରଶ୍ନମାନଙ୍କର ଉତ୍ତର ଜାଣିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରିବା ।

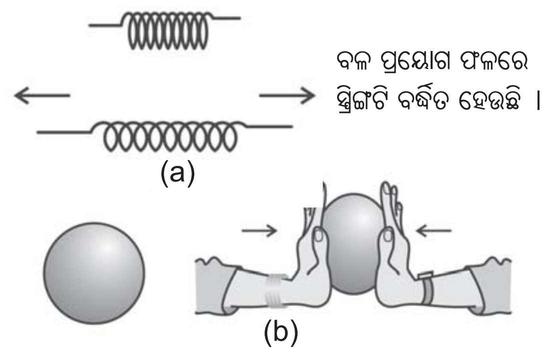
ଗତି ଓ ତାହାର କାରଣ ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ପ୍ରଶ୍ନ ଅନେକ ଶତାବ୍ଦୀ ଧରି ବୈଜ୍ଞାନିକ ଓ ଦାର୍ଶନିକମାନଙ୍କୁ ବିଭ୍ରାନ୍ତ କରିଆସିଛି । ଭୂମି ଉପରେ ଥିବା ଏକ ବଲ୍‌କୁ ଆଘାତ କଲେ ତାହା ଅବିରତ ଗତି କରେନା । କିଛି ବାଟ ଗତି କଲା ପରେ ତାହା ଆପେ ଆପେ ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହିଯାଏ । ଏ ପ୍ରକାର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଆମକୁ ସୂଚନା ଦେଉଛି ଯେ, ସ୍ଥିରାବସ୍ଥା ବସ୍ତୁର ପ୍ରାକୃତିକ ଅବସ୍ଥା ଅଟେ । ଏ ପ୍ରକାର ଧାରଣା ଅନେକ ଦିନଧରି ରହି ଆସିଥିଲା । ମାତ୍ର ଗାଲିଲିଓ ଗାଲିଲେଇ ଓ ଆଇଜାକ୍ ନିଉଟନ୍ ଏକ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ନୂଆ ଧାରାରେ ଗତିକୁ ବୁଝାଇବାକୁ ଆଗେଇ ଆସିଲେ ।

ଆମେ ଆମ ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଛୁ ଯେ, ଏକ ସ୍ଥିର ବସ୍ତୁକୁ ଗତିଶୀଳ କରିବାପାଇଁ ବା ଏକ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁକୁ ସ୍ଥିର କରିବାପାଇଁ କିଛି ପ୍ରୟାସ (effort) ଦରକାର ହୁଏ । ସାଧାରଣତଃ ଏହି ପ୍ରୟାସକୁ ଆମେ ମାଂସପେଶୀୟ ପ୍ରୟାସ ଭାବରେ ଅନୁଭବ କରୁ, ଯେତେବେଳେ ବସ୍ତୁକୁ ଗତିଶୀଳ କରିବାପାଇଁ ତାହାକୁ ଠେଲିବା, ଟାଣିବା ଅବା ଆଘାତ ଦେବା ଦରକାର ପଡ଼େ । ବଳର ଅବଧାରଣା (concept) ଏହି ଠେଲିବା, ଟାଣିବା ବା ଆଘାତ ଦେବା ଉପରେ ପର୍ଯ୍ୟବେସିତ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ବଳ ବିଷୟରେ ଚିନ୍ତା କରିବା ଓ ନିଜକୁ ପଚାରିବା ବଳ କ'ଣ ? ପ୍ରକୃତରେ ବଳକୁ ଏ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କେହି ଦେଖି ନାହାନ୍ତି ଏବଂ ସିଧାସଳଖ ଅନୁଭବ କରି ନାହାନ୍ତି । ଆମେ ସର୍ବଦା କେବଳ ବଳର ପ୍ରଭାବକୁ ଦେଖି ଆସିଛୁ ଓ ଅନୁଭବ କରି ଆସିଛୁ । ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ବସ୍ତୁର କ'ଣ ହୁଏ, ତାହା ବର୍ଣ୍ଣନା କରି ଆମେ ବଳକୁ ବୁଝାଇପାରିବା । ଠେଲିବା, ଟାଣିବା ଓ ଆଘାତ ଦେବା ହେଉଛି ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ କାର୍ଯ୍ୟପ୍ରଣାଳୀ (method) ଯାହାଦ୍ୱାରା ଆମେ ବସ୍ତୁରେ ଗତି ସୃଷ୍ଟି କରିପାରିବା । ବାହ୍ୟ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ବସ୍ତୁ ଗତି କରେ । ଚିତ୍ର 6.1 ।



ଚିତ୍ର **6.1** ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକୁ ଠେଲି, ଟାଣି କିମ୍ବା ଆଘାତ କରି ସେମାନଙ୍କର ସ୍ଥିତାବସ୍ଥାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିହୁଏ ।

ତୁମେ ପୂର୍ବ ଶ୍ରେଣୀରେ ପଢ଼ିଛ ଯେ ବଳ ବ୍ୟବହାର କରି ବସ୍ତୁର ପରିବେଗର ପରିମାଣ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିହେବ । ଅର୍ଥାତ୍ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ବସ୍ତୁର ଗତିକୁ କ୍ଷୀପ୍ରତର ବା ଧୀର କରି ହେବ । ବଳ ଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁର ଗତିର ଦିଗରେ ମଧ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଇପାରିବ । ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ବସ୍ତୁର ଆକାର ଓ ଆକୃତିରେ ମଧ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଯାଇପାରିବ । ଚିତ୍ର 6.2 ।

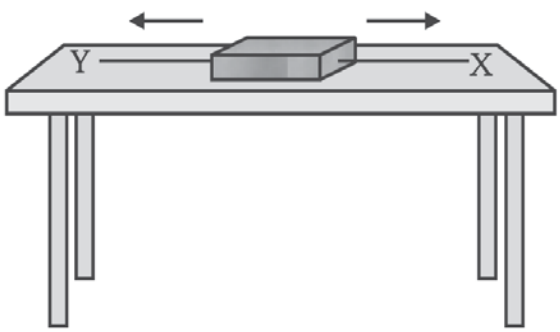


ଚିତ୍ର **6.2** ବଳପ୍ରୟୋଗ ଫଳରେ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ରବର ବଲ୍‌ଟି ଚେପା ହୋଇଛି ।

6.1 ସନ୍ତୁଳିତ ଓ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ

(Balanced and Unbalanced Force)

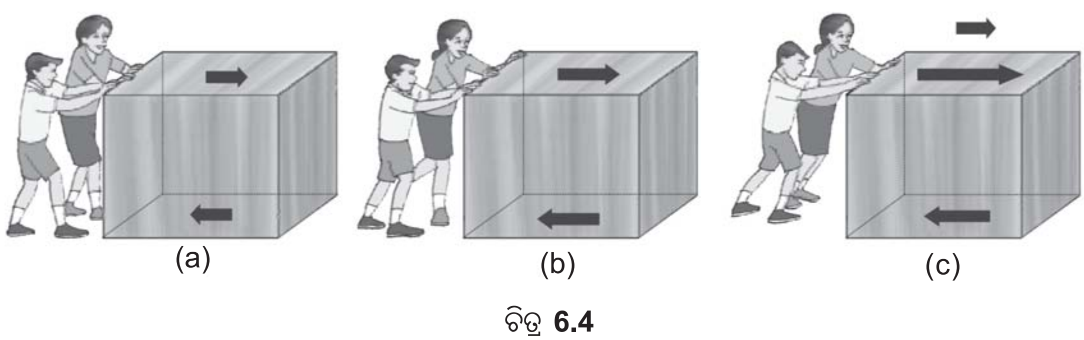
ଚିତ୍ର 6.3 ରେ ଗୋଟିଏ କାଠଖଣ୍ଡ (wooden block) ଏକ ଭୂସମାନ୍ତର ଟେବୁଲ ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ରହିଛି । ଏହାର ଦୁଇମୁଣ୍ଡରେ X ଓ Y ନାମକ ଦୁଇଟି ଦୃଢ଼ ସୂତା ଲାଗିଛି ।



ଚିତ୍ର **6.3** କାଠଖଣ୍ଡ ଉପରେ ଦୁଇଟି ବଳର ପ୍ରୟୋଗ

X - ସୂତାକୁ ଟାଣି କାଠଖଣ୍ଡ ଉପରେ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ତାହା ଡାହାଣ ଦିଗକୁ ଗତିକରି ଘୁଞ୍ଚିଯିବ । ସେହିପରି X - କୁ ଛାଡ଼ି Y - ସୂତାକୁ ଟାଣି କାଠଖଣ୍ଡ ଉପରେ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ତାହା ବାମ ଦିଗକୁ ଗତିକରିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରିବ । ମାତ୍ର ଯଦି X ଓ Y ସୂତାକୁ ଧରି ଏକା ସମୟରେ ଆମେ ସମାନ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଦୁଇ ବିପରୀତ କଡ଼କୁ ଟାଣିବା ତେବେ କାଠଖଣ୍ଡଟି କୌଣସି କଡ଼କୁ ନ ଯାଇ ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହିବ । ଏହି ପ୍ରକାର ବଳକୁ ସନ୍ତୁଳିତ ବଳ କୁହାଯାଏ ଯାହା ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତାବସ୍ଥାରେ ବା ଗତିର ଅବସ୍ଥାରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ କରେନା । ଯଦି ସୂତା ଦୁଇଟିକୁ ଧରି ଆମେ ଅସମ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ବିପରୀତ ଦିଗକୁ ଟାଣିବା ତେବେ କାଠଖଣ୍ଡଟି ବୃହତ୍ତର ବଳ ଦିଗରେ ଗତି କରିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରିବ । ଏହି ପରିସ୍ଥିତିରେ ବିପରୀତମୁଖୀ ବଳଦ୍ୱୟର ପରିମାଣ ଅସମାନ ହୋଇଥିବାରୁ ସେମାନେ ସନ୍ତୁଳିତ ହୋଇପାରନ୍ତି ନାହିଁ ଏବଂ ଏକ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି । ତେଣୁ କାଠଖଣ୍ଡଟି ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳର ଦିଗ ଆଡ଼କୁ ଗତି କରେ । ଏଥିରୁ ଆମେ ଜାଣିଲୁ ଯେ ଏକ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବାହ୍ୟବଳ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କଲେ ଯାଇ ବସ୍ତୁ ଗତିଶୀଳ ହୁଏ ।

ଚିତ୍ର 6.4ରେ ପିଲାମାନେ ଗୋଟିଏ ବାକ୍ସକୁ ଏକ ବନ୍ଧୁର (rough) ଚଟାଣ ଉପରେ ଠେଲିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରୁଛନ୍ତି । ସେମାନେ ଅଳ୍ପ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ବାକ୍ସକୁ ଠେଲିଲେ ବାକ୍ସଟି ଘୁଞ୍ଚିବ ନାହିଁ, କାରଣ ବାକ୍ସର ନିମ୍ନ ପୃଷ୍ଠ ଓ ଚଟାଣ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ଘର୍ଷଣ ବଳ ଠେଲା ବଳର ବିପରୀତ ଦିଗରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । [ଚିତ୍ର 6.4 (a)] । ଦୁଇଟି ପୃଷ୍ଠ ଲାଗିକରି ରହିଥିଲେ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଘର୍ଷଣ ବଳ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଚିତ୍ର 6.4 (a)ରେ ଠେଲା ବଳର ପରିମାଣ କମ୍ ହୋଇଥିବାରୁ ବାକ୍ସର ନିମ୍ନ ପୃଷ୍ଠ ଓ ଚଟାଣ ମଧ୍ୟରେ କାର୍ଯ୍ୟକରୁଥିବା ବିପରୀତମୁଖୀ ଘର୍ଷଣ ବଳ ସେହି ଠେଲା ବଳକୁ ସନ୍ତୁଳିତ କରିଦିଏ । ତେଣୁ ବାକ୍ସ ତା ସ୍ଥାନରୁ ଘୁଞ୍ଚି ପାରେନା । ଚିତ୍ର 6.4 (b)ରେ ପିଲାମାନେ କିଛି ଅଧିକ ବଳ



(a) (b) (c)

ଚିତ୍ର **6.4**

ପ୍ରୟୋଗ କରି ବାକ୍ସକୁ ଠେଲୁଛନ୍ତି, ତଥାପି ବାକ୍ସ ଘୁଞ୍ଚୁ ନାହିଁ । କାରଣ ଘର୍ଷଣ ବଳ ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ମଧ୍ୟ ଠେଲା ବଳକୁ ସନ୍ତୁଳିତ କରୁଛି । ଚିତ୍ର 6.4(c) ରେ ପିଲାମାନେ ଆହୁରି ଅଧିକ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ବାକ୍ସକୁ ଠେଲିଲା ଫଳରେ ବାକ୍ସ ଗତି କରିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କଲା । ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଠେଲା ବଳ ବିପରୀତମୁଖୀ ଘର୍ଷଣ ବଳଠାରୁ ଅଧିକ । ଏହା ଯୋଗୁଁ ଏକ ମୋଟ (net) ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ବାକ୍ସ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କଲା ତେଣୁ ବାକ୍ସ ଅଧିକ ବଳ ଦିଗରେ ଅର୍ଥାତ୍ ଠେଲା ବଳ ଦିଗରେ ଗତିଶୀଳ ହେଲା ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ଆଲୋଚନା କରିବା ସାଇକେଲ୍ ଚଳାଇଲା ବେଳେ କ'ଣ ହୁଏ ? ରାସ୍ତାରେ ସାଇକେଲ୍ ଚଳାଇଲା ବେଳେ ଆମେ ଯଦି ପେଡ଼ାଲ୍ ମାରିବା ବନ୍ଦ କରି ଦେବା ତେବେ ସାଇକେଲର ଗତି କ୍ରମଶଃ ମନ୍ଥର ହେବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରିବ । ଏହାର କାରଣ ହେଉଛି ରାସ୍ତାର ପୃଷ୍ଠ ଓ ସାଇକେଲ୍‌ର ଚକ ମଧ୍ୟରେ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ଘର୍ଷଣ ବଳ, ଯାହାର ଦିଗ ସାଇକେଲର ଗତି ଦିଗର ବିପରୀତମୁଖୀ ହୋଇଥାଏ ଓ ତା'ର ଗତିକୁ ବିରୋଧ କରେ । ଏଣୁ ସାଇକେଲର ଗତିର ବେଗ କ୍ରମଶଃ ହ୍ରାସ ପାଏ । ସାଇକେଲର ଗତିକୁ ବଜାୟ ରଖିବାକୁ ହେଲେ ଆମକୁ ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ ଭାବରେ ପେଡ଼ାଲ୍ ମାରିବାକୁ ପଡ଼ିବ । ପେଡ଼ାଲ ମାରିଲାବେଳେ ସାଇକେଲ ଉପରେ ବାହ୍ୟ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟକରେ । ତେଣୁ ସାଇକେଲ ଆଗକୁ ଚାଲେ ।

ଏଥିରୁ ଜଣାପଡ଼ିଲା ଯେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ଅବିରତ (continuous) ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ସେହି ବସ୍ତୁ ତାହାର ଗତିକୁ ଚାଲୁ ରଖିବ । ଏହା କିନ୍ତୁ ସର୍ବଦା ସତ୍ୟ ନୁହେଁ । ଯେତେବେଳେ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ବଳମାନେ (ଏଠାରେ ଠେଲା ବଳ ଓ ଘର୍ଷଣ ବଳ) ସନ୍ତୁଳିତ ହୋଇଯାଆନ୍ତି ସେତେବେଳେ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କୌଣସି ଅସନ୍ତୁଳିତ ବାହ୍ୟ ବଳ କାମ କରେନା ଓ ବସ୍ତୁ ସମ ପରିବେଗରେ ଗତିକରେ । ଏଥିରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ **ବସ୍ତୁ ବାହ୍ୟବଳ ବିନା ସମ ପରିବେଗରେ ଗତି କରିପାରେ ।**

ଯେତେବେଳେ ଏକ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ସେତେବେଳେ ବସ୍ତୁର ବେଗରେ, ଗତିର ଦିଗରେ ବା ଉଭୟରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆସେ ଓ ବସ୍ତୁ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ହୁଏ । ତେଣୁ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ କରିବା ପାଇଁ ଏକ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବାହ୍ୟ ବଳ ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ । ଯେତେବେଳ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହେଉଥିବ ସେତେବେଳ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବସ୍ତୁର ବେଗରେ ବା ତା'ର ଗତିର ଦିଗରେ ବା ଉଭୟରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଉଥିବ । ମାତ୍ର ଯେତେବେଳେ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ଅପସାରିତ ହୋଇଯିବ ସେତେବେଳେ ବସ୍ତୁ ଯେତିକି ପରିବେଗ ହାସଲ କରିଥିବ, ସେହି ପରିବେଗରେ ଗତି କରି ଚାଲିବ । ତେଣୁ ବାହ୍ୟବଳ ବିନା ମଧ୍ୟ ବସ୍ତୁ ଗତି କରିପାରେ । ଏହି ଗତି ସମଗତି ହୋଇଥାଏ ।

ଗାଲିଲିଓ ଗାଲିଲେଇ ଇଟାଲି ଦେଶର ପିସା ସହରରେ 1564ମସିହା ଫେବୃୟାରୀ ମାସ 15 ତାରିଖ ଦିନ ଜନ୍ମଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । ପିଲାଦିନୁ ଅଙ୍କ ଓ ପ୍ରାକୃତିକ ଦର୍ଶନଶାସ୍ତ୍ରରେ ଅଧିକ ଜାଣିବାପାଇଁ ତାଙ୍କ ମନରେ ବହୁତ ଆଗ୍ରହ ଥିଲା । ମାତ୍ର ତାଙ୍କ ପିତା ଭିନ୍‌ସେନ୍‌ଜୋ ଗାଲିଲେଇ ତାଙ୍କ ପୁଅ ଡାକ୍ତର ହେବ ବୋଲି ଚାହିଁଥିଲେ । ସେହି କାରଣରୁ ଗାଲିଲିଓ ପିସା ବିଶ୍ୱ-ବିଦ୍ୟାଳୟରେ ଡାକ୍ତରୀ ପାଠ ପଢ଼ିବାପାଇଁ 1581 ମସିହାରେ ନାମ ଲେଖାଇଥିଲେ । ମାତ୍ର ସେ ଡାକ୍ତରୀ ଶିକ୍ଷା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ କରିନଥିଲେ, କାରଣ ଅଙ୍କ ପଢ଼ିବାରେ ତାଙ୍କର ପ୍ରକୃତ ଆଗ୍ରହ ଥିଲା । 1586 ମସିହାରେ ସେ ତାଙ୍କର ପ୍ରଥମ ବିଜ୍ଞାନ ବହି ଲେଖିଥିଲେ ଯାହାର ନାମ ଥିଲା 'କ୍ଷୁଦ୍ର ସନ୍ତୁଳନ' (Little Balance) । ଏହି ବହିରେ ସେ ଆର୍କେମେଡ଼ିସ୍ ପଦ୍ଧତିରେ ଏକ କମାନୀ ନିକିତି ବ୍ୟବହାର କରି ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ବିଶିଷ୍ଟ ଗୁରୁତ୍ୱ (specific gravity) କିପରି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇ ପାରିବ ସେ ବିଷୟରେ ବର୍ଣ୍ଣନା କରିଥିଲେ । 1589 ମସିହାରେ ସେ ଆନତ ପୃଷ୍ଠରେ ଖସୁଥିବା ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ସମ୍ପର୍କରେ ଅନେକ ଉପାଦେୟ ମୌଳିକ ଲେଖା ଲେଖିଥିଲେ ଯାହାକୁ ପଢ଼ି ପରବର୍ତ୍ତୀ ସମୟରେ ନିଉଟନ ତାଙ୍କ ଗତି ନିୟମ ତତ୍ତ୍ୱ ଉପସ୍ଥାପନା କରିପାରିଥିଲେ ।

ବିଦ୍ୟା ଅଧ୍ୟୟନରେ ଉତ୍କର୍ଷ ଯୋଗୁ ଗାଲିଲିଓ 1592 ମସିହାରେ ଭେନିସ ସହରର ପୋଡୁଆ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରେ ଅଙ୍କଶାସ୍ତ୍ରର ପ୍ରଫେସର ଭାବରେ ନିଯୁକ୍ତି ପାଇଥିଲେ । ଏଠାରେ ସେ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ବିଶେଷ କରି ପେଣ୍ଡୁଲମର ଗତି ସମ୍ପର୍କରେ ଅଧିକ ପରୀକ୍ଷା ନିରୀକ୍ଷା କରିଥିଲେ । ତାଙ୍କ ଗବେଷଣାରୁ ସେ ଜାଣିପାରିଥିଲେ ଯେ, ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ବସ୍ତୁମାନେ

ଏକ ସମୟ ଅବଧି ମଧ୍ୟରେ ଯେତିକି ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରନ୍ତି ତାହା ସମୟର ବର୍ଗ ସହିତ ସମାନୁପାତୀ ଅଟେ ।

ଗାଲିଲିଓ ମଧ୍ୟ ଜଣେ କୁଶଳୀ କାରିଗର ଥିଲେ । ସେ ଅନେକ ଗୁଡ଼ିଏ ଦୂରବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ର ତିଆରି କରିଥିଲେ ଯାହା ସେ ସମୟରେ ବଜାରରେ ମିଳୁଥିବା ଅନ୍ୟ ଯନ୍ତ୍ରମାନଙ୍କ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଥିଲା । ପାଖାପାଖି 1640 ମସିହା ବେଳକୁ ସେ ପ୍ରଥମ ପେଣ୍ଡୁଲମ ଘଡ଼ିର ରୂପରେଖ (design) ବାହାର କରିଥିଲେ । ମହାକାଶ ବିଜ୍ଞାନରେ ମଧ୍ୟ ତାଙ୍କର ବହୁତ ଆଗ୍ରହ ଥିଲା । ସେ ଚନ୍ଦ୍ରପୃଷ୍ଠରେ ଛୋଟ ଛୋଟ ପାହାଡ଼ ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ ଯାହା ସେ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କେହି ଜାଣିନଥିଲେ । ଛାୟାପଥମାନଙ୍କରେ ତାରକାମାନେ ଅଛନ୍ତି ବୋଲି ସେ ପ୍ରଥମେ ପ୍ରକାଶ କରିଥିଲେ । ବୃହସ୍ପତି ଗ୍ରହ ଚାରିପଟେ ଚାରୋଟି ଛୋଟ ଛୋଟ ବସ୍ତୁ ଘୂରୁଛନ୍ତି ବୋଲି ସେ ପ୍ରଥମେ କହିଥିଲେ । ସେ ତାଙ୍କର ମହାକାଶ ସମ୍ପର୍କିତ ଗବେଷଣାର ଏହି ତଥ୍ୟଗୁଡ଼ିକୁ ତାଙ୍କର ଐତିହାସିକ ପୁସ୍ତକ "ଷ୍ଟାରି ମେସେଞ୍ଜର" ରେ ଲିପିବଦ୍ଧ କରିଥିଲେ । ସେ ଆହୁରି ଦୁଇଟି ଗବେଷଣାତ୍ମକ ପୁସ୍ତକ ଲେଖିଥିଲେ ଯାହାର ନାମ ଦେଇଥିଲେ 'ଭାସମାନ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର କାହାଣୀ' ଓ 'ସୌରକଳଙ୍କ' । ସେ ଏହି ପୁସ୍ତକରେ ସୌରକଳଙ୍କ ସମ୍ପର୍କରେ ଅନେକ ମୌଳିକ ଆଲୋଚନା କରିଥିଲେ ।

ସେତେବେଳେ ଅଧିକାଂଶ ଲୋକଙ୍କ ଧାରଣା ଥିଲା ଗ୍ରହମାନେ ପୃଥିବୀ ଚାରିପଟେ ଘୂରୁଛନ୍ତି । ତାଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ଦୂରବୀକ୍ଷଣ ଯନ୍ତ୍ରରେ ଗ୍ରହମାନଙ୍କ ଗତିକୁ ନିରୀକ୍ଷଣ କରି ଗାଲିଲିଓ କହିଥିଲେ ଗ୍ରହମାନେ ପୃଥିବୀ ଚାରିପଟେ ନୁହେଁ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଚାରିପଟେ ଘୂରି ବୁଲୁଛନ୍ତି ।

ଗାଲିଲିଓ ଜଣେ ଉଚ୍ଚକୋଟିର ବିଦ୍ୱାନ ଥିଲେ । ବିଦ୍ୟା ଅଧ୍ୟୟନ, ଗବେଷଣାରେ ସେ ଯଥେଷ୍ଟ ପାରଦର୍ଶିତା ଓ ସଫଳତା ହାସଲ କରିଥିଲେ । ସେ ତାଙ୍କ ଶତାବ୍ଦୀର ଜଣେ ଅଗ୍ରଣୀ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଥିଲେ ।

6.2 ନିଉଟନଙ୍କ ଗତି ନିୟମ (Newton's Laws of Motion)

ବସ୍ତୁ କେତେବେଳେ ସ୍ଥିର ରହେ, କେତେବେଳେ ଗତିକରେ, ବସ୍ତୁର ଗତିର କାରଣ କଣ, ବସ୍ତୁର ଗତି କେତେବେଳେ କ୍ଷୀପ୍ରତର ହୁଏ ଓ କେତେବେଳେ ମନ୍ଥର ହୁଏ, ଏ ସବୁ ପ୍ରଶ୍ନ ସର୍ବଦା ବୈଜ୍ଞାନିକମାନଙ୍କ ମାନସ ମନ୍ଥନ କରି ଆସିଛି । ଇଟାଲି ଦେଶର ବୈଜ୍ଞାନିକ ଗାଲିଲିଓ ଗାଲିଲେଇ ଗତି ଓ ବଳ ମଧ୍ୟରେ କ'ଣ ସମ୍ପର୍କ ଅଛି ତାହା ଜାଣିବା ପାଇଁ ଅନେକ ଗବେଷଣା କରିଥିଲେ ଓ ସେ ବିଷୟରେ ଅନେକ ମୌଳିକ ତଥ୍ୟ ପ୍ରକାଶ କରିଥିଲେ । ଗାଲିଲିଓଙ୍କ ବଳ ଓ ଗତି ସମ୍ପର୍କୀୟ ସେହି ମୌଳିକ ଧାରଣାଗୁଡ଼ିକୁ ଆଇଜାକ୍ ନିଉଟନ୍ ଅଧିକ ଅଧ୍ୟୟନ କରି ବସ୍ତୁମାନଙ୍କ ଗତି ସମ୍ପର୍କରେ ତିନୋଟି ମୌଳିକ ନିୟମ ଉପସ୍ଥାପନା କରିଥିଲେ, ଯାହାକୁ ନିଉଟନଙ୍କ ଗତିନିୟମ (Newton's Laws of motion) କୁହାଯାଏ । ନିଉଟନ ପ୍ରତ୍ୟେକ ନିୟମର ବାଖ୍ୟା କରିଥିଲେ ଓ ନିୟମଗୁଡ଼ିକୁ ସୁନ୍ଦର ଭାବରେ ବୁଝାଇ ଥିଲେ ।

6.2.1 ନିଉଟନଙ୍କ ପ୍ରଥମ ଗତି ନିୟମ : (Newton's First Law of Motion)

ଆମ ଘରେ ଅନେକ ଜିନିଷ ଯେଉଁଠି ଯେମିତି ଥାଏ ସେମିତି ପଡ଼ି ରହିଥାଏ । ଟେବୁଲ, ସୋଫା, ଆଲମାରି, ଚାଉଳବସ୍ତା, ବାକ୍ସ, ଖଟ ଇତ୍ୟାଦି ଅନେକ ଜିନିଷ ଆମ ଘରେ ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାରେ ପଡ଼ି ରହିଥାଏ । ଏମାନେ ଆପେ ଆପେ ନିଜର ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିପାରନ୍ତି ନାହିଁ ଅର୍ଥାତ୍ ଆପେ ଆପେ ଗତି କରିପାରନ୍ତି ନାହିଁ । ମାତ୍ର ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଗତି ସୃଷ୍ଟି ହୋଇପାରେ ଓ ଏମାନେ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୋଇପାରନ୍ତି । ଏହି ବଳ ଟାଣିବା ବଳ, ଠେଲିବା ବଳ ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ବଳ ହୋଇପାରେ । ଘର କଣରେ ପଡ଼ିଥିବା ଏକ ଟେବୁଲକୁ ଟାଣିଲେ ତାହା ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ସ୍ଥାନକୁ ଘୁଞ୍ଚିଯାଏ । ଅଧିକ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ଟେବୁଲ ଶୀଘ୍ର ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଏ । ଉପଯୁକ୍ତ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଟେବୁଲକୁ ଯେକୌଣସି ଦିଗକୁ ମଧ୍ୟ ଘୁଞ୍ଚାଇ ହେବ । ଆମ ଜୀବନର ଏହି ପ୍ରକାରର ଅନେକ ସାଧାରଣ ଅନୁଭୂତିକୁ ଭିତ୍ତିକରି ନିଉଟନ ତାଙ୍କ ପ୍ରଥମ ଗତି ନିୟମର ବାଖ୍ୟା କରିଥିଲେ ।

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ତାର ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରେ ବା ସରଳରୈଖିକ ସମଗତି ଅବସ୍ଥାରେ ଅନବରତ ରହିଥାଏ ଯେ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାର ସେହି ଅବସ୍ଥାକୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିବାପାଇଁ କୌଣସି ବାହ୍ୟ ବଳ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇ ନଥାଏ ।

ବସ୍ତୁ ତା'ର ସ୍ଥିତାବସ୍ଥା ବା ଗତିର ଅବସ୍ଥାର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବିରୋଧ କରେ । ବସ୍ତୁ ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହିଥିଲେ ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହିବାକୁ ଇଚ୍ଛା କରେ କିମ୍ବା ସମଗତିରେ ଯାଉଥିଲେ ନିଜର ସମଗତି ବଜାୟ ରଖିବାକୁ ଇଚ୍ଛା କରେ । **ନିଜର ସ୍ଥିରାବସ୍ଥା ବା ସରଳରୈଖିକ ସମଗତି ଅବସ୍ଥାକୁ ବଜାୟ ରଖିବା ପାଇଁ ବସ୍ତୁର ଯେଉଁ ପ୍ରାକୃତିକ ପ୍ରବୃତ୍ତି (natural tendency) ଥାଏ ତାହାକୁ ବସ୍ତୁର ଜଡ଼ତ୍ୱ (inertia) କୁହାଯାଏ ।** ବସ୍ତୁର ଏହି ଗୁଣ ଯୋଗୁ ନିଉଟନଙ୍କ ପ୍ରଥମ ଗତି ନିୟମକୁ ଅନେକ ଜଡ଼ତ୍ୱର ନିୟମ କୁହନ୍ତି । **ପ୍ରଥମ ଗତି ନିୟମ ଆମକୁ ଜଡ଼ତ୍ୱ ସମ୍ପର୍କରେ ସୂଚନା ଦିଏ ।**

ମଟର, ବସ ଆଦି ଯାନରେ ଯାଉଥିବା ବେଳେ ଆମର କିଛି ସାଧାରଣ ଅନୁଭୂତି ଅଛି ଯାହାକୁ ଆମେ ଜଡ଼ତ୍ୱର ନିୟମ ଦ୍ୱାରା ବୁଝାଇ ପାରିବା । ଦ୍ରୁତଗାମୀ ବସ୍‌ରେ ଠିଆ ହୋଇ ଯାଉଥିଲା ବେଳେ ବସଚାଳକ ହଠାତ୍ ବ୍ରେକ୍ ମାରିଲେ ଆମେ ଆଗକୁ ପଡ଼ିଯାଉ କାହିଁକି ? ଦ୍ରୁତଗାମୀ ବସରେ ଠିଆ ହୋଇ ଯାଉଥିଲା ବେଳେ ଆମେ ମଧ୍ୟ ବସ୍ ସାଙ୍ଗରେ ସମାନ ପରିବେଗରେ ଆଗକୁ ଗତିକରୁ । ବସ୍‌ର ଡ୍ରାଇଭର ହଠାତ୍ କରି ବ୍ରେକ୍ ମାରିଲେ, ବସର ଗତି ତତ୍‌କ୍ଷଣାତ୍ କମିଯାଏ ଓ ବସ୍ ସ୍ଥିର ହୋଇଯାଏ । ମାତ୍ର ଆମ ଶରୀର ଉପରେ କୌଣସି ବଳ (ବ୍ରେକ୍‌ର ବଳ) କାର୍ଯ୍ୟ କରେନା । ଜଡ଼ତ୍ୱ ଧର୍ମଯୋଗୁ ଆମେ ଆମର ଗତିଶୀଳ ଅବସ୍ଥାକୁ ବଜାୟ ରଖିବାକୁ ଚାହୁଁ, ତେଣୁ ଆଗକୁ ଝୁଙ୍କିପଡୁ । ଏହା ଫଳରେ ଆମେ ଅନେକ ସମୟରେ ଆଘାତପ୍ରାପ୍ତ ହେଉ ଯାହା ବେଳେ ବେଳେ ଗମ୍ଭୀର ଓ କ୍ଷତିକାରକ ହୋଇପାରେ । ଏଥିପାଇଁ କାର୍‌ରେ ଗତି କରୁଥିଲା ବେଳେ କାର୍‌ରେ ବସିଥିବା ଯାତ୍ରୀମାନଙ୍କୁ ସୁରକ୍ଷା ବେଲ୍ଟ (safety belt) ପିନ୍ଧିବାକୁ ଉପଦେଶ ଦିଆଯାଏ । ସୁରକ୍ଷା ବେଲ୍ଟ ଆମ ଶରୀରକୁ ଦୃଢ଼ ଭାବରେ ବାନ୍ଧିକରି ରଖେ । ଗାଡ଼ି ଚାଳକ ହଠାତ୍ ବ୍ରେକ୍ ମାରିଲେ ମଧ୍ୟ ସୁରକ୍ଷା ବେଲ୍ଟ ଆମ ଶରୀରକୁ ହଠାତ୍ କରି ଆଗକୁ ଝୁଙ୍କି ପଡ଼ିବାକୁ ଦିଏନା । ଏଣୁ ସୁରକ୍ଷା ବେଲ୍ଟ ଲଗାଇଲେ ଆମେ ଦୃତଗାମୀ ଗାଡ଼ି ଭିତରେ ସୁରକ୍ଷିତ ହୋଇ ରହୁ ।

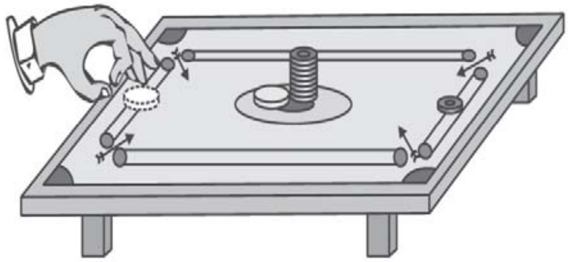
ବହୁତ ଭିଡ଼ ହୋଇଥିଲେ ବସ୍ ଭିତରେ ଜାଗା ନ ପାଇ ଠିଆ ହୋଇ ରହିବା ଏକ ସାଧାରଣ ଘଟଣା । ବସ୍ ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହିଥିଲେ ବସ୍ ଭିତରେ ଥିବା ସବୁ ଯାତ୍ରୀ ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହି ଥାଆନ୍ତି । ବସ୍‌ର ଡ୍ରାଇଭର୍ ହଠାତ୍ ଇଞ୍ଜିନ ସକ୍ରିୟ କରି ବସ୍‌କୁ ଗତିଶୀଳ କଲେ ଠିଆ ହୋଇଥିବା ଅନେକ ଯାତ୍ରୀ ପଛକୁ ପଡ଼ିଯାଆନ୍ତି । ସେହିଭଳି ଯେତେବେଳେ ବସ୍ ହଠାତ୍ ଆଗକୁ ଚାଲିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ ସେତେବେଳେ ଠିଆ ହୋଇଥିବା ଯାତ୍ରୀଙ୍କ ଶରୀର ଉପରେ ବସ୍‌ର ଇଞ୍ଜିନ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରେନା । ତେଣୁ ସେମାନେ ଜଡ଼ତ୍ୱ ଗୁଣ ଯୋଗୁ ପୂର୍ବପରି ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହିବାକୁ ଚାହାନ୍ତି । ମାତ୍ର ସେମାନଙ୍କ ପାଦ ବସ୍‌ର ଚଟାଣ ସହିତ ଲାଗିଥାଏ । ଏଣୁ ବସ୍ ଯେତେବେଳେ ଆଗକୁ ଚାଲିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ, ସେତେବେଳେ ଯାତ୍ରୀମାନଙ୍କର ପାଦର ନିମ୍ନଅଂଶ ମଧ୍ୟ ଆଗକୁ ଯିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କରେ । ମାତ୍ର ସେମାନଙ୍କ ଶରୀରର ଉପର ଅଂଶ ଜଡ଼ତ୍ୱ ଗୁଣ ଯୋଗୁ ସ୍ଥିର ହୋଇ ରୁହେ । ତେଣୁ ବସ୍ ହଠାତ୍ କରି ଆଗକୁ ଚାଲିବା ଆରମ୍ଭ କଲେ, ବସରେ ଠିଆ ହୋଇଥିବା ଯାତ୍ରୀମାନେ ପଛକୁ ପଡ଼ିଯାଆନ୍ତି ।

ଗୋଟିଏ ଦୃତଗାମୀ ମଟରଗାଡ଼ି ସିଧା ରାସ୍ତାରେ ଯାଉଥିବା ବେଳେ ହଠାତ୍ ଏକ ତୀକ୍ଷ୍ଣ ଗୋଲେଇ ପାଖରେ ଘୂରିଗଲେ ଆମେ ଗାଡ଼ି ଭିତରେ ଗୋଟିଏ କଡ଼କୁ ଛିଟ୍‌କି ପଡୁ । ଏପରି କାହିଁକି ହୁଏ, ତାହା ଆମେ ଜଡ଼ତ୍ୱର ନିୟମ ଦ୍ୱାରା ବୁଝାଇ ପାରିବା । ଗାଡ଼ି ସିଧା ରାସ୍ତାରେ ସରଳରେଖାରେ ଯାଉଥିଲା ବେଳେ ଗାଡ଼ି ଭିତରେ ଆମେ ମଧ୍ୟ ସରଳରେଖାରେ ଗତିକରୁ । ଇଞ୍ଜିନ ଦ୍ୱାରା ଗାଡ଼ି ଉପରେ ଏକ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ ହେବା ଦ୍ୱାରା ଗାଡ଼ିର ଗତିର ଦିଗ ହଠାତ୍ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ ଓ ଗାଡ଼ି ଗୋଲେଇ ରାସ୍ତାରେ ଘୂରିଯାଏ । ମାତ୍ର ଆମ ଶରୀର ଉପରେ କୌଣସି ଅସନ୍ତୁଳିତ ବାହ୍ୟ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରେନା, ତେଣୁ ଆମ ଶରୀରର ଜଡ଼ତ୍ୱ ଗୁଣ ଯୋଗୁ ଆମର ଗତିର ଦିଗରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆସେନା । ବସ୍ ଗୋଲେଇ ରାସ୍ତାରେ ବୁଲିଲେ ମଧ୍ୟ ଆମେ ଆମର ସରଳରୈଖିକ ଗତି ବଜାୟ ରଖିବାକୁ ଚାହୁଁ । ଏହା ଫଳରେ ଆମେ ଗାଡ଼ି ଭିତରେ ଗୋଟିଏ କଡ଼କୁ ଛିଟ୍‌କି ପଡୁ ।

ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ ନକଲେ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥିର ବସ୍ତୁ ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହେ । ଏହା ଆମେ ପରବର୍ତ୍ତୀ ଦୃଷ୍ଟାନ୍ତରୁ ମଧ୍ୟ ଜାଣିପାରିବା ।

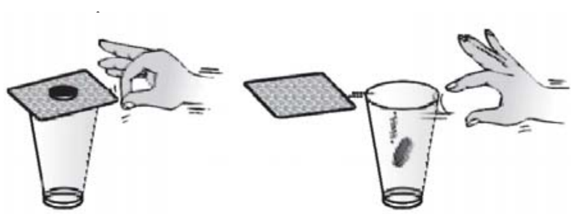
ତୁମପାଇଁ କାମ : 6.1

ତୁମେ କ୍ୟାରମ୍ ଖେଳିଥିବ । ଚିତ୍ର 6.5 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ଏକ କ୍ୟାରମ୍‌ବୋର୍ଡ଼ର ମଝିରେ ଗୋଟିମାନଙ୍କୁ ଏକସ୍ତମ୍ଭ ପରି ସଜାଇ ରଖ ।



ଚିତ୍ର **6.5** କ୍ୟାରମବୋର୍ଡ଼ ଉପରେ ଷ୍ଟ୍ରାଇକର ଗୋଟିର ସ୍ତମ୍ଭକୁ ଆଘାତ କରୁଛି

କ୍ୟାରମ୍‌ବୋର୍ଡ଼ର ଗୋଟିଏ ପାର୍ଶ୍ୱରୁ ଷ୍ଟ୍ରାଇକରକୁ ଜୋରରେ ସ୍ତମ୍ଭ ଆଡ଼କୁ ମାର । ଷ୍ଟ୍ରାଇକର ସ୍ତମ୍ଭର ତଳ ଗୋଟିକୁ ଆଘାତ କରିବ ଓ ସେହି ଗୋଟି ଉପରେ ବଳ ପ୍ରଦାନ କରିବ । ଏହା ଫଳରେ ତଳ ଗୋଟିଟି ଥାକରୁ ବାହାରି ଅନ୍ୟତ୍ର ଚାଲିଯିବ, ମାତ୍ର ଅନ୍ୟ ଗୋଟିଗୁଡ଼ିକ ତଳକୁ ଖସିଆସି ଅପସାରିତ ଗୋଟି ସ୍ଥାନରେ ପୁଣି ଗୋଟିଏ ସ୍ତମ୍ଭ ସଦୃଶ ରହିଯିବେ । ତଳ ଗୋଟି ଉପରେ ଥିବା ଅନ୍ୟ ଗୋଟିମାନଙ୍କୁ ଷ୍ଟ୍ରାଇକର ଆଘାତ କରେନା । ତେଣୁ ସେମାନଙ୍କ ଉପରେ କୌଣସି ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରେନା । ତେଣୁ ସେହି ଗୋଟି ସମୂହ ଜଡ଼ତ୍ୱ ଗୁଣ ଯୋଗୁ ଭୂଲମ୍ବ ଦିଗରେ କେବଳ ତଳକୁ ଖସି ଆସି ଅପସାରିତ ଗୋଟିର ସ୍ଥାନରେ ରହିଯାଆନ୍ତି ।



ଚିତ୍ର **6.6** ସ୍ଥିରତାର ଜଡ଼ତ୍ୱ ପରୀକ୍ଷା

ଚିତ୍ର 6.6 ରେ ଗୋଟିଏ ଗ୍ଲାସର ଉପରେ ଏକ ମୋଟା କାର୍ଡ଼ବୋର୍ଡ଼ ଅଛି । ତାହା ଉପରେ ତୁମେ ଗୋଟିଏ ପାଞ୍ଚଟଙ୍କିଆ ମୁଦ୍ରା ଯତ୍ନରେ ରଖ । କାର୍ଡ଼ବୋର୍ଡ଼ର ଗୋଟିଏ ପାର୍ଶ୍ୱରୁ ଆଙ୍ଗୁଳି ଦ୍ୱାରା ଟିପା (flic) ମାରି କାର୍ଡ଼ବୋର୍ଡ଼ ଉପରେ ଏକ ଭୂସମାନ୍ତର ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କର । ଏହା ଯୋଗୁ କାର୍ଡ଼ବୋର୍ଡ଼ଟି ଦ୍ରୁତ ଗତିରେ ବାହାରିଯିବ ଓ ମୁଦ୍ରାଟି ଗ୍ଲାସ ଭିତରେ ଗଳି ପଡ଼ିବ । ଆଙ୍ଗୁଳିଦ୍ୱାରା ଟିପା ମାରିଲାବେଳେ କାର୍ଡ଼ବୋର୍ଡ଼ ଉପରେ ବାହ୍ୟବଳ କାର୍ଯ୍ୟକଲା । ତେଣୁ କାର୍ଡ଼ବୋର୍ଡ଼ ଗତିକରି ଗ୍ଲାସ ମୁହଁ ଉପରୁ ବାହାରିଗଲା । ମୁଦ୍ରା ଉପରେ କୌଣସି ବାହ୍ୟ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁନଥିଲା । ତେଣୁ ଜଡ଼ତ୍ୱ ଗୁଣ ଯୋଗୁ ମୁଦ୍ରାଟି ତାର ସ୍ଥିରାବସ୍ଥା ବଜାୟ ରଖିବାକୁ ଚାହିଁଲା ଏବଂ କାର୍ଡ଼ବୋର୍ଡ଼ ଅପସାରିତ ହୋଇଗଲା ପରେ ମୁଦ୍ରାଟି ଗ୍ଲାସ ଭିତରେ ଗଳି ପଡ଼ିଲା ।

6.3 ଜଡ଼ତ୍ୱ ଓ ବସ୍ତୁତ୍ୱ (Inertia and Mass)

ଆମେ ଯେତେ ଗୁଡ଼ିଏ ଉଦାହରଣ ଓ ତୁମପାଇଁ କାମ ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କଲେ, ସେଥିରୁ ଜଣାପଡ଼ିଲା ଯେ ବସ୍ତୁ ସର୍ବଦା ତା'ର ଗତିର ଅବସ୍ଥାରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବିରୋଧ କରେ । ବସ୍ତୁ ଯଦି ସ୍ଥିର ରହିଥାଏ ତେବେ ତାହା ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହିବାକୁ ଇଚ୍ଛୁକ ହୁଏ । ବସ୍ତୁ ଯଦି ଗତି କରୁଥାଏ ତେବେ ତାହା ନିଜର ଗତି ଅବସ୍ଥାକୁ ବଜାୟ ରଖିବାର ପ୍ରବୃତ୍ତି ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ । ବସ୍ତୁର ଏହି ଗୁଣକୁ ବସ୍ତୁର ଜଡ଼ତ୍ୱ କୁହାଯାଏ । ସବୁ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର କ'ଣ ସମାନ ଜଡ଼ତ୍ୱ ଥାଏ ? ଆମର ଅଭିଜ୍ଞତା ଅଛି କୌଣସି ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ଗୋଟିଏ ଖାଲି ହାଲୁକା ବାକ୍ସକୁ ପେଲିବା ସହଜ ହୁଏ, ମାତ୍ର ବହିଦ୍ୱାରା ପରିପୂର୍ଣ୍ଣ ଏକ ଭାରି ବାକ୍ସକୁ ପେଲିବା କଷ୍ଟକର ହୋଇଥାଏ । ଠିକ୍ ସେହିପରି ଗୋଟିଏ ଫୁଟବଲକୁ ଗୋଡ଼ରେ ମାରିଲେ ତାହା ସହଜରେ ଦୂରକୁ ଗଡ଼ିଯାଏ ମାତ୍ର ସମାନ ଆକାର ଓ ଆକୃତିର ଏକ ଲୁହା ଗୋଲକକୁ ଗୋଡ଼ରେ ମାରିଲେ ଗୋଲକଟି ଆଗକୁ ଯାଇ ପାରେନା ବରଂ ଗୋଡ଼ ଆଘାତପ୍ରାପ୍ତ ହୋଇ ଭାଙ୍ଗିଯିବାର ସମ୍ଭାବନା ଥାଏ । ଅଳ୍ପ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଗୋଟିଏ ଛୋଟ ଯାନରେ ଅଧିକ ପରିବେଗ ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଇ ପାରିବ ମାତ୍ର ସେତିକି ବଳ ଏକ ଟ୍ରେନ ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ତା'ର ଗତିରେ ଅତି ନଗଣ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆସିବ । ଏହାର କାରଣ ହେଉଛି ଯେ, ଟ୍ରେନ୍‌ର ଜଡ଼ତ୍ୱ ଛୋଟ ଯାନର ଜଡ଼ତ୍ୱ ତୁଳନାରେ ଯଥେଷ୍ଟ ବେଶି । ଏଥିରୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ଜଣାପଡୁଛି ଯେ ଭାରି ବସ୍ତୁର ଅର୍ଥାତ୍ **ଯେଉଁ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅଧିକ ତାହାର ଜଡ଼ତ୍ୱ ମଧ୍ୟ ଅଧିକ** । ପରିମାଣାତ୍ମକ (quantitatively)

ଭାବେ ବସ୍ତୁର ଜଡ଼ତ୍ୱ ତା ନିଜର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ବସ୍ତୁର ଜଡ଼ତ୍ୱ ଓ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପରସ୍ପର ସହିତ ସମ୍ପର୍କିତ । **ଜଡ଼ତ୍ୱ ବସ୍ତୁର ଏକ ପ୍ରାକୃତିକ ପ୍ରବୃତ୍ତି ଯାହା ଯୋଗୁ ବସ୍ତୁ ନିଜର ସ୍ଥିରାବସ୍ଥା ବା ଗତିର ଅବସ୍ଥାରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ନିଜେ ବିରୋଧ କରେ ।** ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବସ୍ତୁର ଜଡ଼ତ୍ୱର ମାପକ (measure) ଅଟେ ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ନିମ୍ନ ପ୍ରଦତ୍ତ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ତୁଳନାତ୍ମକ ଭାବେ କାହାର ଜଡ଼ତ୍ୱ ବେଶି ?
   (a) ସମାନ ଆକାର ଓ ଆକୃତି ବିଶିଷ୍ଟ ରବର ବଲ୍ ଓ ଲୁହାର ଗୋଲକ ।
   (b) ସାଇକେଲ୍ ଓ ଟ୍ରେନ୍ ।
   (c) ପାଞ୍ଚଟଙ୍କିଆ ମୁଦ୍ରା ଓ ଆଠଣି
2. ନିମ୍ନ ପ୍ରଦତ୍ତ ଉଦାହରଣକୁ ପଢ଼ ଓ ସେଥିରେ ବଲ୍‌ର ପରିବେଗରେ କେତେଥର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଉଛି ତାହା କଳନା କର ।

ଜଣେ ଫୁଟବଲ ଖେଳାଳି ଫୁଟବଲ୍‌କୁ ଗୋଡ଼ରେ ମାରି ତା ଦଳର ଆଉ ଜଣେ ଖେଳାଳି ପାଖକୁ ପଠାଇଲା ଯିଏ ସେହି ବଲକୁ ଗୋଲପୋଷ୍ଟ ଆଡ଼କୁ ମାରିଲା । ବିପକ୍ଷ ଦଳର ଗୋଲରକ୍ଷକ ସେ ବଲକୁ ହାତରେ ଧରି ପୁଣି ଗୋଡ଼ରେ ମାରି ତା ନିଜ ଦଳର ସାଥୀ ଖେଳାଳି ପାଖକୁ ପଠାଇ ଦେଲା ।

ଉତ୍ତର ଦେଲାବେଳେ ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବଳ ପ୍ରଦାନକାରୀ କାରକ (agent) କୁ ମଧ୍ୟ ଚିହ୍ନ ।

3. ଗୋଟିଏ ଗଛକୁ ଜୋରରେ ହଲାଇଲେ ସେହି ଗଛର କିଛି ପତ୍ର ବେଳେ ବେଳେ ଝରିପଡ଼େ । ଏହା କାହିଁକି ହୁଏ, ବୁଝାଅ ।
4. ଗୋଟିଏ ଦ୍ରୁତଗାମୀ ବସ୍‌ର ଚାଳକ ହଠାତ୍ ବ୍ରେକ୍ ମାରିଲେ ବସ୍ ଭିତରେ ଠିଆ ହୋଇଥିଲେ ତୁମେ କାହିଁକି ଆଗକୁ ପଡ଼ିଯାଅ ଏବଂ ସେହି ବସକୁ ହଠାତ୍ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ କଲେ ତୁମେ କାହିଁକି ପଛକୁ ପଡ଼ିଯାଅ ?

6.4 ନିଉଟନଙ୍କ ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ନିୟମ (Newton's Second Laws of Motion)

ପ୍ରଥମ ଗତି ନିୟମ ସୂଚିତ କରେ ଯେ ଯେତେବେଳେ ଏକ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବାହ୍ୟ ବଳ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ, ସେତେବେଳେ ସେହି ବସ୍ତୁର ପରିବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆସେ ଓ ସେ ବସ୍ତୁରେ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ଆଲୋଚନା କରିବା ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ କିପରି ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ବଳ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ଏବଂ ଆମେ କିପରି ସେ ବଳକୁ ମାପି ପାରିବା । ଏଥିପାଇଁ ଆମେ ଆମ ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରୁ କିଛି ଉଦାହରଣ ନେବା । ଟେବୁଲ ଟେନିସ୍ ଖେଳ ଚାଲୁଥିଲାବେଳେ ଟେବୁଲ ଟେନିସ୍ ବଲ୍ ଖେଳାଳିଙ୍କ ଦେହରେ ବାଜିଲେ ସେମାନେ ଆଘାତ ପାଆନ୍ତି ନାହିଁ । ମାତ୍ର କ୍ରିକେଟ ଖେଳରେ ଜଣେ ଦୃତ ବୋଲର (fast bowler) ବୋଲିଂ କରୁଥିବା ବେଳେ କ୍ରିକେଟ ବଲ୍ ଯଦି ବ୍ୟାଟ୍ସମ୍ୟାନର ପେଟରେ ବା ଛାତିରେ ବାଜେ ତେବେ ସେହି ବ୍ୟାଟ୍ସମ୍ୟାନ ଗୁରୁତର ଭାବେ ଆଘାତପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ ।

ରାସ୍ତାକଡ଼ରେ ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହିଥିବା ଗୋଟିଏ ଟ୍ରକ ନିରାପଦ, କାରଣ ତାହା ଆମକୁ ଆଘାତ ଦିଏନା । ମାତ୍ର ସେହି ଟ୍ରକ ଖୁବ୍ ଅଳ୍ପ ପରିବେଗରେ ଯାଉଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଯଦି ଧକ୍କା ମାରେ ତେବେ ଆମେ ଗୁରୁତର ଭାବେ ଆଘାତ ପାଇବା । ସେହିପରି ଗୋଟିଏ ବନ୍ଧୁକରୁ ଅତି ଅଳ୍ପ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୁଳି ଫୁଟାଇଲେ ଯଦି ସେ ଗୁଳି କୌଣସି ବ୍ୟକ୍ତି ଦେହରେ ବାଜେ ତେବେ ସେ ବ୍ୟକ୍ତି ଗୁରୁତର ଭାବରେ ଆଘାତପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ । ଏହା ବେଳେ ବେଳେ ମୃତ୍ୟୁର କାରଣ ହୁଏ । ଏହିସବୁ ଉଦାହରଣରୁ ଜଣାପଡୁଛି ଯେ, ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁ ଯେତେବେଳେ ଆଘାତ କରେ ସେତେବେଳେ ତାହାର ପ୍ରତିଘାତ (impact) ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ପରିବେଗ ଉଭୟ ରାଶି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ହେଲା ବେଳେ, ତାହାର ପରିବେଗରେ ଅଧିକ ବୃଦ୍ଧି ହାସଲ କରିବାପାଇଁ ଅଧିକ ବଳ ଦରକାର ହୁଏ । ଏହିସବୁ ଉଦାହରଣ ଗୁଡ଼ିକୁ ଆହୁରି ଭଲ ଭାବରେ ବୁଝାଇବା ପାଇଁ, ନିଉଟନ ବସ୍ତୁର ଆଉ ଏକ ଭୌତିକ ପ୍ରକୃତି ଉପସ୍ଥାପନା କଲେ ଯାହାକୁ ସଂବେଗ (momentum) କୁହାଯାଏ । ବସ୍ତୁର ସଂବେଗ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ପରିବେଗର ସଂଯୋଜନ (combination) ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶିତ ଏକ ଭୌତିକ ରାଶି ।

ବସ୍ତୁର ସଂବେଗ ଏକ ଭୌତିକ ରାଶି ଯାହା ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ତାହାର ପରିବେଗର ଗୁଣନ (product) ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶିତ ହୁଏ ।

ଯଦି, m = ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହୁଏ

v = ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ହୁଏ

ଏବଂ p = ସେହି ବସ୍ତୁର ସଂବେଗ ହୁଏ

ତେବେ, $\mathbf{p = mv}$ ----------------- (6.1)

(ସଂବେଗ = ବସ୍ତୁତ୍ୱ × ପରିବେଗ)

ତୁମେ ଜାଣି ରଖ ଯେ :

1. **ସଂବେଗ ଏକ ସଦିଶ ରାଶି କାରଣ ଏହାର ପରିମାଣ ଓ ଦିଗ ଉଭୟ ଥାଏ ।**
2. **ବସ୍ତୁର ସଂବେଗର ଦିଗ ସେହି ବସ୍ତୁର ପରିବେଗର ଦିଗ ସହିତ ସମାନ ।**
3. **SI ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ସଂବେଗର ଏକକ ହେଉଛି kg.m.s^{-1} ।**

ବାହ୍ୟ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରାଗଲେ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆସେ । ତେଣୁ ବଳ ବସ୍ତୁର ସଂବେଗରେ ମଧ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ ସୃଷ୍ଟି କରେ । ବସ୍ତୁର ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନର ପରିମାଣ ଖାଲି ବଳର ପରିମାଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେନା, ବଳ କେତେ ସମୟ ପାଇଁ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଛି ତାହା ଉପରେ ମଧ୍ୟ ନିର୍ଭର କରେ । ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ଏକ ବଳ ଅଳ୍ପ ସମୟ ପାଇଁ କାର୍ଯ୍ୟ କଲେ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ଅଳ୍ପ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ । ତେଣୁ ବସ୍ତୁର ସଂବେଗରେ ଅଳ୍ପ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆସେ । ମାତ୍ର ସେହି ବଳ ସେହି ବସ୍ତୁ ଉପରେ ଅଧିକ ସମୟ ପାଇଁ କାର୍ଯ୍ୟ କଲେ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ଅଧିକ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ ଓ ବସ୍ତୁର ସଂବେଗରେ ଅଧିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ । ଏହିସବୁ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣରୁ ଆମେ କହିପାରିବା ଯେ ବସ୍ତୁର ସଂବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଣିବାପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକୀୟ ବଳ, ତାହାର ସଂବେଗର ସମୟ ଅନୁସାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନର ହାର (time rate of change) ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଏହି ତଥ୍ୟକୁ ଆଧାର କରି ନିଉଟନ ତାଙ୍କର ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ନିୟମ ଉପସ୍ଥାପନା କରିଥିଲେ ଓ ତାହାର ବାଖ୍ୟା କରିଥିଲେ ।

ବଳ ଦିଗରେ ବସ୍ତୁର ସଂବେଗର ସମୟ ଅନୁସାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର, ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ସହିତ ସମାନୁପାତୀ ଓ ବଳ ଦିଗରେ ସଂପନ୍ନ ହୁଏ ।

6.4.1 ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ନିୟମର ଗାଣିତିକ ସୂତ୍ରାୟନ : (Mathematical Formulation of Second Laws of Motion)

ମନେକର (m) ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଏକ ସରଳରେଖାରେ ସମ (constant) ତ୍ୱରଣରେ ଗତି କରୁଛି । ମନେକର,

u = ଗତିପଥର ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରେ t = 0 ସମୟରେ ବସ୍ତୁର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ

a = ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ

v = (t) ସମୟ ପରେ ଗତିପଥର ଆଉ ଏକ ସ୍ଥାନରେ ବସ୍ତୁର ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ ।

F = ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ବାହ୍ୟବଳ (ଯାହା ଯୋଗୁ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି)

ଯଦି p_1 ବସ୍ତୁର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ସଂବେଗ ଓ p_2 ବସ୍ତୁର ଅନ୍ତିମ ସଂବେଗ ହୁଏ, ତେବେ,

$p_1 = mu$

$p_2 = mv$

t ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ସଂବେଗର ମୋଟ୍ ପରିବର୍ତ୍ତନ

$= p_2 - p_1$

$= (mv - mu)$

$= m(v - u)$

∴ ସମୟ ଅନୁସାରେ ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର

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

ତେଣୁ $F \ \alpha \ \frac{m(v-u)}{t}$

କିମ୍ବା $F = k.\frac{m(v-u)}{t}$ ------------------ (6.2)

$= k.ma$ ----------------------------- (6.3)

ଏହି ସମୀକରଣରେ k ହେଉଛି ଏକ ଆନୁପାତିକ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ଓ $\frac{v-u}{t} = a$ ହେଉଛି ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ ।

ଏକକ ବଳକୁ (unit force) ଏମିତି ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରାଯାଏ ଯେ, k ର ମୂଲ୍ୟ ଏକ (one) ହୁଏ । ସଂଜ୍ଞା ଅନୁସାରେ **ଏକକ ବଳ ହେଉଛି ସେହି ପରିମାଣର ବଳ ଯାହା ଏକକ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କଲେ ସେହି ବସ୍ତୁରେ ଏକକ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ।** SI ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଏକକ kg, ତ୍ୱରଣର ଏକକ $m.s^{-2}$ ଏବଂ ବଳର ଏକକ newton ଯାହା $kg.ms^{-2}$ ଅଟେ । ଏହାର ସଙ୍କେତ (N) ଅଟେ ।

ତେଣୁ ସମୀକରଣ 6.3 ରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ରାଶିର ମୂଲ୍ୟ 1 ନେଲେ,

$$1 \text{ newton} = k.1kg. \times 1m/s^2 = k \times 1 \text{ kg.m/s}^2$$

ତେଣୁ k ର ମୂଲ୍ୟ 1 ନିଆଯାଏ ।

ଏହି ମୂଲ୍ୟକୁ (6.3)ରେ ପ୍ରତିସ୍ଥାପିତ କଲେ ।

F = ma -------------------------- (6.4)

ଦ୍ୱିତୀୟଗତି ନିୟମ ବଳକୁ ମାପିବାର ଏକ ସୂତ୍ର ଦିଏ ଯାହା ସମୀକରଣ (6.4) ରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଛି । ଏହି ସମୀକରଣ ଅନୁସାରେ,

ବଳ = ବସ୍ତୁତ୍ୱ × ତ୍ୱରଣ

ପୂର୍ବରୁ କୁହାଯାଇଛି SI ପଦ୍ଧତିରେ ବଳର ଏକକ 'ନିଉଟନ' ଯାହାର ସଙ୍କେତ (N) ଅଟେ । ସମୀକରଣ (6.4) ଆମକୁ ଏକ ନିଉଟନ ବଳର ସଜ୍ଞା ପ୍ରଦାନ କରେ ।

1 ନିଉଟନ ବଳ ହେଉଛି ସେତିକି ପରିମାଣର ବଳ ଯାହା ବାହାରୁ 1kg ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କଲେ ସେଥିରେ 1m/s²ର ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ।

ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ନିୟମର ଦୃଷ୍ଟାନ୍ତ ଆମ ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଅନେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବାରମ୍ବାର ଉପଲବ୍ଧ ହୁଏ ।

ଚିତ୍ର **6.7** ଜଣେ କ୍ଷେତ୍ରରକ୍ଷକ ବଲ୍‌କୁ ଧରିଲାବେଳେ ପାପୁଲିକୁ କ୍ରମଶଃ ତଳକୁ ଆଣୁଛି

ଆସ କ୍ରିକେଟ ପଡ଼ିଆକୁ ଯିବା ଓ କିଛି ଶିଖିବା । କ୍ରିକେଟ ଖେଳରେ ଜଣେ କ୍ଷେତ୍ରରକ୍ଷକ (fielder) ବହୁତ ଉଚ୍ଚରୁ ତଳକୁ ଖସୁଥିବା ଏକ ଦ୍ରୁତଗାମୀ କ୍ରିକେଟ ବଲକୁ ଧରିଲା (catch) ବେଳେ ନିଜ ହାତର ପାପୁଲି ମଧ୍ୟରେ ବଲଟିକୁ ଧରି ପାପୁଲିକୁ କ୍ରମଶଃ ତଳକୁ ଟିକେ ଖସାଇ ଆଣେ । ଏହାଦ୍ୱାରା ବଲର ପରିବେଗର ପରିମାଣ ହ୍ରାସ ପାଇ ଶୂନ ହେବାକୁ କିଛି ଅଧିକ ସମୟ ଲାଗେ । ଏଣୁ ବଲର ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ (ଏଠାରେ ହ୍ରାସ) ର ହାର କମିଯାଏ । ତେଣୁ ବଲର ପାପୁଲି ଉପରେ ପ୍ରତିଘାତ (impact) ବଳ ମଧ୍ୟ କମିଯାଏ । ଏହାଯୋଗୁଁ କ୍ଷେତ୍ରରକ୍ଷକ ଦ୍ରୁତଗାମୀ ଶକ୍ତ ବଲକୁ ଧରିଲାବେଳେ କୌଣସି ଆଘାତ ପାଏନା ।

ଯେତେବେଳେ କ୍ଷେତ୍ରରକ୍ଷକ ନିଜ ହାତର ପାପୁଲିକୁ କ୍ରମଶଃ ତଳକୁ ନ ଆଣି କ୍ରିକେଟ ବଲକୁ ହଠାତ୍ ଧରି ପକାଏ, ସେତେବେଳେ ବଲର ପରିବେଗ ହଠାତ୍ ହ୍ରାସ ପାଇ ଅତି ଅଳ୍ପ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଶୂନ ହୋଇଯାଏ । ଏହା ଯୋଗୁ ବଲ୍‌ର ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର ବହୁତ ଅଧିକ ହୁଏ । ତେଣୁ କ୍ଷେତ୍ରରକ୍ଷକର ପାପୁଲିରେ ଅଧିକ ପ୍ରତିଘାତ ବଳ କ୍ରିୟାଶୀଳ ହୁଏ । ଏହାଯୋଗୁ କ୍ଷେତ୍ରରକ୍ଷକର ପାପୁଲି ଆଘାତ ପାଇବାର ସମ୍ଭାବନା ବୃଦ୍ଧି ପାଏ ।

କ୍ରୀଡ଼ା ପ୍ରତିଯୋଗୀତାରେ ଉଚ୍ଚଡ଼ିଆଁ (high jump) ଖେଳରେ ପ୍ରତିଯୋଗୀମାନେ ଉଚ୍ଚରେ ରହିଥିବା ଏକ

ଭୂସମାନ୍ତର ବାଡ଼ି (horizontal bar) ଉପରେ ଡେଇଁ ଅନ୍ୟ କଡ଼ରେ ପଡ଼ିଲା ବେଳେ ସେମାନଙ୍କ ସୁରକ୍ଷା ପାଇଁ ତଳେ ବାଲି ଶଯ୍ୟା କିମ୍ବା ସ୍ପଞ୍ଜଗଦିର କୋମଳ ଶଯ୍ୟା ରଖା ଯାଇଥାଏ । ଏହି ଶଯ୍ୟା ଉପରେ ପଡ଼ିବାବେଳେ ଖେଳାଳିର ପତନ ପରିବେଗ ଶୂନ ହେବାକୁ ଟିକେ ଅଧିକ ସମୟ ଲାଗେ । ଏଥିପାଇଁ ଖେଳାଳିଙ୍କର ପରିବେଗ ପରିବର୍ତ୍ତନର ସମୟ ଅଧିକ ହୁଏ । ତେଣୁ ତାଙ୍କର ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର କମିଯାଏ ଓ ଅଳ୍ପ ପ୍ରତିଘାତ ବଳ ତାଙ୍କ ଶରୀର ଉପରେ ପଡ଼େ । ଏହାଯୋଗୁ ଖେଳାଳିମାନେ ସୁରକ୍ଷିତ ହୋଇ ସେହି ଶଯ୍ୟା ଉପରେ ପଡ଼ନ୍ତି ଓ ପଡ଼ିଲାବେଳେ କୌଣସି ଆଘାତ ପାଆନ୍ତି ନାହିଁ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଚିନ୍ତାକରି ଜାଣିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କର ଜଣେ କରାଟେ ଖେଳାଳି କିପରି ଗୋଟିଏ ବିଧା ମାରି ଏକ ବଡ଼ ବରଫଖଣ୍ଡକୁ ଭାଙ୍ଗିଦିଏ ।

ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ନିୟମକୁ ଗତିର ପ୍ରକୃତ ନିୟମ ବୋଲି ଧରାଯାଏ । ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ନିୟମର ଗାଣିତିକ ଅଭିବ୍ୟକ୍ତି (expression)ରୁ ପ୍ରଥମ ଗତି ନିୟମର ବାଖ୍ୟାର ସୂଚନା ମିଳେ ।

ସମୀକରଣ (6.4) ଅନୁସାରେ

$F = ma$

$$= m\left(\frac{v-u}{t}\right) \text{---------------------} (6.5)$$

ତେଣୁ $F \times t = m(v - u) = mv - mu$

ଯେତେବେଳେ *F* ର ମୂଲ୍ୟ ଶୂନ ହେବ ଅର୍ଥାତ୍ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କୌଣସି ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବ ନାହିଁ ସେତେବେଳେ,

$$mv - mu = 0$$

ଅର୍ଥାତ୍ $v = u$ ହେବ ।

ଏହାର ଅର୍ଥ ହେଲା କୌଣସି ବାହ୍ୟବଳ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ନ ହେଲେ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେବନି ଅର୍ଥାତ୍ ବସ୍ତୁ ସମବେଗରେ ଗତି କରିବ । ଯଦି ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ $u = 0$ ହୋଇଥିବ, ତେବେ ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ $v = 0$ ହେବ । ଅର୍ଥାତ୍ ବାହ୍ୟ ବଳ ବିନା ସ୍ଥିର ବସ୍ତୁ ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହିବ । ତେଣୁ **ବସ୍ତୁ ଉପରେ ବାହ୍ୟ ବଳ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ନହେଲେ ବସ୍ତୁର ସମଗତି ଅବସ୍ଥା ବା ସ୍ଥିରାବସ୍ଥାରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆସେନା** । ପ୍ରଥମ ଗତି ନିୟମର ଏହି ବାଖ୍ୟା ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ନିୟମରୁ ମିଳିଲା ।

ଉଦାହରଣ 6.1 :

ଗୋଟିଏ ସ୍ଥିର ବଳ ଏକ 5kg. ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ ଉପରେ 2s ପାଇଁ କାର୍ଯ୍ୟ କଲା । ଏହା ବସ୍ତୁର ପରିବେଗକୁ 3m/s ରୁ 7m/s କୁ ବୃଦ୍ଧି କରାଇଲା । ବଳର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । ଯଦି ଏହି ବଳ 5s ପାଇଁ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାନ୍ତା, ତେବେ ବସ୍ତୁର ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ କେତେ ହୋଇଥାନ୍ତା ?

ଉତ୍ତର :

ଦତ୍ତ ଅଛି :

ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = $m = 5kg$

ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ = $u = 3m.s^{-1}$

ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ = $v = 7m.s^{-1}$

ପରିବେଗ ପରିବର୍ତ୍ତନର ସମୟ $t = 2s$

ସମୀକରଣ (6.5) ଅନୁସାରେ,

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

ଦତ୍ତ ରାଶିମାନଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରତିସ୍ଥାପିତ କଲେ,

$$F = 5kg \times \frac{(7m.s^{-1} - 3m.s^{-1})}{2s}$$

$$= \frac{(5kg \times 4m.s^{-1})}{2s}$$

$= 10\ kg.m.s^{-2}$

$= 10N$

ବର୍ତ୍ତମାନ $t = 5s$ ହେଲେ ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ କେତେ ହେବ ?

ଏଥିପାଇଁ ଉପରୋକ୍ତ ସମୀକରଣକୁ ବଦଳାଇ ଲେଖିଲେ $\frac{F \times t}{m} = v - u$

କିମ୍ବା $v = u + \frac{F \times t}{m}$

ବର୍ତ୍ତମାନ ଦତ୍ତ ରାଶିମାନଙ୍କ ମୂଲ୍ୟକୁ ଆଉ ଥରେ ପ୍ରତିସ୍ଥାପିତ କରିବା ଓ $t = 5s$ ନେବା ।

$$\therefore\ v = 3m.s^{-1} + \frac{10N \times 5s}{5kg}$$

$$= 3m.s^{-1} + \frac{10kg.\frac{m}{s^2} \times 5s}{5kg}$$

$= 3m.s^{-1} + 10m.s^{-1} = 13m.s^{-1}$

ଉଦାହରଣ 6.2 :

କେଉଁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅଧିକ ବଳ ପ୍ରୟୋଜନ ହେବ ?

(a) 2kg ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁରେ $5m.s^{-2}$ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି କରିବା ପାଇଁ ନା,

(b) 4kg ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁରେ $2m.s^{-2}$ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି କରିବା ପାଇଁ ।

(a) ଦତ୍ତ ଅଛି :

$m = 2kg$ ଓ $a = 5m.s^{-2}$

$\therefore F_1 = ma = 2kg \times 5m.s^{-2}$

$= 10kg.m.s^{-2} = 10N$

(b) ଦତ୍ତ ଅଛି :

$m = 4kg$ ଓ $a = 2m.s^{-2}$

$\therefore F_2 = ma = 4kg \times 2m.s^{-2}$

$= 8kg.m.s^{-2} = 8N$

ଦେଖାଗଲା $F_1 > F_2$, ତେଣୁ (a) କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅଧିକ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ ହେବ ।

ଉଦାହରଣ 6.3 :

ଗୋଟିଏ ମଟରଗାଡ଼ି 108 km/h ପରିବେଗରେ ଗତି କରୁଥିଲା । ଏହି ଗାଡ଼ିରେ ବ୍ରେକ୍ ମାରିଲା ପରେ 4s ପରେ ଏହା ସ୍ଥିର ହୋଇଗଲା । ବ୍ରେକ୍ ଦ୍ୱାରା କେତେ ବଳ (F) ଗାଡ଼ି ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିଲା ? (ମଟରଗାଡ଼ି ଓ ଗାଡ଼ିରେ ବସିଥିବା ଯାତ୍ରୀମାନଙ୍କର ମୋଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ 1000kg. ଅଟେ ।)

ଉତ୍ତର :

ଦତ୍ତ ଅଛି :

ଗାଡ଼ି ଓ ଯାତ୍ରୀମାନଙ୍କ ମୋଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ,

$m = 1000kg.$

ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ, $u = 108$ km/h

$$= 108 \times \frac{5}{18} m/s$$

$= 30m/s$

ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ, $v = 0$

$t = 4s$

ସମୀକରଣ (6.5) ଅନୁସାରେ,

$$F = \frac{m(v-u)}{t} = -\frac{mu}{t} \quad (\text{କାରଣ } v = 0)$$

$$= -\frac{1000kg \times 30m/s}{4s}$$

$= -7500\ kg.\ m/s^2 = -7500N$

ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଚିହ୍ନ ସୂଚନା ଦେଉଛି ଯେ, ବ୍ରେକ୍‌ର ବଳ ଗତିର ବିପରୀତ ଦିଗରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ।

ଉଦାହରଣ 6.4 :

ଏକ 5N ର ବଳ (m_1) ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଥିବା ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟକରି $10m.s^{-2}$ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି କରେ । ସେହିବଳ (m_2) ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଥିବା ଅନ୍ୟ ଏକ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କଲେ ସେଥିରେ $20ms^{-2}$ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଯଦି ସେହି ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱୟକୁ ବାନ୍ଧି ଦିଆଯାଏ, ତେବେ ସେହି ବସ୍ତୁଯୁଗଳ ଉପରେ 5N ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କଲେ କେତେ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହେବ ?

ଉତ୍ତର :

ଦତ୍ତ ଅଛି :

m_1 ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ $a_1 = 10ms^{-2}$

m_2 ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ $a_2 = 20ms^{-2}$

ବଳ $F = 5N$

$$\therefore\ m_1 = \frac{F}{a_1} = \frac{5N}{10m.s^{-2}} = 0.5kg$$

$$m_2 = \frac{F}{a_2} = \frac{5N}{20m.s^{-2}} = 0.25kg$$

ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱୟକୁ ବାନ୍ଧି ଦେଲାପରେ ମୋଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ

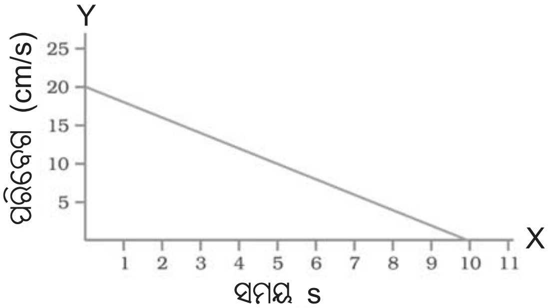
$m = m_1 + m_2 = 0.5\ kg. + 0.25kg = 0.75kg.$

ଯଦି a = ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱୟର ସାଧାରଣ ତ୍ୱରଣ (common acceleration) ହୁଏ, ତେବେ

$$a = \frac{F}{m_1 + m_2} = \frac{5N}{0.75kg} = 6.67m.s^{-2}$$

ଉଦାହରଣ 6.5 :

20kg. ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବଲ୍ ଏକ ଲମ୍ବା ଟେବୁଲ ଉପରେ ଏକ ସରଳରେଖାରେ ଗତି କରୁଛି । ଏହି ବଲ୍‌ର ପରିବେଗ (v) ~ ସମୟ (t) ଗ୍ରାଫ୍ ତଳେ ଚିତ୍ର 6.9ରେ ଅଙ୍କିତ ହୋଇଛି । ବଲ୍‌କୁ ସ୍ଥିର କରିବାପାଇଁ ଟେବୁଲ କେତେ ବଳ ବଲ୍ ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ କରିଛି ?



ଚିତ୍ର 6.8

ଉତ୍ତର :

ଟେବୁଲ ବଲ୍ ଉପରେ ଘର୍ଷଣ ଜନିତ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା ଫଳରେ ବଲ୍‌ର ପରିବେଗର ପରିମାଣ ହ୍ରାସ ପାଇ ଶେଷରେ ଶୂନ ହୋଇଯାଇଛି । ଗ୍ରାଫ୍‌ରୁ ଜଣାପଡୁଛି ଯେ-

t = 0 ସମୟରେ ବଲ୍‌ର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ u = 20cm/s ଥିଲା ।

10s ପରେ ବଲ୍‌ର ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ v = 0 ହେଲା

ଯଦି ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ a ହୁଏ, ତେବେ

$$a = \frac{v-u}{t} = \frac{0-20cm.s^{-1}}{10s}$$

$$= -2cm.s^{-2} = 0.02m.s^{-2}$$

ଯଦି F, ବଲ୍ ଉପରେ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ବଳ ହୁଏ, ତେବେ

$$F = ma = 20g \times (-2cm.s^{-2})$$

$$= \frac{20}{1000}kg \times (-0.02m.s^{-2})$$

$$= -0.0004\ kgm.s^{-2}$$

$$= -4 \times 10^{-4} N$$

ଟେବୁଲ ଦ୍ୱାରା ବଲ୍ ଉପରେ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ଏହି ବଳ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ । ଏହି ବଳ ଘର୍ଷଣ ବଳ ଅଟେ, ଯାହା ବଲ୍‌ର ଗତିର ଦିଗର ବିପରୀତ ଦିଗରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ।

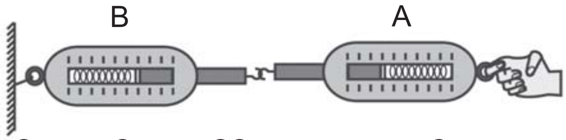
6.5 ନିଉଟନଙ୍କ ତୃତୀୟ ଗତି ନିୟମ (Third Law of Motion)

ପ୍ରଥମ ଦୁଇଟି ଗତି ନିୟମରୁ ଆମେ ଜାଣିଲୁ ଯେ ବାହ୍ୟ ବଳ ବସ୍ତୁର ଗତିରେ କିପରି ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆଣେ ଏବଂ କେଉଁ ସୂତ୍ର ବ୍ୟବହାର କରି ଆମେ ବଳକୁ ମାପି ପାରିବା । ନିଉଟନ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଗତି ନିମୟ ଉପସ୍ଥାପନା କରିଥିଲେ ଯାହାକୁ ନିଉଟନଙ୍କ ତୃତୀୟ ଗତି ନିୟମ କୁହାଯାଏ । ଏହା ହେଲା–

ଯେତେବେଳେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରେ ସେତେବେଳେ ତତ୍‌କ୍ଷଣାତ୍ ଦ୍ୱିତୀୟ ବସ୍ତୁ ପ୍ରଥମବସ୍ତୁ ଉପରେ ସମାନ ପରିମାଣର ବିପରୀତମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରେ ।

ଏହି ଦୁଇଟି ବଳର ପରିମାଣ ସମାନ ମାତ୍ର ଦିଗ ବିପରୀତ ଅଟେ । ଏହି ଦୁଇଟି ବଳ କେବେବି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରନ୍ତି ନାହିଁ । ଏହି କ୍ରିୟା ବଳ (action force) ଓ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳ (reaction force) ସର୍ବଦା ଦୁଇଟି ଅଲଗା ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରନ୍ତି । ତେଣୁ ସେମାନେ ପରସ୍ପରକୁ ବିରୋଧ କରନ୍ତି ନାହିଁ ଓ ପରସ୍ପରକୁ ବିଲୋପିତ (cancell) କରିପାରନ୍ତି ନାହିଁ । ଗୋଟିଏ ଦୁର୍ବଳ ଟେବୁଲର ପୃଷ୍ଠକୁ ହାତରେ ଜୋର୍‌ରେ ବାଡ଼େଇଲେ ଟେବୁଲ ଭାଙ୍ଗିଯାଏ ଓ ହାତରେ ମଧ୍ୟ ଆଘାତ ଲାଗେ । ଏହାକୁ ତୃତୀୟ ଗତି ନିୟମ ସାହାଯ୍ୟରେ ବୁଝାଇହେବ । ଆମେ ଟେବୁଲ ପୃଷ୍ଠକୁ ହାତରେ ବାଡ଼େଇଲା ବେଳେ ଆମ ହାତ ଟେବୁଲ ଉପରେ ଏକ କ୍ରିୟାବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରେ ଯାହାଦ୍ୱାରା ଟେବୁଲ ଭାଙ୍ଗି ଯାଇପାରେ । ଟେବୁଲ ତତ୍‌କ୍ଷଣାତ୍ ଆମ ହାତ ଉପରେ ଏକ ସମପରିମାଣର ବିପରୀତମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରେ ଯାହା ଯୋଗୁ ଆମ ହାତରେ ଆଘାତ ଲାଗେ ଓ ଅନେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆମ ହାତ ଭାଙ୍ଗିଯାଏ । ଏହି ଉଦାହରଣରୁ ଜଣାପଡ଼ିଲା ଯେ କ୍ରିୟା ବଳ ଓ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରେ ଦୁଇଟି ଅଲଗା ଅଲଗା ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରନ୍ତି । ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ କ୍ରିୟା ବଳର ଏକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳ ଥାଏ । ଏମାନେ ସର୍ବଦା ଏକ ବଳ ଯୁଗଳ ଭାବେ କାର୍ଯ୍ୟ କରନ୍ତି ।

ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ପରସ୍ପର ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ ଦୁଇଟି କମାନୀ ନିକିତି (spring balance) କଥା ବିଚାର କରିବା ।



ଚିତ୍ର **6.9** କ୍ରିୟା ଓ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳ ସମାନ ଓ ବିପରୀତମୁଖୀ

ଚିତ୍ର 6.9 ରେ B କମାନୀ ନିକିତିର ଗୋଟିଏ ମୁଣ୍ଡ ଏକ ଶକ୍ତ ଆଧାର (ଖୁଣ୍ଟ)ରେ ଲାଗିଛି । A କମାନୀ ନିକିତିର ମୁକ୍ତ ପ୍ରାନ୍ତରେ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଟାଣିଲେ ଦେଖାଯିବ ଯେ ଉଭୟ କମାନୀ ନିକିତି ସ୍କେଲରେ ସମାନ ପଠନାଙ୍କ ସୂଚିତ ହୋଇଛି । ଏଥିରୁ ଜଣାପଡ଼ିଲା ଯେ କମାନୀ ନିକିତିଦ୍ୱୟ ପରସ୍ପର ଉପରେ ସମାନ ପରିମାଣର ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରୁଛନ୍ତି । A କମାନୀ ନିକିତି B କମାନୀ ନିକିତି ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ କରୁଥିବା ବଳ, B କମାନୀ ନିକିତି A କମାନୀ ନିକିତି ଉପରେ ପକାଉଥିବା ବଳ ସହିତ ପରିମାଣରେ ସମାନ ମାତ୍ର ଦିଗରେ ବିପରୀତମୁଖୀ । ଟଣାଗଲାବେଳେ A କମାନୀ ନିକିତି B କମାନୀ ନିକିତି ଉପରେ ଯେଉଁ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରୁଛି ତାହା କ୍ରିୟା ବଳ (action force) ଓ B କମାନୀ ନିକିତି A କମାନୀ ନିକିତି ଉପରେ ଯେଉଁ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରୁଛି ତାହା ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳ (reaction force) । ଏହି ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ତୃତୀୟ ଗତି ନିୟମର ଏକ ବାଖ୍ୟାର ସୂଚନା ଦେଉଛି ।

ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ରିୟାବଳର ଏକ ସମାନ ବିପରୀତମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାବଳ ଅଛି ।

ଉପରୋକ୍ତ ଉଦାହରଣରୁ ଏହା ସ୍ପଷ୍ଟ ହେଉଛି ଯେ କ୍ରିୟା ଓ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳ ଦୁଇଟି ଅଲଗା ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଛି । ତେଣୁ ଉଭୟ କମାନୀ ନିକିତି ସ୍କେଲରେ ସମାନ ପଠନାଙ୍କ ସୂଚିତ ହୋଇଛି ।

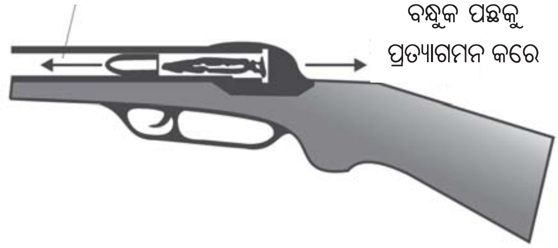
6.5.1 ତୁମେ ରାସ୍ତାରେ ଚାଲୁଛ କିପରି ?

ମନେକର ତୁମେ ଏକ ରାସ୍ତା ଉପରେ ସ୍ଥିର ହୋଇ ଠିଆ ହୋଇଛ ଓ ସେ ରାସ୍ତାରେ ଚାଲିବାକୁ ଇଚ୍ଛା କରୁଛ । ରାସ୍ତାରେ ଚାଲିବା ପାଇଁ ତୁମେ ଏକ ବଳ ଆବଶ୍ୟକ କରିବ ଯାହା ତୁମକୁ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ କରିବ । ଏହି ବଳ କି ପ୍ରକାରର ବଳ ଓ କେଉଁଠାରୁ ଆସିବ ? ଏହା କ'ଣ ମାଂସପେଶୀୟ ବଳ ଯାହା ତୁମେ ରାସ୍ତା ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ କରିବ ? ତୁମେ ଯେଉଁ ଦିଗକୁ ଚାଲିବାକୁ ଇଚ୍ଛା କରୁଛ ଏହି ବଳର ଦିଗ କ'ଣ ସେଇଆଡ଼କୁ ହେବ ? ଏହାର ଉତ୍ତର କ'ଣ ହେବ, ଭାବିଲ ଦେଖି । ଆଗକୁ ଚାଲିବା ପାଇଁ ତୁମକୁ ନିଜ ଗୋଡ଼ର ପାଦଦ୍ୱାରା ରାସ୍ତାକୁ ପଛ ଆଡ଼କୁ ଚାପି ଠେଲିବାକୁ ପଡ଼େ । ଏହା ଯୋଗୁ ତୃତୀୟ ଗତି ନିୟମ ଅନୁସାରେ ରାସ୍ତା ତୁମ ଶରୀର ଉପରେ ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଏକ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳ ପ୍ରଦାନ କରେ ଯାହା ତୁମକୁ ଆଗକୁ ଚାଲିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ ।

ଗୋଟିଏ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ କଥା ତୁମମାନଙ୍କୁ ମନେ ରଖିବାକୁ ହେବ ଯେ କ୍ରିୟାବଳ ଓ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳର ପରିମାଣ ସମାନ ହୋଇଥିଲେ ମଧ୍ୟ ସେମାନେ ସମାନ ପରିମାଣର ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ନକରି ପାରନ୍ତି । ଏହାର କାରଣ ହେଉଛି ଯେ ଏହି ବଳଦ୍ୱୟ ଯେଉଁ ଦୁଇଟି ଅଲଗା ଅଲଗା ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପୃଥକ ପୃଥକ ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରନ୍ତି, ସେମାନଙ୍କର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅଲଗା ହୋଇପାରେ । ତେଣୁ ସେହିବସ୍ତୁ ଦୁଇଟିରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପରିମାଣର ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇପାରେ ।

6.5.2 ବନ୍ଧୁକ ଫୁଟିଲାବେଳେ କ'ଣ ହୁଏ :

ବନ୍ଧୁକ ବହୁତ ଭାରି କାରଣ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅଧିକ । ମାତ୍ର ଏଥିରେଥିବା ଗୁଳି ବହୁତ ହାଲୁକା କାରଣ ଗୁଳିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବହୁତ କମ୍ ।

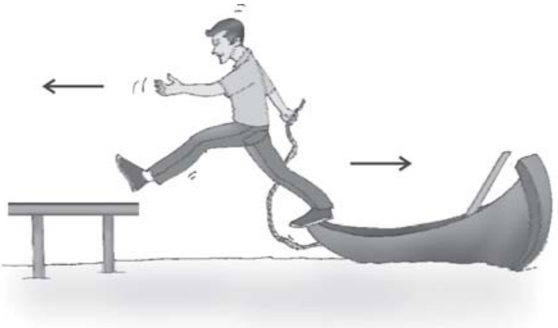


ଚିତ୍ର **6.10** ଗୁଳିର ଅଗ୍ରଗତି ବନ୍ଧୁକର ପ୍ରତ୍ୟାଗମନ

ଗୁଳି ଫୁଟାଇଲା (firing) ବେଳେ ବନ୍ଧୁକ, ଗୁଳି ଉପରେ ଭିତରେ ଏକ ଆଭ୍ୟନ୍ତରୀୟ (internal) ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରେ । ଏହା ଦ୍ୱାରା ଗୁଳି ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ହୋଇ ବନ୍ଧୁକ ମୁହଁରୁ ଅତି ଦ୍ରୁତ ବେଗରେ ନିର୍ଗତ ହୋଇ ଆଗକୁ ଚାଲିଯାଏ । ତୃତୀୟ ଗତି ନିୟମ ଅନୁସାରେ ନିର୍ଗତ ଗୁଳି ସମ ପରିମାଣର ଏକ ବିପରୀତମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳ ବନ୍ଧୁକ ଉପରେ ମଧ୍ୟ ପ୍ରୟୋଗ କରେ । ଏହା ଦ୍ୱାରା ବନ୍ଧୁକରେ ମଧ୍ୟ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ମାତ୍ର ବନ୍ଧୁକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଖୁବ୍ ଅଧିକ ହୋଇଥିବାରୁ ଏଥିରେ ଖୁବ୍ ଅଳ୍ପ ପରିମାଣର ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ତେଣୁ

ବନ୍ଧୁକ ଅତି ଅଳ୍ପ ପରିବେଗ ହାସଲକରି ଟିକେ ପଛକୁ ଘୁଞ୍ଚି ଆସେ । ଏହାକୁ ବନ୍ଧୁକର ପ୍ରତ୍ୟାଗମନ ପରିବେଗ (recoil velociy) କୁହାଯାଏ ।

ତୃତୀୟ ଗତି ନିୟମକୁ ବୁଝାଇବା ପାଇଁ ଆମେ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଉଦାହରଣ ନେବା ।



ଚିତ୍ର **6.11** ଡଙ୍ଗାରୁ ନଦୀ କୂଳ ଆଡ଼କୁ ଡେଇଁଲାବେଳେ ଡଙ୍ଗା ପଛକୁ ଘୁଞ୍ଚିଯାଏ

ଉପର ଚିତ୍ରରେ ଗୋଟିଏ ପିଲା ଡଙ୍ଗାରୁ ନଦୀ କୂଳକୁ ଡେଉଁଛି । ସେ ଡଙ୍ଗାରୁ ଡେଇଁଲା ମାତ୍ରେ ଡଙ୍ଗାଟି ପଛକୁ ଘୁଞ୍ଚିଯାଏ । ଚିନ୍ତାକର ଏପରି କାହିଁକି ହୁଏ ? ତୃତୀୟ ଗତି ନିୟମ ବ୍ୟବହାର କରି ଏହାକୁ ବୁଝାଇବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କର ।

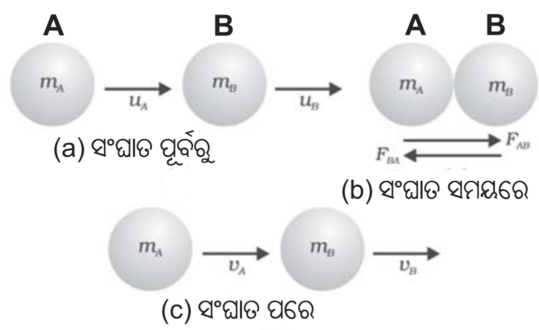
ତୁମପାଇଁ କାମ : 6.3

ଚିତ୍ର 6.12

ଚିତ୍ର (6.12)ରେ ଗୋଟିଏ ପୁଅ ଓ ଗୋଟିଏ ଝିଅ ଚକ ଲାଗିଥିବା ଦୁଇଟି ଶକ୍ତ ପଟା ଉପରେ ଠିଆ ହୋଇଛନ୍ତି । ପୁଅକୁ ଅଳ୍ପ ବାଲି ଭର୍ତ୍ତି ହୋଇଥିବା ଏକ ଛୋଟ ବସ୍ତା ଧରିବାକୁ ଦିଅ । ସେଇ ବସ୍ତାକୁ ସେମାନେ ଏକାନ୍ତର (alternatively) ଭାବରେ ପରସ୍ପର ଆଡ଼କୁ ବାରମ୍ବାର ପକାଇବେ ଓ ଧରିବେ । ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ବ୍ୟାଗକୁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଥର ଫୋପାଡ଼ିଲା ବେଳେ ସେମାନେ ତତ୍‌କ୍ଷଣାତ୍ କିଛି ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଅନୁଭବ କରୁଛନ୍ତି କି ? ତାଙ୍କୁ ପଚାରି ବୁଝ । ପଟା ତଳେ ଲାଗିଥିବା ଚକ ପାଖରେ ତଳ ଚଟାଣ ଉପରେ ରଙ୍ଗ ଚକ୍‌ରେ ଗାର ପକାଅ । ପିଲାମାନେ ବସ୍ତା ପକାଇଲା ବେଳେ ଚକଲଗା ପଟା କିପରି ଗତି କରୁଛି ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ବର୍ତ୍ତମାନ ଗୋଟିଏ ପଟାରେ ଦୁଇଜଣ ପିଲାଙ୍କୁ ଓ ଅନ୍ୟ ପଟାରେ ଅନ୍ୟ ଜଣେ ପିଲାକୁ ଠିଆ କରାଅ । ଯେଉଁ ପଟାରେ ଦୁଇଜଣ ପିଲା ଠିଆ ହୋଇଛନ୍ତି ତା'ର ମୋଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅଧିକ ହୋଇଗଲା । ତେଣୁ ପୁଣି ସମାନ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ପରସ୍ପର ଆଡ଼କୁ ବାଲିବସ୍ତା ଫୋପାଡ଼ିଲା ବେଳେ ପଟାମାନଙ୍କର ତ୍ୱରଣ ଅଲଗା ହେବ ।

6.6 ସଂବେଗର ସଂରକ୍ଷଣ (Conservation of Momentum)

ମନେକର A ଓ B ନାମକ ଦୁଇଟି ବଲ୍ ଗୋଟିଏ ସରଳ ରେଖାରେ ଯଥାକ୍ରମେ u_A ଓ u_B ପରିବେଗରେ ଗୋଟିଏ ଦିଗରେ ଗତି କରୁଛନ୍ତି । [ଚିତ୍ର 6.13 (a)]



ଚିତ୍ର **6.13** ଦୁଇଟି ବଲ୍‌ର ସଂଘାତରୁ ସୃଷ୍ଟ ସଂବେଗର ସଂରକ୍ଷଣ

ମନେକର m_Aଓ m_B ଯଥାକ୍ରମେ A ଓ Bର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅଟେ । କୌଣସି ବାହ୍ୟ ବଳ ସେମାନଙ୍କ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁନାହିଁ ।

ମନେକର $u_A > u_B$ ତେଣୁ କିଛି ସମୟ ପରେ A ବଲ୍‌ଟି B ବଲକୁ ଧକ୍‌କା ମାରିବ [ଚିତ୍ର 6.13 (b)] । ମନେକର ଏହି ସଂଘାତ (collision) t ସମୟ ମଧ୍ୟରେ

ସମ୍ପନ୍ନ ହେଲା । ଏହି ସଂଘାତ ସମୟରେ ମନେକର A ବଲ୍ B ବଲ୍ ଉପରେ F_{AB} ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରୁଛି ଏବଂ ବଲ୍ B ବଲ୍ A ଉପରେ F_{BA} ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରୁଛି । ମନେକର ସଂଘାତ ପରେ V_A ଓ V_B ଯଥାକ୍ରମେ A ଓ B ର ପରିବେଗ ହେଲା [ଚିତ୍ର 6.13 (c)] ।

ସଂଘାତ ପୂର୍ବରୁ A ଓ Bର ସଂବେଗ ଯଥାକ୍ରମେ m_Au_A ଓ m_Bu_B ଥିଲା । ସଂଘାତ ପରେ ସେମାନଙ୍କ ସଂବେଗ ଯଥାକ୍ରମେ m_Av_A ଓ m_Bv_B ହେଲା । ନିଉଟନଙ୍କ ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ନିୟମ ଅନୁସାରେ ବଲ ଦ୍ୱୟ ଉପରେ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ବଳ ସେମାନଙ୍କ ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର ସଙ୍ଗେ ସମାନ । ତେଣୁ

$$F_{AB} = \frac{m_Bv_B - m_Bu_B}{t} = m_B\frac{(v_B - u_B)}{t}$$

ଓ $$F_{BA} = \frac{m_Av_A - m_Au_A}{t} = m_A\frac{(v_A - u_A)}{t}$$

ମାତ୍ର $F_{BA} = - F_{AB}$ ---------------------- (6.6)

($\because$ ପ୍ରତିକ୍ରିୟାବଳ ଓ କ୍ରିୟାବଳ ସମାନ ଓ ବିପରୀତମୁଖୀ)

ତେଣୁ $$m_A\frac{(v_A - u_A)}{t} = -m_B\frac{(v_B - u_B)}{t}$$

କିମ୍ବା $m_A(v_A - u_A) = -m_B(v_B - u_B)$

କିମ୍ବା $m_Av_A - m_Au_A = -m_Bv_B + m_Bu_B$

କିମ୍ବା $m_Av_A + m_Bv_B = m_Au_A + m_Bu_B$ -------(6.7)

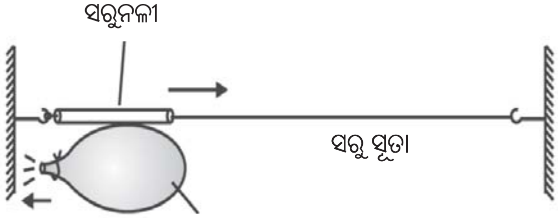
$[m_Av_A + m_Bv_B]$ ହେଉଛି ସଂଘାତ ପରେ ବଲ୍ ଦ୍ୱୟର ମୋଟ ସଂବେଗ ଏବଂ $[m_Au_A + m_Bu_B]$ ହେଉଛି ସଂଘାତ ପୂର୍ବରୁ ବଲ୍ ଦ୍ୱୟର ମୋଟ ସଂବେଗ । ସମୀକରଣ (6.7) ରୁ ଆମେ ଦେଖିଲୁ ଯେ ବାହ୍ୟ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ ନକଲେ ସଂଘାତ ପୂର୍ବରୁ ଓ ସଂଘାତ ପରେ ବଲ୍ ଦ୍ୱୟର ମୋଟ ସଂବେଗ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହୁଛି । ଏହି ନିରୀକ୍ଷଣରୁ ଗୋଟିଏ ସାର୍ବଜନୀନ ନିୟମ ମିଳିଲା, ଯାହାକୁ **ସଂବେଗ ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମ କୁହାଯାଏ** । ଏଇ ନିୟମ ଅନୁସାରେ-

କୌଣସି ଅସନ୍ତୁଳିତ ବାହ୍ୟ ବଳ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ନହୋଇ ଯଦି ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ସଂଘାତ ଘଟେ ତେବେ ସଂଘାତ ପରେ ସେହି ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱୟର ମୋଟ ସଂବେଗ ସଂଘାତ ପୂର୍ବରୁ ସୋମାନଙ୍କର ମୋଟ ସଂବେଗ ସହିତ ସମାନ ରହେ ।

ଏହି ନିୟମର ବ୍ୟାଖ୍ୟା ହେଲା :

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ସମୂହ ଉପରେ କୌଣସି ଅସନ୍ତୁଳିତ ବାହ୍ୟ ବଳ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ନହେଲେ ସେହି ବସ୍ତୁ ସମୂହର ମୋଟ୍ ସଂବେଗ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହେ ।

ତୁମପାଇଁ କାମ : 6.4



ଗୋଟିଏ ବେଲୁନକୁ ଫୁଙ୍କି ଫୁଲେଇ ଦିଅ ଓ ତା ମୁହଁରେ ଏକ ସୂତା ବାନ୍ଧିଦିଅ । ବେଲୁନ ପୃଷ୍ଠରେ ଏକ ଛୋଟ ସରୁ ନଳୀ (ସରବତ ପିଇବା ନଳୀ) ଅଠାଫିତା (adhesive tape) ସାହାଯ୍ୟରେ ଲଗାଅ । ଗୋଟିଏ ସରୁ ସୂତାକୁ ସେହି ନଳୀ ଭିତରେ ପୁରାଇ ତାହାର ଦୁଇ ମୁଣ୍ଡକୁ ଟେବୁଲ ଉପରେ ଲାଗିଥିବା ଦୁଇଟି ସରୁ ଖୁଣ୍ଟିରେ ବାନ୍ଧିଦିଅ । ବର୍ତ୍ତମାନ ବେଲୁନ ମୁହଁରେ ବନ୍ଧା ହୋଇଥିବା ସୂତାକୁ ଖୋଲିଦିଅ । ଯାହା ଫଳରେ ବେଲୁନ ଭିତରେ ଥିବା ବାୟୁ ବାହାରକୁ ବାହାରିଯିବ । ଲକ୍ଷ୍ୟକର ନଳୀଟି କେଉଁ ଦିଗକୁ ଗତି କରୁଛି । ଏପରି କାହିଁକି ହେଲା ?

ତୁମପାଇଁ କାମ : 6.5

ଚିତ୍ର **6.15**

ଗୋଟିଏ ଉଚ୍ଚମାନର କାଚ ପରୀକ୍ଷା ନଳୀରେ କିଛି ଜଳ ଭର୍ତ୍ତି କରି ତାର ମୁହଁକୁ ଏକ କର୍କ ଦ୍ୱାରା ବନ୍ଦ କରିଦିଅ । ଚିତ୍ର 6.15ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ଏହି ନଳୀକୁ ଏକ ଷ୍ଟାଣ୍ଡରେ ଲାଗିଥିବା ଦୁଇଟି ସୂତା ଦ୍ୱାରା ଭୂସମାନ୍ତର ଭାବେ ଝୁଲାଇ ଦିଅ । ଏକ ବର୍ଣ୍ଣର ସାହାଯ୍ୟରେ ନଳୀକୁ ଗରମ କର । ଗରମ କଲାପରେ ଜଳ ବାଷ୍ପୀଭୂତ ହୋଇଯିବ ଓ କର୍କଟି ଠେଲି ହୋଇ ବାହାରକୁ ବାହାରିଯିବ । ଲକ୍ଷ୍ୟକଲେ ଦେଖିବ ଯେ କର୍କଟି ଯେଉଁ ଦିଗରେ ବାହାରିଯିବ ପରୀକ୍ଷା ନଳୀ ତା'ର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ପ୍ରତ୍ୟାଗମନ (recoil) କରିବ । କର୍କ ଓ ପ୍ରତ୍ୟାଗମନ କରୁଥିବା ପରୀକ୍ଷା ନଳୀର ପରିବେଗରେ ଥିବା ପାର୍ଥକ୍ୟକୁ ନିରୀକ୍ଷଣ କର । କାହାର ପରିବେଗ ବେଶି ?

ଉଦାହରଣ : 6.6

ଗୋଟିଏ 2 kg ବସ୍ତୁର ବନ୍ଧୁକ ଫୁଟାଇଲେ ତା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା 20 g ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଗୁଳି ବନ୍ଧୁକର ମୁହଁରୁ 150 $m.s^{-1}$ ପରିବେଗରେ ବାହାରି ଭୂସମାନ୍ତର ଦିଗରେ ଗତି କଲା । ବନ୍ଧୁକର ପ୍ରତ୍ୟାଗମନ ପରିବେଗ କେତେ ହେଲା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ଚିତ୍ର **6.16**

ବନ୍ଧୁକ ଫୁଟିବା ପୂର୍ବରୁ ଗୁଳିର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ (u_1) ଓ ବନ୍ଧୁକର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ (u_2) ଶୂନ ଥିଲା । କାରଣ ଉଭୟ ସ୍ଥିର ଥିଲେ । ଗୁଳି ଫୁଟିଲାପରେ ଗୁଳିର ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ $v_1 = 150\ m.s^{-1}$ ହେଲା । ମନେକର ବନ୍ଧୁକର ପ୍ରତ୍ୟାଗମନ ପରିବେଗ v_2 ଅଟେ । ବନ୍ଧୁକ ଫୁଟିବା ପୂର୍ବରୁ ବନ୍ଧୁକ ଓ ଗୁଳିର ମୋଟ ସଂବେଗ $m_1u_1 + m_2u_2$ ଥିଲା । ବନ୍ଧୁକ ଫୁଟିଲା ପରେ ବନ୍ଧୁକ ଓ ଗୁଳିର ମୋଟ ପରିବେଗ $m_1v_1 + m_2v_2$ ହେଲା । ବନ୍ଧୁକ ଫୁଟିଲା ବେଳେ କୌଣସି ବାହ୍ୟ ବଳ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ହୁଏନାହିଁ । ତେଣୁ ବନ୍ଧୁକ ଓ ଗୁଳିର ମୋଟ ସଂବେଗ ସଂରକ୍ଷିତ ହୋଇ ରହେ । ତେଣୁ,

$$m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2 = 0 \quad [\because u_1 = u_2 = 0]$$

ତେଣୁ $m_1v_1 + m_2v_2 = 0$

∴ ପ୍ରତ୍ୟାଗମନ ପରିବେଗ

$$v_2 = -\frac{m_1}{m_2} \times v_1$$

ଦତ୍ତ ଅଛି :

ଗୁଳିର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $m_1 = 20g = 0.02\ kg$

ବନ୍ଧୁକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $m_2 = 2kg$

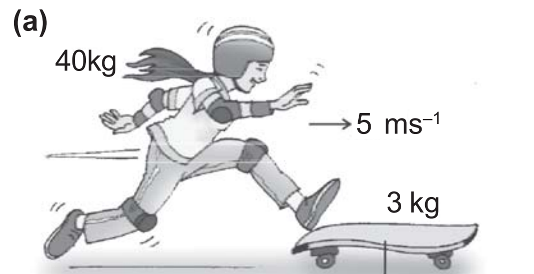
ଦତ୍ତ ରାଶିମାନଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରତିସ୍ଥାପିତ କଲେ ।

$$v_2 = -\frac{0.02kg}{2kg} \times 150m.s^{-1} = -1.5m.s^{-1}$$

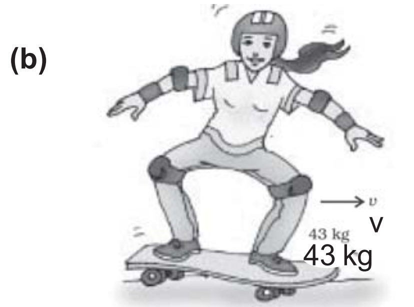
ବନ୍ଧୁକର ପ୍ରତ୍ୟାଗମନ ପରିବେଗ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ କାରଣ ଏହାର ଦିଗ ଗୁଳି ଗତି କରୁଥିବା ଦିଗର ବିପରୀତମୁଖୀ ଅଟେ ।

ଉଦାହରଣ : 6.7

ଗୋଟିଏ 40kg ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଝିଅ ଘର୍ଷଣହୀନ (frictionless) ଚକ ଲାଗିଥିବା ଏକ ସ୍ଥିର ପଟା ଉପରକୁ



ଝିଅଟି ଚକଲଗା ପଟାକୁ ଡେଉଁଛି



ଚକଲଗା ପଟା ଓ ଝିଅର ଏକତ୍ର ଗତି

ଚିତ୍ର **6.17**

ଭୂସମାନ୍ତର ଭାବେ 5m.s^{-1} ପରିବେଗରେ ଡେଇଁଲା । ପଟା ଓ ଚକମାନଙ୍କର ମୋଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ 3 kg ଅଟେ । ଝିଅଟି ପଟାଉପରେ ପାଦ ପକାଇଲା ମାତ୍ରେ ଚକଯୁକ୍ତ ପଟା ଗତି କରିବାକୁ ଆରମ୍ଭ କଲା । ଭୂସମାନ୍ତର ଦିଗରେ ଅନ୍ୟ କୌଣସି ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁନଥିଲେ ପଟା ଉପରେ ଝିଅର ପରିବେଗ କେତେ ହେବ ?

ଉତ୍ତର :

ଝିଅର ବସ୍ତୁତ୍ୱ m_1 = 40kg

ପଟା ଓ ଚକର ମୋଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ m_2 = 3kg

ଝିଅର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ u_1 = 5m.s^{-1}

ପଟାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ u_2 = 0

($\because$ ପଟାସ୍ଥିର ଥିଲା)

ଝିଅ ପଟା ଉପରେ ପହଞ୍ଚିଗଲା ପରେ [ଚିତ୍ର 6.17 (a)] ପଟା ଓ ଝିଅ ଏକାଠି ଗୋଟିଏ ପରିବେଗରେ ଗତି କରିବେ । ଝିଅ ଓ ପଟାର ସାଧାରଣ ପରିବେଗ ମନେକର v । ଭୂସମାନ୍ତର ଦିଗରେ ଅନ୍ୟ କୌଣସି ବାହ୍ୟ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ ନକରୁଥିବାରୁ ପଟା ଓ ଝିଅର ମୋଟ ସଂବେଗ ସଂରକ୍ଷିତ ହୋଇ ରହିବ । ତେଣୁ,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)\, v$$

କିମ୍ବା $m_1u_1 = (m_1+m_2)\, v$ .... [$\because$ u_2=0]

ତେଣୁ, $$v = \left(\frac{m_1}{m_1 + m_2}\right) \times u_1$$

$$= \frac{40\,\text{kg}}{(40+3)\,\text{kg}} \times 5\text{m.s}^{-1}$$

$$= \frac{200}{43}\text{m.s}^{-1} = 4.65\text{m/s}$$

ଝିଅ ଏହି ପରିବେଗରେ ନିଜେ ଡେଇଁଥିବା ଦିଗଆଡ଼କୁ ଗତି କରିବ । [ଚିତ୍ର 6.17 (b)] ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ଯଦି କ୍ରିୟା ବଳର ପରିମାଣ ସର୍ବଦା ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳର ପରିମାଣ ସହିତ ସମାନ ତେବେ ଘୋଡ଼ା କିପରି ଘୋଡ଼ାଗାଡ଼ିକୁ ଟାଣେ ?
2. ନିଆଁ ଲିଭାଳି (fire man) ବ୍ୟକ୍ତି ହାତରେ ଧରିଥିବା ମୋଟା ନିର୍ଗମ ନଳୀରୁ (hose pipe) ଉଚ୍ଚ ପରିବେଗରେ ଜଳ ବାହାରୁଥିଲା ବେଳେ ସେହି ନଳୀକୁ ଭଲ ଭାବରେ ଧରି ରଖିବା ପାଇଁ କାହିଁକି ଅସୁବିଧା ଅନୁଭବ କରେ ?
3. ଗୋଟିଏ 4kg ବସ୍ତୁତ୍ୱର ବନ୍ଧୁକ ଫୁଟାଇଲେ ତନ୍ମଧ୍ୟରେ ଥିବା 50g ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଗୁଳି 35 m.s^{-1} ପରିବେଗରେ ବନ୍ଧୁକ ମୁହଁରୁ ବାହାରି ଦ୍ରୁତଗତିରେ ଆଗକୁ ଚାଲିଯାଏ । ବନ୍ଧୁକର ପ୍ରତ୍ୟାଗମନ ପରିବେଗ କେତେ ହୁଏ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।
4. 100g ଓ 200g ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁ ଗୋଟିଏ ସରଳରେଖାରେ ଗୋଟିଏ ଦିଗରେ ଯଥାକ୍ରମେ 2ms^{-1} ଓ 1ms^{-1} ପରିବେଗରେ ଗତି କରୁଛନ୍ତି । ତାଙ୍କ ଭିତରେ ଧକ୍କା ହେଲାପରେ ପ୍ରଥମ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ 1.67ms^{-1} ହେଲା । ଦ୍ୱିତୀୟ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ଧକ୍କା ପରେ କେତେ ହେବ ?

ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମ ସମୂହ :

ସବୁ ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମ ଯଥା ସଂବେଗ ସଂରକ୍ଷଣ, ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚାର୍ଜ ସଂରକ୍ଷଣ ଇତ୍ୟାଦିକୁ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ମୌଳିକ ନିୟମ ବୋଲି ଗ୍ରହଣ କରାଯାଇଛି । ଏହି ନିୟମଗୁଡ଼ିକ ବିଭିନ୍ନ ପରୀକ୍ଷା ଓ ତତ୍ ସମ୍ପର୍କିତ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଉପରେ ପର୍ଯ୍ୟବେସିତ । ଗୋଟିଏ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ କଥା ଆମକୁ ମନେରଖିବାକୁ ହେବ ଯେ ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମ ପ୍ରମାଣିତ ହୋଇ ପାରିବନି । ଏହାର ସତ୍ୟତା କେବଳ ଯାଞ୍ଚ କରିହେବ ବା ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଏହାକୁ ମିଛ ବୋଲି କହିହେବ । ଗୋଟିଏ ପରୀକ୍ଷାର ଫଳାଫଳ ଯଦି ନିୟମ ବିରୁଦ୍ଧରେ ଯାଏ ତେବେ ତାହା ନିୟମକୁ ଅସତ୍ୟ କରିଦିଏ । ଅନେକ ପରୀକ୍ଷା ଓ ପଯ୍ୟବେକ୍ଷଣକୁ ଭିତ୍ତିକରି ସଂବେଗ ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମର ବ୍ୟୁତ୍ପତ୍ତି (derive) କରାଯାଇଛି । ପ୍ରାୟ ତିନି ଶତାବ୍ଦୀ ପୂର୍ବେ ଏହି ନିୟମ ଉପସ୍ଥାପିତ ହୋଇଥିଲା । ମାତ୍ର ଏ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗୋଟିଏ ବି ପରିସ୍ଥିତି ଆସିନି ଯାହା ଏହି ନିୟମର ବିରୁଦ୍ଧାଚରଣ କରିଛି । ବରଂ ଆମ ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଘଟୁଥିବା ଅନେକ ଘଟଣା ଗୁଡ଼ିକୁ ଏହି ସଂବେଗ ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମକୁ ବ୍ୟବହାର କରି ଆମେ ବୁଝାଇ ପାରୁଛୁ ।

ଆମେ କ'ଣ ଶିଖିଲେ :

- **ପ୍ରଥମ ଗତି ନିୟମ –** ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ତାର ସ୍ଥିରାବସ୍ଥା ବା ସରଳରେଖାରେ ସମଗତି ଅବସ୍ଥାରେ କ୍ରମାଗତ ଭାବେ ରହିଥାଏ ଯେ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତା ଉପରେ କୌଣସି ଅସନ୍ତୁଳିତ ବାହ୍ୟ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରିନଥାଏ ।
- ବସ୍ତୁ ତାହାର ସ୍ଥିରାବସ୍ଥା ବା ସମଗତି ଅବସ୍ଥାରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ତାହାର ପ୍ରାକୃତିକ ଗୁଣ ଯୋଗୁ ବାଧା ଦେବାର ଯେଉଁ ପ୍ରବୃତ୍ତି ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ ତାହାକୁ ବସ୍ତୁର **ଜଡ଼ତ୍ୱ** କୁହାଯାଏ ।
- ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତାହାର ଜଡ଼ତ୍ୱର ମାପ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରେ । ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅଧିକ ହେଲେ ଜଡ଼ତ୍ୱ ଅଧିକ ହୁଏ ।
- ଘର୍ଷଣ ବଳ ସର୍ବଦା ବସ୍ତୁର ଗତିକୁ ବିରୋଧ କରେ ।
- **ଦ୍ୱିତୀୟ ଗତି ନିୟମ –** ପ୍ରଯୁକ୍ତ ବଳ ଦିଗରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର ସେହି ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ଅସନ୍ତୁଳିତ ବଳ ସହିତ ସମାନୁପାତୀ ।
- SI ପଦ୍ଧତିରେ ବଳର ଏକକ ହେଉଛି $kg.m.s^{-2}$ । ଏହି ଏକକକୁ newton କୁହାଯାଏ ଯାହାର ସଙ୍କେତ N ଅଟେ ।
- ଏକ newon ବଳ 1kg ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କଲେ ସେହି ବସ୍ତୁରେ $1ms^{-2}$ର ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ।
- ବସ୍ତୁର ସଂବେଗ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ପରିବେଗର ଗୁଣନ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶିତ ହୁଏ ଓ ଏହାର ଦିଗ ପରିବେଗର ଦିଗ ଆଡ଼କୁ ହୋଇଥାଏ । SI ପଦ୍ଧତିରେ ସଂବେଗର ଏକକ $kg.ms^{-1}$ ଅଟେ ।
- ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ବସ୍ତୁ ବା ବସ୍ତୁ ସମୂହର ମୋଟ ସଂବେଗ ସଂରକ୍ଷିତ ହୋଇ ରହିଥାଏ ।

  ଏ ପ୍ରକାର ବସ୍ତୁ ସମୂହ ଯାହା ଉପରେ ବାହ୍ୟ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରେନା ତାହାକୁ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ବସ୍ତୁ ସମୂହ (isolated system) କୁହାଯାଏ ।
- **ତୃତୀୟ ଗତି ନିୟମ –** ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ରିୟାବଳର ଏକ ସମପରିମାଣର ବିପରୀତମୁଖୀ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳ ଥାଏ ।

  ଏହି ବଳଦ୍ୱୟ ଅଲଗା ଅଲଗା ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରନ୍ତି । ତେଣୁ ସେମାନେ ପରସ୍ପରକୁ ବିଲୋପିତ କରନ୍ତି ନାହିଁ ।

ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ଗୋଟିଏ ଗାଲିଚାକୁ ଟେକିକରି ଧରି ବାଡ଼ିରେ ପିଟିଲେ, ସେଥିରୁ ଧୂଳିକଣା ଝଡ଼ି ପଡ଼େ । ଏହାକୁ ବୁଝାଅ ।

2. ବସର ଛାତ ଉପରେ ବାକ୍ସ ଓ ଗଣ୍ଠିଲିଗୁଡ଼ିକୁ ଶକ୍ତ ଦଉଡ଼ିରେ ବାନ୍ଧି ରଖାଯାଇଥାଏ, କାହିଁକି ?

3. କ୍ରିକେଟ ଖେଳରେ ଜଣେ ବ୍ୟାଟସ୍‌ମ୍ୟାନ କ୍ରିକେଟ ବଲକୁ ନିଜ ବ୍ୟାଟ୍‌ରେ ମାରିଲେ ଅନେକ ସମୟରେ ସେ ବଲ୍ ଘାସ ପଡ଼ିଆ ଉପରେ କିଛି ବାଟ ଗଡ଼ି ଗଡ଼ି ଗଲାପରେ ସ୍ଥିର ହୋଇଯାଏ ? ଏପରି କାହିଁକି ହୁଏ ?

4. ଗୋଟିଏ 1000kg ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଟ୍ରକ ଏକ ପାହାଡ଼ିଆ ରାସ୍ତାରେ ତଳକୁ ଆସୁଛି । ଟ୍ରକ ତା'ର ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାରୁ ଯାତ୍ରା ଆରମ୍ଭ କରି 20sରେ 400m ରାସ୍ତା ଅତିକ୍ରମ କରିଛି । ଟ୍ରକ ଉପରେ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ବଳ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

5. ଗୋଟିଏ 1kg ବସ୍ତୁତ୍ୱର ବାକ୍ସକୁ ବରଫ ହୋଇଯାଇଥିବା ହ୍ରଦର ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ $20 m.s^{-1}$ ପରିବେଗରେ ଠେଲି ଦିଆଗଲା । ସେହି ବାକ୍ସ 50m ଗତି କଲା ପରେ ଆପେ ଆପେ ସ୍ଥିର ହୋଇଗଲା । ବାକ୍ସ ଓ ବରଫ ମଧ୍ୟରେ ଘର୍ଷଣ ବଳ କେତେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

6. ଗୋଟିଏ 8000kg ଇଞ୍ଜିନ ଲାଗିଥିବା ଟ୍ରେନରେ 5ଟି ଡବା ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଛି । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଡବାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 2000kg । ଇଞ୍ଜିନ୍ 40000N ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଏକ ଭୂସମାନ୍ତର ରେଳରାସ୍ତା ଉପରେ ଟ୍ରେନକୁ ଟାଣୁଛି । ଯଦି ରାସ୍ତା 5000Nର ଘର୍ଷଣ ବଳ ପ୍ରଦାନ କରୁଥାଏ, ତେବେ ନିର୍ଣ୍ଣୟକର :

   (a) ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିବା ମୋଟ ବଳ କେତେ ?

   (b) ଟ୍ରେନର ତ୍ୱରଣ କେତେ ?

7. ଗୋଟିଏ ଯାନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 1500kg । ଯଦି $1.7 m.s^{-2}$ ମନ୍ଦନ (ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ତ୍ୱରଣ)ରେ କିଛିବାଟ ଗଲାପରେ ଯାନଟି ସ୍ଥିର ହୋଇଗଲା, ତେବେ ଯାନ ଓ ରାସ୍ତା ମଧ୍ୟରେ ଘର୍ଷଣ ଜନିତ ବଳ କେତେ ?

8. ପ୍ରତ୍ୟେକ 1.5kg ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଦୁଇଟି ଗୋଲକ ଏକ ସରଳରେଖାରେ $2.5 ms^{-1}$ ପରିବେଗରେ ପରସ୍ପର ଆଡ଼କୁ ଗତି କରୁଛନ୍ତି । ସେମାନେ ପରସ୍ପର ସହିତ ଧକ୍‌କା ଖାଇଲା ପରେ ଯୋଡ଼ି ହୋଇଗଲେ । ଯୋଡ଼ି ହୋଇ ଏକତ୍ର ହୋଇଗଲା ପରେ ସେମାନଙ୍କର ସାଧାରଣ ପରିବେଗ କେତେ ହେବ ?

9. ତୁମେ ହକି ଖେଳୁଥିଲା ବେଳେ ଗୋଟିଏ 200gର ହକିବଲ $10 ms^{-1}$ ପରିବେଗରେ ତୁମ ପାଖକୁ ଗଡ଼ି ଆସିଲା । ତୁମେ ତୁମ ହକିବାଡ଼ିରେ ସେହି ବଲକୁ ପ୍ରହାର କରି ତାର ଗତିର ଦିଗକୁ ଓଲଟାଇ ଦେଇ ସେ ଆସିଥିବା ପଥରେ ପୁଣି ପଠାଇ ଦେଲ । ବଲ୍‌ଟି 5m/s ପରିବେଗରେ ଫେରିଆସିଲେ ହକି ବଲର ସଂବେଗର କେତେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଲା ତାହା ହିସାବ କର ।

10. 20g ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଗୋଟିଏ ଗୁଳି ଭୂସମାନ୍ତର ଦିଗରେ $150 ms^{-1}$ ପରିବେଗରେ ଗତି କରୁଥିଲା ବେଳେ ଏକ ସ୍ଥିର କାଠଖଣ୍ଡକୁ ଆଘାତ କରି ତା ମଧ୍ୟରେ କିଛିବାଟ ପଶିଯାଇ 5s ପରେ ସ୍ଥିର ହୋଇଗଲା । ଗୁଳି କାଠଖଣ୍ଡ ଭିତରେ କେତେ ଦୂରତା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପଶି ଯାଇଥିଲା, ତାହା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । କାଠଖଣ୍ଡ ଗୁଳି ଉପରେ କେତେ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲା ତାହା ମଧ୍ୟ ହିସାବ କର ।

11. 100kg ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ 6 ସେକେଣ୍ଡରେ $5 ms^{-1}$ପରିବେଗରୁ $8 ms^{-1}$ ପରିବେଗକୁ ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ହେଲା । ତାହାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ସଂବେଗ ଓ ଅନ୍ତିମ ସଂବେଗ କେତେ ? ବସ୍ତୁ ଉପରେ କେତେ ବଳ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ହୋଇଥିଲା ତାହା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

12. 1kg ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଏକ ସରଳରେଖାରେ $10ms^{-1}$ ପରିବେଗରେ ଗତି କରୁଥିବା ବେଳେ ଅନ୍ୟ ଗୋଟିଏ 5kg ବସ୍ତୁତ୍ୱର ସ୍ଥିର ବସ୍ତୁକୁ ଆଘାତ କରି ତାହା ସହିତ ଯୋଡ଼ି ହୋଇ ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଗଲା । ଏହାପରେ ଏକତ୍ରିତ ଭାବେ ସେମାନେ ସେହି ସରଳରେଖାରେ ଆଗକୁ ଗତି କଲେ । ବସ୍ତୁଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ସଂଘାତ ହେବା ପୂର୍ବରୁ ଓ ହେବାପରେ ସୋମାନଙ୍କର ମୋଟ ସଂବେଗ କେତେ ଥିଲା ? ସଂଯୁକ୍ତ ହୋଇଗଲା ପରେ ବସ୍ତୁଦ୍ୱୟର ସାଧାରଣ ପରିବେଗ କେତେ ହେଲା ?

13. 10kg ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଏକ କାଠ ବାକ୍ସ 80cm ଉଚ୍ଚତାରୁ ଖସିପଡ଼ିଲା । ଭୂମିକୁ ଆଘାତ କରିବା ସମୟରେ କେତେ ସଂବେଗ ବାକ୍ସରୁ ଭୂମିକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହେଲା ? ($g = 10ms^{-2}$ ନିଅ)

ଅତିରିକ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ :

1. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଗତିର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣରୁ ନିମ୍ନ ପ୍ରଦତ୍ତ ସାରଣୀରେ ସମୟ ଅନୁସାରେ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ଉଲ୍ଲେଖିତ ହୋଇଛି ।

ସାରଣୀ 6.1

ସମୟ (ସେକେଣ୍ଡରେ)	ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା (ମିଟରରେ)
0	0
1	1
2	8
3	27
4	64
5	125
6	216
7	343

ସାରଣୀରୁ,

(a) ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ ସମ୍ପର୍କରେ ତୁମେ କି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେଲ ? ଏହା ସ୍ଥିର ରହିଥିଲା, ବର୍ଦ୍ଧିତ ହେଉଥିଲା, ହ୍ରାସ ପାଉଥିଲା ନା ଶୂନ ଥିଲା ?

(b) ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ବଳ ସମ୍ପର୍କରେ ତୁମେ କ'ଣ ଅନୁମାନ କରୁଛ ?

2. 500g ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଏକ ହାତୁଡ଼ି $50ms^{-1}$ ପରିବେଗରେ ଗତିକରି କାନ୍ଥରେ ଲାଗିଥିବା ଏକ କଣ୍ଟାକୁ ଆଘାତ କରିଲାପରେ 0.01sସମୟ ପରେ ସ୍ଥିର ହୋଇଗଲା । କଣ୍ଟା ହାତୁଡ଼ି ଉପରେ କେତେବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲା ?

3. 1200kg ବସ୍ତତ୍ୱର ଏକ ମଟରଗାଡ଼ି ଏକ ସଳଖ ରାସ୍ତାରେ 90km/h ସ୍ଥିର ପରିବେଗରେ ଗତି କରୁଛି । ଏକ ବାହ୍ୟ ବଳ ଦ୍ୱାରା 4s ମଧ୍ୟରେ ଏହାର ପରିବେଗ ହ୍ରାସ ପାଇ 18km/h ହୋଇଗଲା । ଗାଡ଼ିର ତ୍ୱରଣ ଓ ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । ନିୟୋଜିତ ବାହ୍ୟବଳର ପରିମାଣ କେତେ ତାହା ମଧ୍ୟ ହିସାବ କର ।

4. ଗୋଟିଏ ବଡ଼ ଟ୍ରକ ଓ ଛୋଟ କାର ଉଭୟ v ପରିବେଗରେ ଗତି କରୁଥିଲେ । ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ମୁହାଁ ମୁହିଁ ଧକ୍କା ହେଲା ପରେ ଉଭୟ ଯାନ ସ୍ଥିର ହୋଇଗଲା । ଯଦି ସଂଘାତର ସମୟ 1s ଥିଲା । ତେବେ,

(a) କେଉଁ ଯାନ ଅଧିକ ପ୍ରତିଘାତ ବଳ ଅନୁଭବ କଲା ?

(b) କେଉଁ ଯାନର ସଂବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନର ପରିମାଣ ଅଧିକ ?

(c) କେଉଁ ଯାନର ତ୍ୱରଣ ଅଧିକ ?

(d) କେଉଁ ଯାନର କ୍ଷତି ଅଧିକ ହେଲା ଓ କାହିଁକି ହେଲା ?

●●●

ସପ୍ତମ ଅଧ୍ୟାୟ

ମହାକର୍ଷଣ

(GRAVITATION)

ପୂର୍ବ ଅଧ୍ୟାୟ ଗୁଡ଼ିକରେ ଆମ୍ଭେମାନେ ଜାଣିଲୁ ଯେ, ବଳହିଁ ବସ୍ତୁର ଗତିର କାରଣ । ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଗତିର ଦିଗ ଓ ବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ପାଇଁ ବଳ ଆବଶ୍ୟକ । ଆମ୍ଭେମାନେ ଜାଣୁ ଯେ ପୃଥିବୀ ଉପରେ କିଛି ଉଚ୍ଚତାରୁ ପଡୁଥିବା ବସ୍ତୁର ଗତିର ଦିଗ ସର୍ବଦା ପୃଥିବୀର କେନ୍ଦ୍ର ଆଡ଼କୁ ନିମ୍ନଗାମୀ ହୋଇଥାଏ । ସୂର୍ଯ୍ୟ ଚତୁର୍ଦ୍ଦିଗରେ ଗ୍ରହମାନେ ଓ ପୃଥିବୀ ଚାରିପଟେ ଚନ୍ଦ୍ର ଅହରହ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରନ୍ତି । ଏହି ସବୁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଉଚ୍ଚରୁ ତଳକୁ ପଡୁଥିବା ବସ୍ତୁ ଉପରେ ଏବଂ ଘୂର୍ଣ୍ଣନରତ ଗ୍ରହ ଓ ଚନ୍ଦ୍ର ଉପରେ ନିଶ୍ଚିତ ଭାବେ କୌଣସି ବାହ୍ୟବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଛି । ଏହି ବଳ ପ୍ରଭାବରେ ଏମାନେ ଗତି କରୁଛନ୍ତି । ସାର୍ ଆଇଜାକ୍ ନିଉଟନ୍ ଅନୁଧ୍ୟାନ କରି ଜାଣିପାରିଥିଲେ ଯେ, ଏ ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ବଳର ଲକ୍ଷଣ ଏକ ଓ ଅଭିନ୍ନ ଅଟେ । ଏହି ବଳକୁ ମହାକର୍ଷଣ ବଳ (Gravitational force) କୁହାଯାଏ । ବିଶ୍ୱର ଯେ କୌଣସି ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଏହି ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ ।

ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ଓ ତା'ର ନିୟମ ବିଷୟରେ ଜାଣିବା । ପୁନଶ୍ଚ ପୃଥିବୀର ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ଓ ତାହାର ପ୍ରଭାବରେ ବସ୍ତୁ କିପରି ଗତିକରେ ସେ ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କରିବା । ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନରେ ବସ୍ତୁର ଓଜନ ଅଲଗା ହୁଏ । ସ୍ଥାନ ଅନୁଯାୟୀ ବସ୍ତୁର ଓଜନରେ ହେଉଥିବା ପରିବର୍ତ୍ତନ ଏବଂ ବସ୍ତୁଟିଏ ଜଳରେ ଭାସିବାପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ସର୍ତ୍ତ ଇତ୍ୟାଦି ବିଷୟରେ ମଧ୍ୟ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

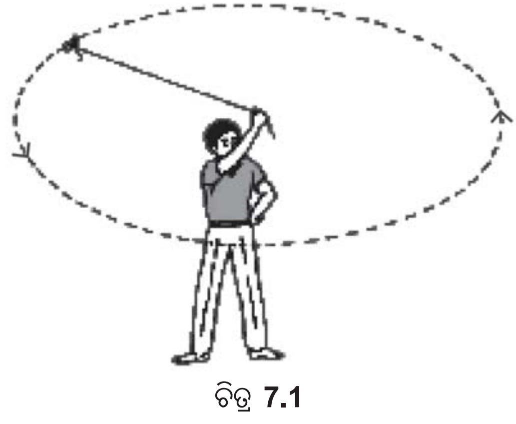
7.1 ମହାକର୍ଷଣ (Gravitation)

ଆମେ ଜାଣିଛୁ ପୃଥିବୀ ଚାରିପଟେ ଚନ୍ଦ୍ର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରେ । ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ଉପରକୁ ଫିଙ୍ଗିଲେ ଏହା କିଛି ଉଚ୍ଚତାକୁ ଯାଇ ପୁନଶ୍ଚ ତଳକୁ ଖସିପଡ଼େ । ଥରେ ସାର୍ ଆଇଜାକ୍ ନିଉଟନ୍ ଗୋଟିଏ ଗଛତଳେ ବସିଥିବା ବେଳେ ଗଛରୁ ଗୋଟିଏ ସେଓ ଛିଡ଼ି ତାଙ୍କ ସମ୍ମୁଖରେ ପଡ଼ିଲା । ଏହି ଘଟଣା ନିଉଟନଙ୍କ ମନରେ ଅନେକ ପ୍ରଶ୍ନ ସୃଷ୍ଟି କଲା । ସେ ଭାବିଲେ ଯଦି ପୃଥିବୀ ସେଓଟିକୁ ନିଜଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷଣ କରିପାରୁଛି, ତେବେ ପୃଥିବୀ କ'ଣ ଚନ୍ଦ୍ରକୁ ମଧ୍ୟ ନିଜ ଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷଣ କରେ ? ଉଭୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ବଳ କ'ଣ ଏକ ପ୍ରକାରର ? ସେ ଶେଷରେ ଏହି ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେଲେ ଯେ, ଉଭୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏକ ପ୍ରକାରର ବଳ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହେଉଛି ।

ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଥିବୀ ଚାରିପଟେ ଘୂରୁଥିବାବେଳେ ତା'ର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ପଥର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିନ୍ଦୁରେ ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଥିବୀ ଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷିତ ହେଉଛି । ଏହି ଆକର୍ଷଣ ବଳଯୋଗୁ ଚନ୍ଦ୍ର ନିଜ କକ୍ଷପଥରୁ କେବେବି ବିଚ୍ୟୁତ ନହୋଇ ପୃଥିବୀ ଚାରିପଟେ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଅନବରତ ଘୂରୁଛି । ଆମେ ଚନ୍ଦ୍ରକୁ ପୃଥିବୀ ଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷିତ ହୋଇ କେବେବି ଖସି ପଡ଼ିଯିବାର ଦେଖୁନାହୁଁ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 7.1

ଖଣ୍ଡିଏ ସୂତା ନିଅ । ସୂତାର ଗୋଟିଏ ମୁଣ୍ଡରେ ଗୋଟିଏ ଛୋଟ ଗୋଲକଟିଏ ବାନ୍ଧି ଅନ୍ୟ ମୁଣ୍ଡଟିକୁ ହାତରେ ଧରି ଗୋଲକଟିକୁ ବୁଲାଅ । ଗୋଲକର ଗତିକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟକର । ଏହାପରେ ଗୋଲକଟି ଘୂରୁଥିବା ସମୟରେ ହାତରୁ ସୂତାଟିକୁ ଛାଡ଼ିଦିଅ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଗୋଲକଟିର ଗତିର ଦିଗକୁ ଲକ୍ଷ୍ୟକର । କ'ଣ ଦେଖିଲ ?

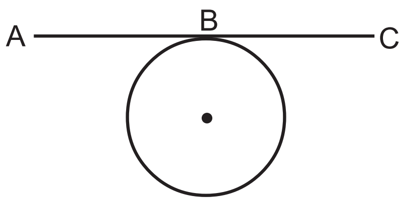


ଚିତ୍ର **7.1**

ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଘୂରିଲା ବେଳେ ଗୋଲକର ଗତିର ଦିଗ ସେହି ବୃତ୍ତାକାରପଥର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିନ୍ଦୁରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଉଥାଏ । ଏହି ଦିଗ ପରିବର୍ତ୍ତନ ବୃତ୍ତାକାରପଥର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିନ୍ଦୁରେ ଗୋଲକର ପରିବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଯୋଗୁ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ଘୂର୍ଣ୍ଣନରତ ଗୋଲକରେ ତା'ର ପରିବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଯୋଗୁ ତ୍ୱରଣ ଥାଏ । ଏହି ତ୍ୱରଣ ଯେଉଁ ବଳଦ୍ୱାରା ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ତାହାକୁ କେନ୍ଦ୍ରାଭିସାରୀ (centripetal) ବଳ କୁହାଯାଏ, କାରଣ ଏହି ବଳର ଦିଗ ସର୍ବଦା ବୃତ୍ତାକାର ଘୂର୍ଣ୍ଣନପଥର କେନ୍ଦ୍ରଆଡ଼କୁ ରହିଥାଏ । କୌଣସି ବସ୍ତୁ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଘୂରିବା ପାଇଁ ଏକ କେନ୍ଦ୍ରାଭିସାରୀ ବଳ ଆବଶ୍ୟକ କରେ । ଏହି ବଳ ଯେତେ ସମୟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗୋଲକ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୋଇଥାଏ ସେତେବେଳ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗୋଲକଟି ଘୂରୁଥାଏ । ସୂତାକୁ ଛାଡ଼ିଦେଲେ ବା ସୂତାଟି ଛିଣ୍ଡିଗଲେ ଏହି କେନ୍ଦ୍ରାଭିସାରୀ ବଳ ଉଭେଇ (vanish) ଯାଏ । ଏହା ଫଳରେ ଗୋଲକଟି ଆଉ ବୃତ୍ତାକାର ପଥରେ ଘୂରି ପାରେନା । ଏହା ସେହି ପଥରୁ ବିଚ୍ୟୁତ ହୋଇ ବୃତ୍ତ ପ୍ରତି ଥିବା ସ୍ପର୍ଶକ ଦିଗରେ ବୃତ୍ତଠାରୁ ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ହୋଇ ଚାଲିଯାଏ । ତା'ର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଗତି ଭାଙ୍ଗିଯାଏ ।

ଜାଣିଛ କି ?

ସ୍ପର୍ଶକ : ଏକ ସରଳରେଖା ଯାହାକି ବୃତ୍ତକୁ କେବଳ ଗୋଟିଏ ମାତ୍ର ବିନ୍ଦୁରେ ସ୍ପର୍ଶକରେ ତାକୁ ସ୍ପର୍ଶକ କହନ୍ତି ।



ଏଠାରେ ABC ସରଳରେଖା B ବିନ୍ଦୁରେ ବୃତ୍ତପ୍ରତି ସ୍ପର୍ଶକ ଅଟେ ।

ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ ଗଛରୁ ଛିଣ୍ଡିଗଲା ପରେ ସେଓ ପୃଥିବୀ ଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷିତ ହୋଇ ତଳକୁ ଖସିପଡ଼େ । ତେବେ ସେଓଟି କ'ଣ ପୃଥିବୀକୁ ନିଜଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷିତ କରେ ? ଯଦି ହଁ ତେବେ ପୃଥିବୀ କାହିଁକି ସେଓ ଆଡ଼କୁ ଗତି କରୁନାହିଁ ? ନିଉଟନଙ୍କ ଗତି ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ତୃତୀୟ ନିୟମାନୁସାରେ ସେଓଟି ମଧ୍ୟ ପୃଥିବୀକୁ ନିଜଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷିତ କରେ । ନିଉଟନଙ୍କ ଗତି ସମ୍ବନ୍ଧୀୟ ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମାନୁଯାୟୀ,

ବଳ = ବସ୍ତୁତ୍ୱ × ତ୍ୱରଣ

$$\Rightarrow F = ma$$

$$\Rightarrow a = \frac{F}{m}$$

ଯଦି ପ୍ରଯୁକ୍ତବଳ ସ୍ଥିର ରୁହେ ତେବେ

$$a \propto \frac{1}{m}$$

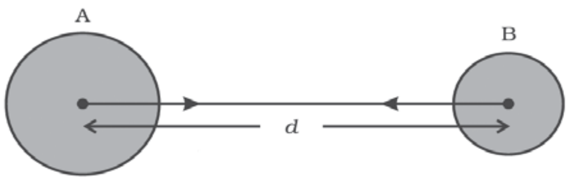
ଏକ ସ୍ଥିର ବଳଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁରେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ତ୍ୱରଣ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସହିତ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ ହୋଇଥାଏ । ଯେହେତୁ ପୃଥିବୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସେଓର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଠାରୁ ଯଥେଷ୍ଟ ବେଶି ତେଣୁ ସେଓର ଆକର୍ଷଣ ବଳ ଦ୍ୱାରା ପୃଥିବୀରେ ଅତି ଅଳ୍ପ ଓ ନଗଣ୍ୟ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ତେଣୁ ପୃଥିବୀ ସେଓ ଆଡ଼କୁ ଗତି କରିବା ଜଣାପଡ଼େନା । ଏହି କାରଣରୁ ହିଁ ପୃଥିବୀ ମଧ୍ୟ ଚନ୍ଦ୍ର ଚାରିପଟେ ଘୂରିନଥାଏ, ଯଦିଓ ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଥିବୀକୁ ଆକର୍ଷଣ କରେ ।

ଆମ ସୌରଜଗତରେ ସବୁ ଗ୍ରହ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଚାରିପଟେ ଘୂରନ୍ତି । ସୂର୍ଯ୍ୟ ଓ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଗ୍ରହ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ ଯାହା ଯୋଗୁଁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଗ୍ରହ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଚାରିପଟେ ଘୂରନ୍ତି । ଏହି ତଥ୍ୟକୁ ଭିତ୍ତିକରି ନିଉଟନ ଏକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହେଲେ ଯେ, ପୃଥିବୀ କେବଳ ଚନ୍ଦ୍ର ବା ସେଓକୁ ଆକର୍ଷଣ କରେନି ପ୍ରତ୍ୟେକ ଜାଗତିକ ବସ୍ତୁ ପରସ୍ପରକୁ ଆକର୍ଷଣ କରନ୍ତି । ଯେ କୌଣସି ଦୁଇଟି ଜଡ଼ୀୟ ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଏହି ଆକର୍ଷଣ ବଳକୁ 'ମହାକର୍ଷଣ ବଳ' କୁହାଯାଏ । ମାତ୍ର ପୃଥିବୀର ମହାକର୍ଷଣ ବଳକୁ ଏକ ବିଶେଷ ନାମ ଦେଇ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ (Force of gravity) କୁହାଯାଏ ।

7.1.1 ସାର୍ବଜନୀନ ମହାକର୍ଷଣ ନିୟମ (Universal Law of Gravitation)

ବିଶ୍ୱର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ଅନ୍ୟ ବସ୍ତୁକୁ ନିଜଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷଣ କରେ । ଏହି ଆକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣ ବସ୍ତୁଦ୍ୱୟର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଗୁଣଫଳ ସହ ସମାନୁପାତୀ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ବସ୍ତୁତ୍ୱ କେନ୍ଦ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାର ବର୍ଗ ସହ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ (Inversely proportional) ଅଟେ । ଏହି ବଳ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱୟର ବସ୍ତୁତ୍ୱକେନ୍ଦ୍ରକୁ ସଂଯୋଗ କରୁଥିବା ସରଳରେଖା ଦିଗରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୁଏ ।

ଏହାକୁ ସାର୍ବଜନୀନ ମହାକର୍ଷଣ ନିୟମ କୁହାଯାଏ । ବିଶ୍ୱର ଯେ କୌଣସି ସ୍ଥାନରେ ଯେ କୌଣସି ଦୁଇଟି ଜଡ଼ୀୟବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଏ ନିୟମ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ ।



ଚିତ୍ର 7.2
ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱୟର କେନ୍ଦ୍ରକୁ ସଂଯୋଗ କରୁଥିବା ସରଳରେଖାରେ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ।

ମନେକର ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁ A ଓ B ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଯଥାକ୍ରମେ M ଓ m ଅଟେ । ଉଭୟ ପରସ୍ପରଠାରୁ d ଦୂରତାରେ ଅବସ୍ଥାନ କରୁଛନ୍ତି ଓ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ମନେକର F ଅଟେ ।

ମହାକର୍ଷଣ ନିୟମାନୁଯାୟୀ,

$F \propto M \times m$ .... (7.1)

ଏବଂ $F \propto \frac{1}{d^2}$ .... (7.2)

(7.1) ଓ (7.2) ଦ୍ୱୟକୁ ଏକତ୍ର କରି ଲେଖିଲେ,

$F \propto \frac{M \times m}{d^2}$ .... (7.3)

କିମ୍ବା $F = G\ \frac{M \times m}{d^2}$ .... (7.4)

ଏଠାରେ G ଏକ ସମାନୁପାତୀ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ଯାହାକୁ ସାର୍ବଜନୀନ ମହାକର୍ଷଣୀୟ ସ୍ଥିରାଙ୍କ (Universal Gravitational Constant) କୁହାଯାଏ । ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ବସ୍ତୁଗୁଡ଼ିକର ପ୍ରକୃତି, ଗଠନ, ସେମାନଙ୍କର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବା ଅବସ୍ଥାନ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ । ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ସର୍ବତ୍ର ସମାନ । ତେଣୁ ଏହାକୁ ସାର୍ବଜନୀନ ମହାକର୍ଷଣୀୟ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ କୁହାଯାଏ । ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ସେହି ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱୟର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ତାଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତ୍ୱ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଏହି ବଳ ସେହି ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱୟକୁ ଯୋଗ କରୁଥିବା ସରଳରେଖା ଦିଗରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ।

SI ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ 6.673×10^{-11} ନିଉଟନ ମି^{2} / କିଗ୍ରା^{2} ।

ସମୀକରଣ (7.4) ରେ,

ଯଦି M = m = 1 କିଗ୍ରା ଏବଂ d=1 ମି ହୁଏ, ତେବେ $F=G=6.673\times10^{-11}$ ନିଉଟନ ମି^{2} / କିଗ୍ରା^{2} ହେବ । ଏହି ମହାକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣ ବହୁତ କମ୍ । ଏଥିପାଇଁ ମହାକର୍ଷଣ ବଳକୁ ଦୁର୍ବଳ ବଳ (weak force of nature) କୁହାଯାଏ । ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ବଳ ତୁଳନାରେ ଏହାକୁ ଅନେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଉପେକ୍ଷା କରାଯାଇଥାଏ ।

ସାର୍ ଆଇଜାକ୍ ନିଉଟନ୍ ଇଂଲଣ୍ଡର ଗ୍ରାନ୍‌ଥାମ (Grantham) ନିକଟସ୍ଥ ଉଲ୍‌ସ୍‌ଥୋର୍ପ (Woolsthorpe) ଠାରେ ଜନ୍ମଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । ବିଜ୍ଞାନର ଇତିହାସରେ ତାଙ୍କୁ ସବୁଠାରୁ ପ୍ରଭାବଶାଳୀ ତତ୍ତ୍ୱବିତ୍ କୁହାଯାଏ । ସେ ଏକ ଗରିବ ଚାଷୀ ପରିବାରରେ ଜନ୍ମଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । ମାତ୍ର ତାଙ୍କୁ ଚାଷକାର୍ଯ୍ୟ ଆସୁନଥିଲା । 1661 ମସିହାରେ କ୍ୟାମ୍ବ୍ରିଜ୍ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟକୁ ଉଚ୍ଚଶିକ୍ଷା ପାଇଁ ତାଙ୍କୁ ପଠାଗଲା । 1665 ମସିହାରେ କ୍ୟାମ୍ବ୍ରିଜ୍‌ରେ ପ୍ଲେଗ ରୋଗ ବ୍ୟାପିବାରୁ ନିଉଟନ୍ ଗୋଟିଏ ବର୍ଷ ଛୁଟି ନେଲେ । ସେହି ଛୁଟି ସମୟ ଭିତରେ ସେଓଟି ଉପରକୁ ନଯାଇ ଗଛରୁ ତଳକୁ ପଡ଼ିବା ଘଟଣା ତାଙ୍କୁ ଚନ୍ଦ୍ର ଓ ପୃଥିବୀ ମଧ୍ୟରେଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବିଷୟରେ ଭାବିବାକୁ ପ୍ରେରଣା ଦେଲା ଓ ପରେ ସେ ମହାକର୍ଷଣ ବଳକୁ ଆବିଷ୍କାର କଲେ ।

ଉଦାହରଣ : 7.1

ପୃଥିବୀ ଓ ଚନ୍ଦ୍ରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଯଥାକ୍ରମେ 6×10^{24} କିଗ୍ରା ଓ 7.4×10^{22} କିଗ୍ରା ଅଟେ । ଯଦି ଉଭୟଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା 3.84×10^5 କିମି ହୁଏ, ତେବେ ପୃଥିବୀ ଦ୍ୱାରା ଚନ୍ଦ୍ର ଉପରେ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣ କଳନା କର ।

($G = 6.7\times10^{-11}$ ନିଉଟନ. ମି^{2} / କିଗ୍ରା^{2})

ଉତ୍ତର :

ପୃଥିବୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱ M = 6×10^{24} କିଗ୍ରା

ଚନ୍ଦ୍ରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ m = 7.4×10^{22} କିଗ୍ରା

ପୃଥିବୀ ଓ ଚନ୍ଦ୍ର ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା

d = 3.84×10^5 କିମି = 3.84×10^8 ମି

G = 6.7×10^{-11} ନିଉଟନ୍ ମି² /କିଗ୍ରା²

∴ ପୃଥିବୀ ଚନ୍ଦ୍ର ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ କରୁଥିବା ବଳ

$$F = G\frac{Mm}{d^2}$$

$$= \frac{6.7\times10^{-11}\text{ନିଉଟନ୍.ମି}^2\text{/କିଗ୍ରା}^2\times6\times10^{24}\text{କିଗ୍ରା}\times7.4\times10^{22}\text{ କିଗ୍ରା}}{(3.84\times10^8\text{ମି})^2}$$

= 2.01×10^{20} ନିଉଟନ

ପ୍ରଶ୍ନ : (Question)

1. ସାର୍ବଜନୀନ ମହାକର୍ଷଣ ନିୟମ କ'ଣ ଲେଖ । ଏହାର ଗାଣିତିକ ପରିପ୍ରକାଶଟି ଉଲ୍ଲେଖ କର । ସେଥିରେ ବ୍ୟବହୃତ ସଙ୍କେତମାନଙ୍କୁ ସୂଚିତ କର ।

7.1.2 ମହାକର୍ଷଣ ନିୟମର ଗୁରୁତ୍ୱ : (Importance of the Universal Law of Gravitation)

ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ଏକ ଦୁର୍ବଳ ବଳ, ମାତ୍ର ମହାକାଶରେ ଗ୍ରହ ନକ୍ଷତ୍ର ଓ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଜଡ଼ୀୟ ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥାନ ବା ଗତି ଏହି ବଳ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ ।

(i) ଏହି ବଳଯୋଗୁଁ ଆମ୍ଭେମାନେ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ଅବସ୍ଥାନ କରିଛୁ ।

(ii) ଏହି ବଳଯୋଗୁଁ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଚାରିପଟେ ଗ୍ରହମାନେ ଓ ପୃଥିବୀ ଚାରିପଟେ ଚନ୍ଦ୍ର ଅହରହ ଘୂରୁଛନ୍ତି ।

7.2 ମୁକ୍ତ ପତନ (Free Fall)

ବାୟୁ ମଧ୍ୟରେ ବସ୍ତୁ ଗତି କଲାବେଳେ ବା ଖସିଲାବେଳେ ବାୟୁର ପ୍ରତିରୋଧ ନଗଣ୍ୟ ହୁଏ । ତେଣୁ ଟେକାଟିଏ ତଳକୁ ପୃଥିବୀ ଆଡ଼କୁ ଖସିଲାବେଳେ ତାହା କେବଳ ପୃଥିବୀର ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ଯୋଗୁଁ ଖସେ । ବସ୍ତୁର ଏ ପ୍ରକାର ଗତିକୁ ମୁକ୍ତ ପତନ କୁହାଯାଏ । ଯଦି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ କେବଳ ମହାକର୍ଷଣ ବଳର ପ୍ରଭାବ ଯୋଗୁଁ ଗତି କରୁଥାଏ ତେବେ ତାହାର ସେ ଗତିକୁ ମୁକ୍ତ ପତନ (free fall) ଗତି କୁହାଯାଏ । ସେତେବେଳେ ତାହାର ତ୍ୱରଣ ପୃଥିବୀର ଆକର୍ଷଣ ବା ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଯୋଗୁଁ ଜାତ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ଏହାକୁ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ (acceleration due to gravity) କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ 'g' ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ କରାଯାଏ । ଏହାର ଦିଗ ସର୍ବଦା ତଳକୁ ଅର୍ଥାତ୍ ପୃଥିବୀ ଆଡ଼କୁ ହୋଇଥାଏ ।

ବସ୍ତୁଟିଏ ତଳକୁ ପଡୁଥିବା ବେଳେ ତ୍ୱରଣ ଗତି ଦିଗରେ ହେଉଥିବାରୁ ଏହାକୁ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଓ ବସ୍ତୁଟି ଉପରକୁ ଯାଉଥିବା ବେଳେ ତ୍ୱରଣର ଦିଗ ଗତି ଦିଗର ବିପରୀତ ହୋଇଥିବାରୁ ଏହାକୁ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ବୋଲି ଧରଯାଏ । ପୃଥିବୀର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନରେ ଓ ପୃଥିବୀ ଉପରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଉଚ୍ଚତାରେ 'g' ମୂଲ୍ୟ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ । 'g' ର ଏକକ ମି/ସେ² ଅଟେ ।

ନିଉଟନଙ୍କ ଗତିର ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମାନୁସାରେ, ବଳର ପରିମାଣ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ତ୍ୱରଣର ଗୁଣଫଳ ସହ ସମାନ । ମନେକରାଯାଉ m ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଏକ ବସ୍ତୁ ମୁକ୍ତ ଭାବରେ ଭୂପୃଷ୍ଠରେ ପଡୁଛି । ଏଠାରେ ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ ହେଉଛି ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ 'g' । ପୃଥିବୀ ଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ ହେଉଥିବା ବଳ,

F = mg ....(7.5)

ସମୀକରଣ (7.4) ଓ (7.5) ଦ୍ୱୟକୁ ଏକତ୍ର କରି ଆମେ ପାଇବା,

$$mg = G\frac{M \times m}{d^2} \text{ ....(7.6)}$$

କିମ୍ବା, $$g = \frac{GM}{d^2} \text{ ....(7.7)}$$

ସମୀକରଣ (7.7) ରେ M ପୃଥିବୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ d ପୃଥିବୀଠାରୁ ବସ୍ତୁର ଦୂରତା ଅଟେ ।

ମନେକରାଯାଉ ବସ୍ତୁଟି ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ଅବସ୍ଥାନ କରୁଛି । ଏଠାରେ d = R (R ପୃଥିବୀର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଅଟେ)

ସମୀକରଣ (7.7) ରେ d = R ସ୍ଥାପନ କଲେ,

$$g = \frac{GM}{R^2} \text{ ....(7.8)}$$

ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ 'g'ର ମୂଲ୍ୟ Rର ମୂଲ୍ୟ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ 'g'ର ମୂଲ୍ୟ R^2 ସହିତ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ ଅଟେ । ପୃଥିବୀ ଏକ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଗୋଲକ ନୁହେଁ । ମେରୁ ନିକଟରେ ଏହା ଚେପ୍‌ଟା । ତେଣୁ ମେରୁ ନିକଟରେ Rର ମୂଲ୍ୟ ସର୍ବନିମ୍ନ ଓ ବିଷୁବରେଖା ସ୍ଥାନରେ Rର ମୂଲ୍ୟ ସର୍ବାଧିକ ଅଟେ । ଏଣୁ 'g'ର ମୂଲ୍ୟ ବିଷୁବରେଖା ନିକଟରେ କମ୍ ଓ ମେରୁ ନିକଟରେ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ । ବିଷୁବରେଖାରୁ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ମେରୁ ନିକଟକୁ ଗଲେ 'g' ର ମୂଲ୍ୟ ବୃଦ୍ଧିପାଏ ଓ ମେରୁ ନିକଟରେ ସର୍ବାଧିକ ହୁଏ ।

7.2.1 'g' ର ମୂଲ୍ୟ ନିରୂପଣ

(To Calculate the Value of g)

ସମୀକରଣ (7.8) ଦ୍ୱାରା 'g'ର ମୂଲ୍ୟ ନିରୂପଣ କରିହେବ । ଏହି ସମୀକରଣରେ ସାର୍ବଜନୀନ ମହାକର୍ଷଣୀୟ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ Gର ମୂଲ୍ୟ 6.7×10^{-11} ନିଉଟନ ମି²/କିଗ୍ରା², ପୃଥିବୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱ Mର ମୂଲ୍ୟ 6×10^{24} କିଗ୍ରା ଏବଂ ପୃଥିବୀର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ Rର ମୂଲ୍ୟ 6.4×10^{6} ମି ପ୍ରତିସ୍ଥାପନ କଲେ,

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

$$= \frac{6.7 \times 10^{-11} \text{ନିଉଟନ୍.ମି}^2/\text{କିଗ୍ରା}^2 \times 6 \times 10^{24}\text{କିଗ୍ରା}}{(6.4 \times 10^{6}\text{ମି})^2}$$

$$= 9.8 \text{ ମି / ସେ}^2$$

∴ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ତ୍ୱରଣ 'g'ର ମୂଲ୍ୟ 9.8 ମି/ସେ² ଅଟେ ।

7.2.2 : ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ପ୍ରଭାବରେ ବସ୍ତୁର ଗତି

(Motion of Objects Under the Influence of Gravitational Force of the Earth)

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 7.2

ସମାନ ଉଚ୍ଚତାରୁ ଖଣ୍ଡିଏ ପର ଓ ଗୋଟିଏ ଗୋଡ଼ିକୁ ଏକା ସାଙ୍ଗରେ ତଳକୁ ପକାଅ । କେଉଁଟି ପ୍ରଥମେ ତଳେ ପଡୁଛି, ତାହା ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । ପୁନଶ୍ଚ ଗୋଟିଏ ବାୟୁ ଶୂନ୍ୟ କାଚଘର ଭିତରେ ସେହି ପର ଓ ଗୋଡ଼ିକୁ ସମାନ ଉଚ୍ଚତାରୁ ଆଉ ଥରେ ତଳକୁ ପକାଅ ଓ ଦେଖ ସେମାନେ କିପରି ଭାବରେ ତଳେ ପଡୁଛନ୍ତି ।

ପ୍ରଥମ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗୋଡ଼ିଟି ଶୀଘ୍ର ତଳେ ପଡ଼ିବ । ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବାୟୁର ଘର୍ଷଣଜନିତ ପ୍ରତିରୋଧ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟକରେ, ଯାହା ହାଲୁକା ପରର ଗତିକୁ ବାଧାଦିଏ । ତେଣୁ ତାହା ବିଳମ୍ବରେ ତଳେ ପଡ଼େ । ମାତ୍ର ଦ୍ୱିତୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଯେହେତୁ ଘରଟି ବାୟୁଶୂନ୍ୟ, ତେଣୁ ବାୟୁସହ ଘର୍ଷଣଜନିତ ପ୍ରତିରୋଧ ବଳ ନଥାଏ । ତେଣୁ ଉଭୟେ ସମାନ ସମୟରେ ତଳେ ପଡ଼ିବେ । ମୁକ୍ତ ପତନରେ ବସ୍ତୁର ଗତି ସମୀକରଣର ରୂପ ସମତ୍ୱରଣରେ ଗତି କରୁଥିବା ବସ୍ତୁର ଗତି ସମୀକରଣର ରୂପ ସହ ସମାନ ।

ମୁକ୍ତପତନ ସମୀକରଣରେ କେବଳ ତ୍ୱରଣକୁ 'a' ପରିବର୍ତ୍ତେ 'g' ନିଆଯାଏ । ମନେକର ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ 't' ସମୟ ପାଇଁ ମୁକ୍ତ ପତନରେ ଖସୁଛି । u ଓ v ଯଥାକ୍ରମେ ବସ୍ତୁର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଓ ଅନ୍ତିମ ବେଗ ହେଲେ ଏବଂ t ସମୟରେ ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତାକୁ s ନେଲେ,

$$v = u + gt \text{ ....(7.9)}$$

$$s = ut + \frac{1}{2}gt^2 \text{ ....(7.10)}$$

$$v^2 = u^2 + 2gs \text{ ....(7.11)}$$

ତ୍ୱରଣର ଦିଗ ବସ୍ତୁର ଗତି ଦିଗରେ ହେଲେ, 'g'ର ମୂଲ୍ୟ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଓ ଗତିଦିଗର ବିପରୀତ ହେଲେ 'g'ର ମୂଲ୍ୟ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ବୋଲି ଧରାଯାଏ ।

ଉଦାହରଣ : 7.2

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ପୃଥିବୀ ଉପରୁ କିଛି ଉଚ୍ଚତାରୁ ଛାଡ଼ିଦେଲାପରେ ତାହା 0.5 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ତଳେ ପଡ଼ିଲା ।

(i) ବସ୍ତୁଟି କେତେ ବେଗରେ ଭୂମିରେ ପଡ଼ିଲା ?

(ii) 0.5 ସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ବସ୍ତୁଟିର ହାରାହାରି ବେଗ କେତେ ?

(iii) ବସ୍ତୁଟି କେତେ ଉଚ୍ଚରୁ ଖସି ଭୂମିରେ ପଡ଼ିଥିଲା ?

(g = 10ମି / ସେ² ନିଅ)

ଉତ୍ତର :

ପତନ ସମୟ, t = 0.5 ସେକେଣ୍ଡ = ½ ସେ

ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ, u = 0 ମି / ସେ (କାହିଁକି କହିଲ ?)

ବସ୍ତୁଟିର ତ୍ୱରଣ, g = 10 ମି / ସେ² (ନିମ୍ନଗାମୀ)

(i) ପୃଥିବୀ ଉପରେ ପତନ ବେଗ

$v = \cancel{u}^{0} + gt$

$v = 0 + gt = gt$

= 10 ମି / ସେ² × ½ ସେ

= 5 ମି / ସେ

(ii) ହାରାହାରି ବେଗ = $\frac{u+v}{2}$

$= \frac{0 \text{ ମି / ସେ} + 5 \text{ ମି / ସେ}}{2}$

= 2.5 ମି / ସେ

(iii) ଉଚ୍ଚତା = ଭୂଲମ୍ବ ଦିଗରେ ବସ୍ତୁଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା

$\therefore s = \cancel{ut}^{0} + \frac{1}{2} gt^2$

$s = \frac{1}{2} gt^2$

= ½ × 10 ମି / ସେ² × (0.5 ସେ)²

= ½ × 10 ମି / ସେ² × 0.25 ସେ²

= 1.25 ମିଟର

ଉଦାହରଣ : 7.3

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ଭୂଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଉପରକୁ ଫିଙ୍ଗିବା ଦ୍ୱାରା ଏହା 10 ମିଟର ଉଚ୍ଚକୁ ଉଠିଲା ।

(i) ବସ୍ତୁଟି କେତେ ପରିବେଗରେ ଉପରକୁ ଫିଙ୍ଗା ହୋଇଥିଲା ?

(ii) ସର୍ବୋଚ୍ଚ ଉଚ୍ଚତାକୁ ଉଠିବା ପାଇଁ ବସ୍ତୁଟିକୁ କେତେ ସମୟ ଲଗିଲା ।

ଉତ୍ତର :

ଭୂଲମ୍ବ ଦିଗରେ ବସ୍ତୁଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା s = 10ମି. । ସର୍ବୋଚ୍ଚ ସ୍ଥାନରେ ପହଞ୍ଚିଗଲେ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗର ପରିମାଣ ଶୂନ ହୋଇଯାଏ । ତେଣୁ

ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ v = 0 ମି / ସେ

ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ g = 9.8 ମି / ସେ²

ସମୀକରଣ (7.11) ରୁ

$v^2 = u^2 + 2gs$

⇒ 0 = u² + 2 × (-9.8 ମି / ସେ²) × 10 ମି.

(ବସ୍ତୁଟି ତଳୁ ଉପରକୁ ଉଠୁଥିବାରୁ ତ୍ୱରଣ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ନିଆଯିବ)

⇒ u² = 2 × 9.8 × 10 ମି² / ସେ² = 196 ମି² / ସେ²

⇒ u = $\sqrt{196 \text{ ମି}^2 / \text{ସେ}^2}$

⇒ u = 14 ମି / ସେ.

(ii) $v = u + at$

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

$= \frac{0 - 14 \text{ ମି / ସେ}}{-9.8 \text{ ମି / ସେ}^2} = \frac{14 \text{ ମି / ସେ}}{9.8 \text{ ମି / ସେ}^2}$

⇒ t = 1.43 ସେ

∴ ବସ୍ତୁଟିର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପରିବେଗ 14ମି / ସେ ଏବଂ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ଉଚ୍ଚତାରେ ପହଞ୍ଚିବାର ସମୟ 1.43 ସେକେଣ୍ଡ ଅଟେ ।

7.3 ବସ୍ତୁତ୍ୱ (Mass)

କୌଣସି ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ପଦାର୍ଥର ପରିମାଣକୁ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କୁହାଯାଏ । ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତା'ର ଜଡ଼ତାର ପରିମାପକ । ଯେଉଁ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଯେତେ ଅଧିକ ତାହାର ଜଡ଼ତା ସେତେ ବେଶୀ । ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତାହାର ଅବସ୍ଥିତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ । ଅର୍ଥାତ୍ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଅନ୍ୟସ୍ଥାନକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହେଲେ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱର କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ନାହିଁ । ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସବୁ ସ୍ଥାନରେ ସ୍ଥିର ରହେ ।

7.4 ଓଜନ (Weight)

ଏକ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କ୍ରିୟାଶୀଳ ହେଉଥିବା ପୃଥିବୀର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳକୁ ସେହି ବସ୍ତୁର ଓଜନ କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ସାଧାରଣତଃ 'W' ସଙ୍କେତ ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ କରାଯାଏ ।

W = mg ....(7.12)

ଏଠାରେ, m = ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

g = ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ

ଓଜନର ଏକକ ବଳର ଏକକ ସହ ସମାନ । ଓଜନ ଏକ ସଦିଶ ରାଶି । ଏହାର ପରିମାଣ ଓ ଦିଗ ଉଭୟ ଥାଏ । ଏହାର ଦିଗ ସବୁବେଳେ ପୃଥିବୀର କେନ୍ଦ୍ର ଆଡ଼କୁ ନିମ୍ନମୁଖୀ ହୋଇଥାଏ । ଯେହେତୁ 'g'ର ମୂଲ୍ୟ ସବୁସ୍ଥାନରେ ସମାନ ନୁହେଁ, ବସ୍ତୁର ଓଜନ ମଧ୍ୟ ସବୁସ୍ଥାନରେ ସ୍ଥିର ନୁହେଁ । ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନରେ ବସ୍ତୁର ଓଜନ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥାଏ ।

7.4.1 ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଷ୍ଠରେ ବସ୍ତୁର ଓଜନ

(Weight of an object on the Moon)

ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଷ୍ଠରେ ଚନ୍ଦ୍ର ଯେତିକି ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ନିଜ ଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷଣ କରେ ତାହାହିଁ ଚନ୍ଦ୍ରପୃଷ୍ଠରେ ଉକ୍ତ ବସ୍ତୁର ଓଜନ ହୋଇଥାଏ । ପୃଥିବୀ ତୁଳନାରେ ଚନ୍ଦ୍ରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କମ୍ ହୋଇଥିବାରୁ ଏହା ବସ୍ତୁ ଉପରେ କମ୍ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରେ ।

ମନେକର m ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଓଜନ ଚନ୍ଦ୍ରପୃଷ୍ଠରେ W_m । ଯଦି ଚନ୍ଦ୍ରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ M_m ଓ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ R_m ହୁଏ ତେବେ ମହାକର୍ଷଣ ବଳର ନିୟମାନୁଯାୟୀ,

$$W_m = G\frac{M_m \times m}{R_m^2} \quad ....(7.13)$$

ଯଦି ସେହି ସମାନ ବସ୍ତୁର ଓଜନ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ W_e ହୁଏ ଏବଂ M_e ଓ R_e ଯଥାକ୍ରମେ ପୃଥିବୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ହୁଏ ତେବେ

$$W_e = G\frac{M_e \times m}{R_e^2} \quad ....(7.14)$$

ସମୀକରଣ (7.14)ରେ

$M_m = 7.36 \times 10^{22}$ କିଗ୍ରା

$R_m = 1.74 \times 10^6$ ମି ମୂଲ୍ୟ ବସାଇଲେ

$$W_m = G\frac{7.36\times10^{22} \text{ କିଗ୍ରା } \times m}{(1.74\times10^6 \text{ ମି})^2}$$

$= 2.431\times10^{10}\ G \times m$

ଓ $W_e = 1.474 \times 10^{11}\ G \times m$

$$\therefore \frac{W_m}{W_e} = \frac{2.431\times10^{10}}{1.474\times10^{11}} = \frac{1}{6} \text{ (ପ୍ରାୟ)}$$

ତେଣୁ, $W_m = \dfrac{W_e}{6}$

ଅତଏବ ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଷ୍ଠରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଓଜନ, ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ସେହି ବସ୍ତୁର ଓଜନର ଏକ ଷଷ୍ଠାଂଶ ଅଟେ ।

ଯଦି g_m = ଚନ୍ଦ୍ରପୃଷ୍ଠରେ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ

g_e = ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ

m = ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

ତେବେ $\dfrac{W_m}{W_e} = \dfrac{m.g_m}{m.g_e} = \dfrac{g_m}{g_e} = \dfrac{1}{6}$

ତେଣୁ $g_m = \dfrac{g_e}{6}$

ଉଦାହରଣ : 7.4

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 10 କିଗ୍ରା ହେଲେ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ଏହାର ଓଜନ କେତେ ?

ଉତ୍ତର :

ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ m = 10 କିଗ୍ରା

ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ g = 9.8 ମି / ସେ^{2}

ବସ୍ତୁର ଓଜନ W = m × g

= 10 କି.ଗ୍ରା × 9.8 ମି / ସେ^{2}

= 98 କି.ଗ୍ରା.ମି/ ସେ^{2}

= 98 ନିଉଟନ୍

ଉଦାହରଣ : 7.5

ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଓଜନ 10 ନିଉଟନ ହେଲେ ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଷ୍ଠରେ ଏହାର ଓଜନ କେତେ ?

ଉତ୍ତର :

ଚନ୍ଦ୍ରପୃଷ୍ଠରେ ବସ୍ତୁର ଓଜନ

$= \dfrac{1}{6}$ × ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ସେହି ବସ୍ତୁର ଓଜନ ।

$\Rightarrow W_m = \dfrac{W_e}{6} = \dfrac{10}{6}$ ନିଉଟନ୍

= 1.67ନିଉଟନ୍

ପ୍ରଶ୍ନ :

(i) ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ଓଜନ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଅ ।

(ii) ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଷ୍ଠରେ କୌଣସି ବସ୍ତୁର ଓଜନ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ବସ୍ତୁର ଓଜନର ଏକ ଷଷ୍ଠାଂଶ କାହିଁକି ?

7.5 : ସଂଘାତ ଓ ଚାପ (Thrust and Pressure)

1. ଏକ ହାତୁଡ଼ି ଦ୍ୱାରା କାନ୍ଥରେ କଣ୍ଟା ପିଟିବା ବେଳେ ଆମକୁ କଣ୍ଟାର ଚେପ୍‌ଟା ମୁଣ୍ଡରେ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିବାକୁ ପଡ଼େ । ଏହି ବଳ କଣ୍ଟାର ମୁନିଆ ଅଗ୍ରଭାଗରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ ଓ କାନ୍ଥପ୍ରତି ଲମ୍ବ ଦିଗରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ।

2. ବାଲି ଉପରେ ଠିଆ ହେବାଦ୍ୱାରା ଆମ ପାଦ ଦୁଇଟି ବାଲି ଭିତରକୁ ଦବିଯାଏ ମାତ୍ର ବାଲି ଉପରେ ଶୋଇ ପଡ଼ିଲେ ଆମ ଦେହ ବାଲି ଭିତରକୁ ଦବିନଥାଏ । ଦୁଇଟିଯାକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆମ ଶରୀରର ଓଜନବଳ ବାଲି ଉପରେ ଲମ୍ବ ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ । କୌଣସି ବସ୍ତୁ ଉପରେ ବସ୍ତୁର ପୃଷ୍ଠ ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ଦିଗରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ବଳକୁ ସଂଘାତ (thrust) କୁହାଯାଏ । ଏହାର ଏକକ, ବଳର ଏକକ ସହ ସମାନ । ବଳ ବା ସଂଘାତରୁ ଚାପ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ।

ଏକ ପୃଷ୍ଠର ପ୍ରତି ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଉପରେ ଲମ୍ବ ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ମୋଟ ବଳ ବା ସଂଘାତକୁ ଚାପ କୁହାଯାଏ । ସୁତରାଂ

[illegible] = $\frac{[illegible]}{[illegible]}$

କିମ୍ବା $P = \frac{F}{A}$

ଯେଉଁଠି P = ପୃଷ୍ଠତଳ ଉପରେ ଚାପ, F = ପୃଷ୍ଠତଳ ଉପରେ ସଂଘାତ ଓ A = ପୃଷ୍ଠତଳର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ । ଚାପର ଏକକ ହେଉଛି ନିଉଟନ / ମି^{2} ।

ବୈଜ୍ଞାନିକ ପାଶ୍‌କାଲ (Pascal)ଙ୍କ ସମ୍ମାନାର୍ଥେ ଏହି ଏକକକୁ ପାଶକାଲ୍ (Pa) ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ ।

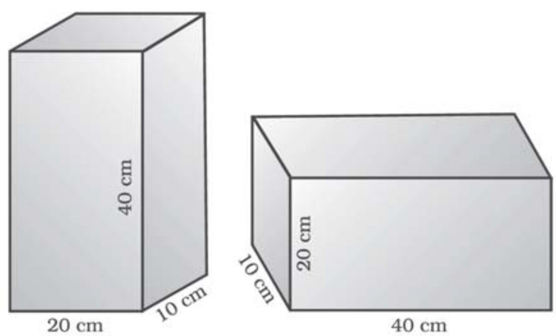
1 ପାଶ୍‌କାଲ = 1ନିଉଟନ / ମି^{2}

ସଂକେତରେ 1Pa = 1 N / m^2

- ବସ୍ତୁର ପୃଷ୍ଠ ସହ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସି ପୃଷ୍ଠ ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ଭାବରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ମୋଟ ବଳକୁ ସଂଘାତ କୁହାଯାଏ ।
- ଚାପ ହେଉଛି ସଂଘାତ ଓ କ୍ଷେତ୍ରଫଳର ଅନୁପାତ ।
- ସଂଘାତର ଏକକ ହେଉଛି ନିଉଟନ (N) ଏବଂ ଚାପର ଏକକ ହେଉଛି ନିଉଟନ/ମି^{2} (Nm^{-2}) ବା ପାଶ୍‌କାଲ୍ (Pa)

ଉଦାହରଣ : 7.6

ଗୋଟିଏ ଆୟତଘନାକାର କାଠଖଣ୍ଡର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 40 ସେ.ମି., ପ୍ରସ୍ଥ 20 ସେ.ମି. ଓ ଉଚ୍ଚତା 10ସେମି. । ଏହାକୁ ଟେବୁଲ ଉପରେ ଚିତ୍ରରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ରଖ ।



(a) (b)

ଚିତ୍ର **7.3**

(i) (a) ଚିତ୍ରରେ କାଠଖଣ୍ଡର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଟେବୁଲ ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ହୋଇ ରହିଛି ।

(ii) (b) ଚିତ୍ରରେ କାଠଖଣ୍ଡର ଉଚ୍ଚତା ଟେବୁଲ ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ହୋଇ ରହିଛି ।

ଯଦି କାଠଖଣ୍ଡର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 5 କିଗ୍ରା ହୁଏ, ତେବେ ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ କାଠଖଣ୍ଡ ଟେବୁଲ ଉପରେ କେତେ ଚାପ ପକେଇବ ?

ଉତ୍ତର :

କାଠଖଣ୍ଡର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 5 କିଗ୍ରା

ଏହାର ଦୈର୍ଘ୍ୟ, ପ୍ରସ୍ଥ ଓ ଉଚ୍ଚତା ଯଥାକ୍ରମେ 40 ସେମି, 20 ସେମି, ଓ 10 ସେମି ଅଟେ ।

କାଠଖଣ୍ଡ ଟେବୁଲ ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ କରୁଥିବା ବଳ କାଠଖଣ୍ଡର ଓଜନ (w) ସହ ସମାନ ।

∴ W = mg

= 5କିଗ୍ରା × 9.8 ମି / ସେ^{2}

= 49ନିଉଟନ୍

(i) ପ୍ରଥମ ଚିତ୍ର (a)ରେ ଟେବୁଲର ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ରହିଥିବା ଆୟତଘନର ପାର୍ଶ୍ୱର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

= 20 × 10 ବର୍ଗ ସେମି

= 200 ବର୍ଗ ସେମି

= 0.02 ବର୍ଗମି (1ବର୍ଗମି= 10^{4}ବର୍ଗସେମି)

∴ ଟେବୁଲ ଉପରେ ପଡୁଥିବା

= ______ (ସଂଘାତ = ଓଜନ ବଳ)

$$= \frac{49 \text{ ନିଉଟନ}}{0.02 \text{ ବ ମି}}$$

= 2450 ନିଉଟନ / ମି^{2}

= 2450 ପାଶକାଲ୍

(ii) ଦ୍ୱିତୀୟ ଚିତ୍ର (b)ରେ ଟେବୁଲର ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଲାଗିଥିବା ପାର୍ଶ୍ୱର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ

= 40 × 10 ବର୍ଗ ସେମି

= 400 ବର୍ଗ ସେମି

= 0.04 ବର୍ଗମି

∴ ଟେବୁଲ ଉପରେ ପଡୁଥିବା

= ______

$$= \frac{49 \text{ ନିଉଟନ}}{0.04 \text{ ବ ମି}}$$

= 1225 ନିଉଟନ / ମି^{2}

= 1225 ପାଶକାଲ୍

ଏଥିରୁ ଆମେ ଜାଣିଲେ ଯେ, ବଳ ଯେଉଁ କ୍ଷେତ୍ର ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ତାହାର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ କମ୍ ହେଲେ ପ୍ରୟୋଗକାରୀ ବଳର ପ୍ରଭାବ ଅଧିକ ହୁଏ ଏବଂ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଅଧିକ ହେଲେ, ବଳର ପ୍ରଭାବ କମ୍ ହୋଇଥାଏ । ଏହି କାରଣରୁ କଣ୍ଟାର ଅଗ୍ରଭାଗ ସରୁ ଓ ଛୁରୀର ଧାର ତୀକ୍ଷ୍ଣ ହୋଇଥାଏ ଏବଂ କୋଠାଘରର ମୂଳଦୁଆକୁ ପ୍ରଶସ୍ତ କରାଯାଇଥାଏ । କାହିଁକି ଏପରି କରାଯାଏ କହିଲ ।

7.5.1 ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ଚାପ (Pressure in Fluids)

କଠିନ ପଦାର୍ଥପରି ତରଳ ଓ ଗ୍ୟାସ୍ ମଧ୍ୟ ଚାପ ପକାଇଥାଏ । ଏହା ଯେଉଁ ପାତ୍ରରେ ରହେ, ସେହି ପାତ୍ରର ତଳେ ଓ କାନ୍ଥ ଉପରେ ଚାପ ପକାଏ । ତରଳ ପଦାର୍ଥ ମଧ୍ୟରେ ଏହି ଚାପ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁର ସବୁଦିଗରେ ସମାନ ଭାବେ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ହୁଏ ।

7.5.2 ପ୍ଳବତା (Bouyancy)

କୂଅରୁ ପାଣି କାଢ଼ିଲାବେଳେ ଆମେ ଅନୁଭବ କରିଥାଉ ଯେ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ ବାଲ୍‌ଟି ପାଣିରେ ବୁଡ଼ିରହିଲା ବେଳେ ହାଲୁକା ଲାଗେ ଓ ପାଣି ଉପରକୁ ଆସିଲେ ଅଧିକ ଓଜନ ଲାଗେ । ପୋଖରୀରେ ପହଁରିଲା ବେଳେ ଆମେ ନିଜକୁ ହାଲୁକା ଅନୁଭବ କରିବା କଥା ସମସ୍ତେ ଜାଣିଛେଁ । ତୁମେ କେବେ ଭାବିଛ କି, ଲୁହାରେ ତିଆରି ଜାହାଜ କିପରି ସମୁଦ୍ର ଜଳରେ ଭାସେ କିନ୍ତୁ ଗୋଟିଏ ଲୁହା ଖଣ୍ଡକୁ ପାଣିରେ ପକାଇଲେ ତାହା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ବୁଡ଼ିଯାଏ । ଏହିସବୁ ତଥ୍ୟକୁ ବୁଝିବାକୁ ହେଲେ ଆମକୁ ପ୍ଳବତା କ'ଣ ଜାଣିବାକୁ ହେବ । ଏବେ ଆସ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଆଲୋଚନାରୁ ପ୍ଳବତା କ'ଣ ବୁଝିବା ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 7.3

ଗୋଟିଏ ଖାଲି ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ବୋତଲର ଠିପି ବନ୍ଦକରି ଏକ ପାଣିଭର୍ତ୍ତି ବାଲ୍‌ଟିରେ ରଖ । ବୋତଲଟି ପାଣିରେ ଭାସିବ । ବୋତଲଟିକୁ ପାଣି ଭିତରକୁ ଠେଲିବାକୁ ଚେଷ୍ଟାକର । ତୁମେ ଏକ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱବଳ ଅନୁଭବ କରିବ ଯାହା ବୋତଲଟିକୁ ପାଣିରେ ଠେଲି ତଳକୁ ପୂରାଇବା କାର୍ଯ୍ୟରେ ବାଧା ଦିଏ । ବୋତଲଟିକୁ ଜଳପୃଷ୍ଠରୁ ଯେତେ ଅଧିକ ଭିତରକୁ ଠେଲିବ, ବୋତଲ ଉପରେ ଜଳ ସେତେ ଅଧିକ

ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିବ । ବୋତଲଟିକୁ ପାଣିରେ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ବୁଡ଼ାଇ ଛାଡ଼ିଦେଲେ, ଏହା ଆପେ ଆପେ ଉପରକୁ ଉଠିଆସିବ ।

ଏଠାରେ କେତୋଟି ପ୍ରଶ୍ନ ମନକୁ ଆସେ, ଯେପରିକି

(i) ପୃଥିବୀର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ବୋତଲ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟକରେ କି ?

(ii) ଯଦି କରେ, ତେବେ ବୋତଲଟିକୁ ଜଳଭିତରେ ତଳକୁ ବୁଡ଼ାଇ ଛାଡ଼ିଦେଲେ ତାହା ସେହି ସ୍ଥାନରେ ରହିବା ପରିବର୍ତ୍ତେ ଉପରକୁ ଉଠିଆସେ କାହିଁକି ?

(iii) ବୋତଲଟିକୁ କିପରି ପାଣିରେ ବୁଡ଼ାଯାଇ ପାରିବ ?

ପୃଥିବୀର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ବୋତଲଟିକୁ ତଳ ଆଡ଼କୁ ଟାଣେ । ମାତ୍ର ଜଳ ବୋତଲ ଉପରେ ଏକ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରେ ଯାହା ଫଳରେ ବୋତଲଟି ଉପରକୁ ଠେଲିହୁଏ । ଯେତେବେଳେ ଜଳ ଭିତରେ ଏହି ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱବଳର ପରିମାଣ ପୃଥିବୀର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣ ଅର୍ଥାତ୍ ବୋତଲଟିର ଓଜନଠାରୁ ଅଧିକ ହୁଏ, ବୋତଲଟି ଉପରକୁ ଉଠିଆସେ । ବୋତଲଟି ବୁଡ଼ିଯିବା ପାଇଁ ବୋତଲର ଓଜନ ବୋତଲ ଉପରେ କ୍ରିୟାଶୀଳ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱବଳର ପରିମାଣଠାରୁ ଅଧିକ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ । ବୋତଲ ଉପରେ ଏକ ଅତିରିକ୍ତ ନିମ୍ନମୁଖୀ ବାହ୍ୟବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ଯାଇ ବୋତଲକୁ ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ାଇ ରଖିବା ସମ୍ଭବ ହେବ । ଏହି ଅତିରିକ୍ତ ନିମ୍ନମୁଖୀ ବାହ୍ୟବଳର ପରିମାଣ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱବଳ ଓ ବୋତଲର ଓଜନର ପରମାଣର ଅନ୍ତର ସହ ସମାନ ବା ଅଧିକ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ ।

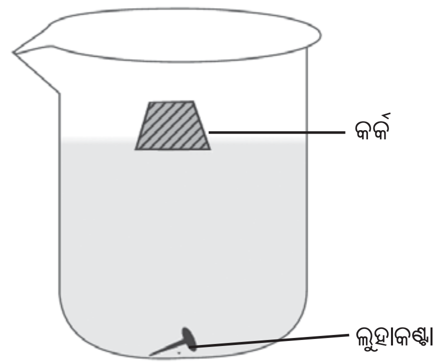
ଏଠାରେ ଜଳ, ବୋତଲ ଉପରେ ଯେଉଁ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲା ତାହାକୁ ପ୍ଲବନ ବଳ କୁହାଯାଏ । ପ୍ଲବନ ବଳ ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ବୁଡ଼ିଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ । ଏହି ବଳର ପରିମାଣ ତରଳପଦାର୍ଥର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

କୌଣସି ବସ୍ତୁ ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ିଲେ ସେହି ବସ୍ତୁ ଉପରେ କ୍ରିୟାଶୀଳ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱମୁଖୀ ପ୍ଲବନ ବଳର ପରିମାଣ ଅପସାରିତ ଜଳର ଓଜନର ପରିମାଣ ସହିତ ସମାନ ।

7.5.3 ଜଳରେ ବସ୍ତୁଟିଏ ବୁଡ଼େ ବା ଭାସେ କାହିଁକି ? (Why Objects Float or Sink When Placed on the Surface of Water)

ଏହି ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ପାଇବା ପାଇଁ ଏକ ଛୋଟ ପରୀକ୍ଷାଟିଏ କରିବା ।

ଗୋଟିଏ ବିକରରେ ପାଣି ଭର୍ତ୍ତିକର । ପାଣିର ପୃଷ୍ଠରେ ଏକ ଲୁହାକଣ୍ଟା ରଖ । କ'ଣ ହେଉଛି ଲକ୍ଷ୍ୟ କର । କଣ୍ଟାଟିଏ ପାଣିରେ ବୁଡ଼ିଯିବ । ଏଠାରେ କଣ୍ଟା ଉପରେ ଦୁଇଟି ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । ପ୍ରଥମଟି ପୃଥିବୀର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ବା କଣ୍ଟାର ଓଜନ ଓ ଦ୍ୱିତୀୟଟି ପ୍ଲବନ ବଳ । ଏହି ଦୁଇଟି ବିପରୀତମୁଖୀ ବଳ ମଧ୍ୟରୁ ପ୍ରଥମଟିର ଅର୍ଥାତ୍ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣବଳ ବା ଓଜନର ପରିମାଣ ପ୍ଲବନ ବଳଠାରୁ ଅଧିକ ହେବାରୁ କଣ୍ଟାଟି ପାଣିରେ ବୁଡ଼ିଗଲା ।



ଚିତ୍ର **7.4**

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 7.4

ଗୋଟିଏ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ ବିକରରେ ସମାନ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଲୁହାକଣ୍ଟା ଓ କର୍କକୁ ରଖ । କ'ଣ ହେଉଛି ଲକ୍ଷ୍ୟକର । ଲୁହାକଣ୍ଟାଟି ବୁଡ଼ିଯିବ ମାତ୍ର କର୍କଟି ପାଣିରେ ଭାସିବ । ଏହା ବସ୍ତୁ ଦୁଇଟିର ସାନ୍ଦ୍ରତାରେ ଥିବା ପାର୍ଥକ୍ୟ ଯୋଗୁଁ ଘଟେ । କର୍କର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତାଠାରୁ କମ୍ । ତେଣୁ କର୍କ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ଲବନ ବଳର ପରିମାଣ କର୍କର ଓଜନଠାରୁ ଅଧିକ । ତେଣୁ ଏହା ଜଳପୃଷ୍ଠରେ ଭାସେ ।

ମାତ୍ର ଲୁହାକଣ୍ଟାର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଜଳଠାରୁ ଅଧିକ । ତେଣୁ ଏହା ଉପରେ ପ୍ରଯୁକ୍ତ ପ୍ଲବନ ବଳର ପରିମାଣ ଲୁହାକଣ୍ଟାର ଓଜନଠାରୁ କମ୍ ଯାହା ଫଳରେ କି ଏହା ବୁଡ଼ିଯାଏ ।

ଏଥିରୁ ଆମେ ଜାଣିଲେ ଯେ, ଯେଉଁ ବସ୍ତୁର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତାଠାରୁ କମ୍ ତାହା ଜଳରେ ଭାସେ ଓ ଯାହାର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଠାରୁ ଅଧିକ ତାହା ଜଳରେ ବୁଡ଼ିଯାଏ ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

(i) ମୋଟା ଫିତା ଥିବା ବ୍ୟାଗ ଅପେକ୍ଷା ପତଳା ଫିତାଥିବା ବ୍ୟାଗକୁ କାନ୍ଧରେ ବୋହିବା କଷ୍ଟକର କାହିଁକି ?

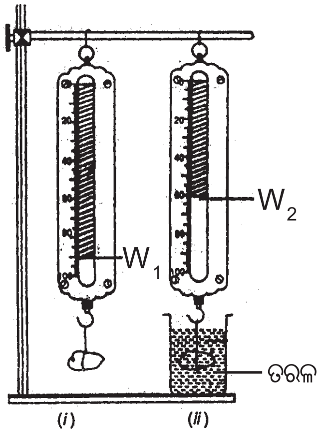
(ii) ପ୍ଲବତା କ'ଣ ?

(iii) ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ଜଳପୃଷ୍ଠରେ ରଖିଲେ ତାହା ଜଳରେ କେତେବେଳେ ବୁଡ଼ିଯାଏ ଓ କେତେବେଳେ ଭାସେ ?

7.6 ଆର୍କିମିଡ଼ିସ୍‌ଙ୍କ ସୂତ୍ର (Archimede's Principle)

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 7.5

ଗୋଟିଏ କମାନୀ ନିକିତିରେ ନିଦା ଓଜନିଆ ବସ୍ତୁଟିଏ ଝୁଲାଇ କୌଣସି ତରଳ (fluid)ରେ ବସ୍ତୁଟିକୁ ଆଂଶିକ ଭାବେ ବୁଡ଼ାଇବା ମାତ୍ରେ ନିକିତିର ସୂଚକ ଉପରକୁ ଠେଲି ହେବା ଲକ୍ଷ୍ୟ କରାଯାଏ । ବସ୍ତୁଟି ଉପରେ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱମୁଖୀ ପ୍ଲବନ ବଳର ପ୍ରଭାବ ହେତୁ ତା'ର ଓଜନ ହ୍ରାସ ପାଏ ଏବଂ ସୂଚକ ଉପରକୁ ଉଠେ । ବସ୍ତୁଟିକୁ ଆଉ ଅଧିକ ବୁଡ଼ାଇଲେ, ପ୍ଲବନ ବଳ



ଚିତ୍ର **7.5** ତରଳରେ ବସ୍ତୁର ଓଜନ ହ୍ରାସ

ଆନୁପାତିକ ଭାବେ ବଢ଼ିବ ଏବଂ ସୂଚକଟି ଆହୁରି ଉପରକୁ ଉଠିବ, କାରଣ ବସ୍ତୁର ଓଜନ ଆହୁରି କମିଯାଏ । ବସ୍ତୁଟି ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ବୁଡ଼ିଗଲେ ପ୍ଲବନ ବଳ ସର୍ବାଧିକ ହୁଏ ଏବଂ ବସ୍ତୁଟି ଅତ୍ୟଧିକ ହାଲୁକା ଜଣାପଡ଼େ ଓ ସୂଚକ ସବୁଠାରୁ ଉଚ୍ଚସ୍ଥାନରେ ରୁହେ । ଏହାପରେ ତରଳ ଭିତରେ ବସ୍ତୁଟିକୁ ଅଧିକ ବୁଡ଼ାଇଲେ ମଧ୍ୟ ପ୍ଲବନ ବଳ ଆଉ ବୃଦ୍ଧି ପାଇନଥାଏ । ତେଣୁ ସୂଚକର ସ୍ଥାନ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହେ । ସୁତରାଂ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ତରଳ ପ୍ରୟୋଗ କରୁଥିବା ପ୍ଲବନ ବଳ ତରଳ ମଧ୍ୟରେ ବସ୍ତୁର ବୁଡ଼ିରହିଥିବା ଅଂଶର ଆୟତନ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ । ବୁଡ଼ିବା ଅଂଶର ଆୟତନ ବଢ଼ିଲେ, ପ୍ଲବନ ବଳ ବଢେ । ଗ୍ରୀକ୍ ଦାର୍ଶନିକ ତଥା ଗାଣିତିକ ଆର୍କିମିଡ଼ିସ୍ (287-212ଖ୍ରୀ.ପୂ) ପ୍ରଥମେ ଏହା ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁର ନିଜସ୍ୱ ପ୍ରକୃତ ଓଜନ ଅଛି ।

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଏକ ତରଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ିଲେ ତାହାର ଓଜନ କିଛି କମିଗଲାପରି ଜଣାପଡ଼େ । ଏହି ଓଜନ ହ୍ରାସକୁ ଆଭାସୀ (virtual) ହ୍ରାସ କୁହାଯାଏ । କାରଣ ବସ୍ତୁଟି ତରଳରୁ ବାହାରି ଆସିଲେ ତା'ର ଓଜନ ପୁଣି ବଢ଼ିଯାଏ ଯାହାକୁ ବସ୍ତୁର ପ୍ରକୃତ ଓଜନ କୁହାଯାଏ ।

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ କୌଣସି ଏକ ତରଳରେ ବୁଡ଼ାଇଲେ, ତାହା ବୁଡ଼ିଥିବା ଅଂଶର ଆୟତନ ସହ ସମାନ ଆୟତନର ତରଳ ଅପସାରିତ କରିଥାଏ । ବସ୍ତୁଦ୍ୱାରା ଅପସାରିତ ତରଳର ଓଜନ ଏବଂ ବୁଡ଼ିଥିବା ବେଳେ ତାହାର ଓଜନର ଆଭାସୀ ହ୍ରାସ (apparent loss) ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସମ୍ପର୍କ ବିଷୟରେ ଆର୍କିମିଡ଼ିସ୍ ଅନୁଧ୍ୟାନ କରି ଯେଉଁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ଉପନୀତ ହୋଇଥିଲେ ତାହା ତାଙ୍କ ନାମ ଅନୁସାରେ ଆର୍କିମିଡ଼ିସ୍‌ଙ୍କ ସୂତ୍ର ନାମରେ ପରିଚିତ । ସୂତ୍ରଟି ହେଲା, **କୌଣସି ଏକ ତରଳରେ କୌଣସି ଏକ ବସ୍ତୁକୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ବା ଆଂଶିକ ଭାବରେ ବୁଡ଼ାଇଲେ ବସ୍ତୁଟିର ଓଜନ ହ୍ରାସ ପାଏ । ବସ୍ତୁର ଓଜନର ଏହି ଆଭାସୀ ହ୍ରାସ ବସ୍ତୁଦ୍ୱାରା ଅପସାରିତ ତରଳର ଓଜନ ସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।**

ଆର୍କିମିଡ଼ିସ୍‌ଙ୍କ ସୂତ୍ର ପ୍ରୟୋଗ କରି ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ସାନ୍ଦ୍ରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଅଧିକାଂଶ ଭାସମାନ ଅନୁପ୍ରଯୁକ୍ତିର (appliance) ନିର୍ମାଣରେ ଏହି ସୂତ୍ର ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଥାଏ । ଜାହାଜ, ବୁଡ଼ାଜାହାଜ, ଡଙ୍ଗାର ନିର୍ମାଣ କୌଶଳ ଏହି ସୂତ୍ର ଉପରେ ପର୍ଯ୍ୟବେସିତ ହୋଇଥାଏ । ଲାକ୍ଟୋମିଟର ଓ ହାଇଡ୍ରୋମିଟରର କାର୍ଯ୍ୟ ମଧ୍ୟ ଏହି ତଥ୍ୟ ଉପରେ ପର୍ଯ୍ୟବେସିତ ।

7.7 ଆପେକ୍ଷିକ ସାନ୍ଦ୍ରତା (Relative Density)

ଏକ ବସ୍ତୁର ପ୍ରତି ଏକକ ଆୟତନରେ ଥିବା ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ବସ୍ତୁର ସାନ୍ଦ୍ରତା କୁହାଯାଏ ।

$$\text{ବସ୍ତୁର ସାନ୍ଦ୍ରତା} = \frac{\text{ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ}}{\text{ବସ୍ତୁର ଆୟତନ}}$$

ସାନ୍ଦ୍ରତାର ଏକକ କିଗ୍ରା / ମି^{3} । ସାନ୍ଦ୍ରତା ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁର ଏକ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ଗୁଣ । ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ, ଯେପରିକି ସୁନାର ସାନ୍ଦ୍ରତା 19300 କିଗ୍ରା / ମି^{3} ମାତ୍ର ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା 1000 କିଗ୍ରା / ମି^{3} । ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ସାନ୍ଦ୍ରତାରୁ ତା'ର ଶୁଦ୍ଧତା (purity) ଜଣାପଡ଼େ । ବସ୍ତୁରେ ଅନ୍ୟ କିଛି ପଦାର୍ଥ ମିଶିଥିଲେ ବସ୍ତୁର ସାନ୍ଦ୍ରତାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଆସେ ।

ବହୁସମୟରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ସାନ୍ଦ୍ରତାକୁ ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ସହ ତୁଳନାକରି ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତାର ଅନୁପାତକୁ ସେହି ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ସାନ୍ଦ୍ରତା କୁହାଯାଏ । ଏହାର କୌଣସି ଏକକ ନାହିଁ । (କାହିଁକି ?)

$\therefore$ କୌଣସି ବସ୍ତୁର ଆପେକ୍ଷିକ ସାନ୍ଦ୍ରତା

$$= \frac{\text{ସେହି ବସ୍ତୁର ସାନ୍ଦ୍ରତା}}{\text{ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା}}$$

ଉଦାହରଣ : 7.7

ରୂପାର ଆପେକ୍ଷିକ ସାନ୍ଦ୍ରତା 10.8 । ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା 1000 କି.ଗ୍ରା/ମି^{3} । ତେବେ S.I ଏକକରେ ରୂପାର ସାନ୍ଦ୍ରତା କେତେ କଳନା କର ?

ଉତ୍ତର :

ରୂପାର ଆପେକ୍ଷିକ ସାନ୍ଦ୍ରତା = 10.8

$$\Rightarrow \frac{\text{ରୂପାର ସାନ୍ଦ୍ରତା}}{\text{ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା}} = 10.8$$

$\Rightarrow$ ରୂପାର ସାନ୍ଦ୍ରତା = 10.8 × ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା

= 10.8 × 1000 କିଗ୍ରା / ମି^{3}

= 10.8 × 10^3 କିଗ୍ରା / ମି^{3}

ଆମେ କ'ଣ ଶିଖିଲେ :

- ମହାକର୍ଷଣର ନିୟମାନୁସାରେ ଯେ କୌଣସି ଦୁଇଟିବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଜନିତ ଆକର୍ଷଣ ବଳ, ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱୟର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଗୁଣଫଳ ସହ ସମାନୁପାତୀ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାର ବର୍ଗ ସହ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ ।
- ମହାକର୍ଷଣର ନିୟମ ବିଶ୍ୱର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁପାଇଁ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ ଅଟେ । ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ଗୋଟିଏ ଦୁର୍ବଳ ବଳ (ପ୍ରକୃତିର ଅନ୍ୟ ବଳମାନଙ୍କ ତୁଳନାରେ) ।
- ପୃଥିବୀର ମହାକର୍ଷଣ ବଳକୁ 'ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ' କୁହାଯାଏ ।
- G ଏକ ସାର୍ବଜନୀନ ମହାକର୍ଷଣୀୟ ସ୍ଥିରାଙ୍କ ।
- ମେରୁଠାରୁ ବିଷୁବବୃତ୍ତ ଆଡ଼କୁ ଗଲେ ପୃଥିବୀର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ହ୍ରାସ ପାଏ । ଭୂପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ଉଚ୍ଚତା ବୃଦ୍ଧିସହ ଏହାର ପରିମାଣ ମଧ୍ୟ ହ୍ରାସ ପାଏ ।
- ପୃଥିବୀ ଯେଉଁ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ପ୍ରୟୋଗକରି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ନିଜଆଡ଼କୁ ଆକର୍ଷଣ କରେ, ତାହାକୁ ଉକ୍ତ ବସ୍ତୁର ଓଜନ କୁହାଯାଏ ।
- ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣର ଗୁଣଫଳକୁ ବସ୍ତୁର ଓଜନ କୁହାଯାଏ ।
- ସ୍ଥାନ ଅନୁସାରେ ବସ୍ତୁର ଓଜନର ପରିମାଣ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ ମାତ୍ର ତାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସ୍ଥିର ରହେ ।
- ତରଳରେ ବୁଡ଼ିଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଏକ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରେ । ଏହାକୁ ପ୍ଲବନ ବଳ କୁହାଯାଏ ।
- ତରଳରେ ବୁଡ଼ିଥିବା ବସ୍ତୁର ସାନ୍ଦ୍ରତା ତରଳରେ ସାନ୍ଦ୍ରତାଠାରୁ ଅଧିକ ହେଲେ ବସ୍ତୁଟି ବୁଡ଼ିଯାଏ ଏବଂ କମ୍ ହେଲେ ତାହା ଭାସେ ।

ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାକୁ ଅଧା କରିଦେଲେ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କାର୍ଯ୍ୟକରୁଥିବା ମହାକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣରେ କି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ?

2. ପୃଥିବୀ ଓ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ଥିବା ଏକ କି.ଗ୍ରା ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ମହାକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣ କେତେ ? (ପୃଥିବୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱ 6×10^{24} କିଗ୍ରା ଓ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ 6.4×10^{6} ମି)

3. ପୃଥିବୀ ଚନ୍ଦ୍ରକୁ ଯେତିକି ବଳରେ ଆକର୍ଷଣ କରେ ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଥିବୀକୁ ସେତିକି ବଳରେ ଆକର୍ଷଣ କରେ କି ? କାରଣ ସହ ବୁଝାଅ ?

4. ଯଦି ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଥିବୀକୁ ଆକର୍ଷଣ କରେ ତେବେ ପୃଥିବୀ ଚନ୍ଦ୍ରଆଡ଼କୁ ଗତିକରେ ନାହିଁ କାହିଁକି ?

5. ଦୁଇଟି ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଆକର୍ଷଣ ବଳ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପରିସ୍ଥିତିରେ କିପରି ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେବ ?

   (i) ଯଦି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଦ୍ୱିଗୁଣିତ ହୁଏ ।

   (ii) ଯଦି ବସ୍ତୁଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା ତ୍ରିଗୁଣିତ ହୁଏ ।

   (iii) ଉଭୟ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଦ୍ୱିଗୁଣିତ ହୁଏ ।

   (iv) ଉଭୟ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଦ୍ୱିଗୁଣିତ ହେବ ଓ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା ମଧ୍ୟ ଦ୍ୱିଗୁଣିତ ହେବ ।

6. ମହାକର୍ଷଣ ବଳର ନିୟମର ଗୁରୁତ୍ୱ କ'ଣ ?

7. ମୁକ୍ତ ପତନରେ ବସ୍ତୁର ତ୍ୱରଣ କେତେ ?

8. ପୃଥିବୀ ଓ ଯେ କୌଣସି ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ମହାକର୍ଷଣ ବଳକୁ କ'ଣ କୁହାଯାଏ ?

9. ରାମ ଦକ୍ଷିଣମେରୁଠାରେ 5ଗ୍ରାମ ଓଜନର ସୁନା କିଣିଲା । ବିଷୁବବୃତ୍ତଠାରେ ସେ ସେହି ସୁନା ତା ସାଙ୍ଗକୁ ଦେଲା । ସାଙ୍ଗଜଣକ ସୁନାର ଓଜନ ସହ ସମ୍ମତ ହେବକି ? ତୁମ ଉତ୍ତରର ଯଥାର୍ଥତା ପ୍ରତିପାଦନ କର ।

10. କାଗଜ ଗୁଳା ଅପେକ୍ଷା ଖଣ୍ଡିଏ ଫର୍ଦ୍ଦ କାଗଜ ଡେରିରେ ତଳକୁ ପଡ଼େ କାହିଁକି ?

11. 100 କିଗ୍ରା ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ବସ୍ତୁର ଓଜନ ପୃଥିବୀ ଓ ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଷ୍ଠରେ କେତେ ହେବ କଳନା କର ।

12. ତୁମର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କେତେ ? ଚନ୍ଦ୍ରରେ ତୁମ ଓଜନ କେତେ ହେବ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । ($g_e = 10m / s^2$)

13. 19.6 ମିଟର ଉଚ୍ଚ ଏକ କୋଠାର ଛାତ ଉପରୁ ଗୋଡ଼ିଟିଏ ପକାଗଲା । ଏହା ଭୂମିରେ ଠିକ୍ ପଡ଼ିଲା ବେଳେ ଏହାର ପରିବେଗ କେତେ ହେବ ?

14. 40 ମି / ସେ ପରିବେଗରେ ଏକ ବଲ୍‌କୁ ଭୂପୃଷ୍ଠରୁ ଉପରକୁ ଫିଙ୍ଗାହେଲା, (g = 10ମି / ସେ^{2}) ।

    (i) ଏହା ସର୍ବୋଚ୍ଚ କେତେ ଉଚ୍ଚତାକୁ ଉଠିବ ?

    (ii) ସର୍ବୋଚ୍ଚ ସ୍ଥାନରେ ବଲ୍‌ଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା ଓ ବଲ୍‌ର ବିସ୍ଥାପନ ତୁଳନା କର ।

    (iii) ବଲ୍‌ଟି ଭୂମି ଉପରେ ଫେରିଆସି ପଡ଼ିଲାପରେ ବଲ୍‌ର ବିସ୍ଥାପନ ଓ ବଲ୍‌ଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା କେତେ ହେବ, ତାହା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

15. ପୃଥିବୀ ଓ ସୂର୍ଯ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ମହାକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣ କଳନା କର ?

    (ପୃଥିବୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱ= 6×10^{24} କିଗ୍ରା, ସୂର୍ଯ୍ୟର ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 2×10^{30} କିଗ୍ରା, ଉଭୟଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ହାରାହାରି ଦୂରତ୍ୱ = 1.5×10^{11} ମିଟର)

16. 100ମିଟର ଉଚ୍ଚ ଏକ ଟାୱାର ଉପରୁ ପଥରଟିଏ ତଳକୁ ପକାଗଲା । ଏକା ସମୟରେ ଅନ୍ୟ ଏକ ପଥରକୁ 25ମି / ସେ ପରିବେଗରେ ଲମ୍ବଭାବେ ଉପରକୁ ଫିଙ୍ଗାଗଲା । ଦୁଇଟି ପଥର କେତେବେଳେ ଓ କେଉଁଠାରେ ପରସ୍ପରକୁ ଅତିକ୍ରମ କରିବେ ? (g = 10ମି/ସେ^{2})

17. ଲମ୍ବଭାବେ ଉପରକୁ ଫୋପଡ଼ା ବଲ୍ 6 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ତଳକୁ ଫେରିଆସିଲା । ତେବେ

    (i) କେତେ ପରିବେଗରେ ଏହାକୁ ଫୋପଡ଼ା ଯାଇଥିଲା ?

    (ii) ଏହା ସର୍ବୋଚ୍ଚ କେତେ ଉଚ୍ଚତାକୁ ଉଠିଥିବ ?

    (iii) 4 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ଏହା କେତେ ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିଥିଲା ?

18. ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ବୁଡ଼ିଥିବା ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପ୍ଲବନ ବଳ କେଉଁ ଦିଗରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ ।

19. ପାଣିରେ ଏକ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ବୋତଲକୁ ବୁଡ଼ାଇ ଛାଡ଼ିଦେଲେ ତାହା ଆପେ ଆପେ ପୃଷ୍ଠକୁ ଉଠିଆସେ କାହିଁକି ?

20. 50ଗ୍ରାମ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ବସ୍ତୁର ଆୟତନ 20 ଘନସେମି । ଏହାକୁ ଏକ ଜଳପୂର୍ଣ୍ଣ କୁଣ୍ଡରେ ପକାଇଲେ ଏହା ବୁଡ଼ିବ ନା ଭାସିବ ବୁଝାଅ । (ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଏକ ଗ୍ରାମ୍ / ସେମି^{3}) ।

●●●

ଅଷ୍ଟମ ଅଧ୍ୟାୟ

କାର୍ଯ୍ୟ ଓ ଶକ୍ତି

(WORK AND ENERGY)

ପୂର୍ବ ଅଧ୍ୟାୟମାନଙ୍କରେ ଆମେ ଗତିର କାରଣ, ଏହାର ବିଭାଗୀକରଣ ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କରିଅଛୁ । ଗତି ପରି ଆଉ ଏକ ମୌଳିକ ଧାରଣା ଯାହା ବହୁତ ପ୍ରାକୃତିକ ଘଟଣାକୁ ବୁଝାଇବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ, ତାହା ହେଉଛି କାର୍ଯ୍ୟ । କାର୍ଯ୍ୟ ଅଙ୍ଗାଙ୍ଗୀଭାବେ ଶକ୍ତି ସହ ଜଡ଼ିତ । ଆସ ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ କାର୍ଯ୍ୟ ଓ ଶକ୍ତି ବିଷୟରେ ବିସ୍ତୃତ ଭାବରେ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

8.1 କାର୍ଯ୍ୟ କ'ଣ ?

(What is Work ?)

ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଆମେ କାର୍ଯ୍ୟ ଶବ୍ଦଟିର ଅର୍ଥ ଯେପରି ବୁଝୁ ବିଜ୍ଞାନରେ ବିଶେଷତଃ ସେପରି ବୁଝାଯାଏ ନାହିଁ । ଏହି ପ୍ରଭେଦକୁ ସ୍ପଷ୍ଟ କରିବା ପାଇଁ କେତେକ ଉଦାହରଣକୁ ବିଚାରକୁ ନିଆଯାଇପାରେ । ଯେପରିକି ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରେ ବସି କିଛି କ୍ରିୟା (action) କରିବା, ଅଧିକ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରି କାନ୍ଥକୁ ଠେଲିବା, ମୁଣ୍ଡରେ ବୋଝ ମୁଣ୍ଡେଇ ଠିଆ ହୋଇ ରହିବା, ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରେ ଠିଆ ହୋଇ ପାଠ ପଢାଇବା ବା ଚୌକିରେ ବସି ପାଠ ପଢ଼ିବାକୁ ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଅନେକ ବ୍ୟକ୍ତି କାର୍ଯ୍ୟ ବୋଲି ଭାବନ୍ତି । ମାତ୍ର ବିଜ୍ଞାନରେ ଏହାକୁ କାର୍ଯ୍ୟ ବୋଲି ବିବେଚନା କରାଯାଏ ନାହିଁ । କାରଣ କାର୍ଯ୍ୟ କ'ଣ ଓ କାର୍ଯ୍ୟ କେତେବେଳେ ହୁଏ ତାହା କାର୍ଯ୍ୟର ସଂଜ୍ଞା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । **ବାହ୍ୟବଳ ପ୍ରଭାବରେ ବସ୍ତୁ ବିସ୍ଥାପିତ ହେଲେ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦିତ ହୁଏ । ବିସ୍ଥାପନ ବିନା କାର୍ଯ୍ୟ ହୁଏନା ।**

ଉପରୋକ୍ତ ଉଦାହରଣ ଗୁଡ଼ିକରେ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ ସତ୍ତ୍ୱେ ବସ୍ତୁ ବିସ୍ଥାପିତ ନହୋଇ ସ୍ଥିର ରହୁଥିବାରୁ ଏଠାରେ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦିତ ହେଉନାହିଁ । ଅପର ପକ୍ଷରେ ଗୋଟିଏ କୋଠାଘରରେ ଶିଡ଼ିରେ ଚଢ଼ିଲାବେଳେ ବା ଗୋଟଏ ଗଛ ଚଢ଼ିବା ସମୟରେ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦିତ ହୁଏ । ଯେଉଁ ଲୋକଟି ଶିଡ଼ି ବା ଗଛ ଚଢ଼େ ତାହାର ବିସ୍ଥାପନ ହୁଏ । ତେଣୁ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦିତ ହୁଏ । ବିଜ୍ଞାନର ସଂଜ୍ଞା ଅନୁଯାଇ ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ମଧ୍ୟ ଯଥେଷ୍ଟ ଅଧିକ ହୋଇପାରେ । ଅତଏବ ଆମେ ନିତିଦିନିଆ ଜୀବନରେ କାର୍ଯ୍ୟ ବୋଲି ଭାବୁଥିବା ଅନେକ ପ୍ରକାରର ବିସ୍ଥାପନ-ଶୂନ୍ୟ ଶାରୀରିକ ଓ ମାନସିକ କ୍ରିୟାରେ ବିଜ୍ଞାନ ଅନୁସାରେ କାର୍ଯ୍ୟ ହୋଇନଥାଏ ।

8.1.1 ବୈଜ୍ଞାନିକ ଦୃଷ୍ଟିରେ କାର୍ଯ୍ୟ :

(Scientific Concept of Work)

ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ କେତେବେଳେ କାର୍ଯ୍ୟ ହୁଏ, କେତେବେଳେ କାର୍ଯ୍ୟ ହୁଏ ନାହିଁ, ତାହା ଜାଣିବା ପାଇଁ ତଥା ବୈଜ୍ଞାନିକ ପରିଭାଷାରେ କାର୍ଯ୍ୟର ସଂଜ୍ଞାକୁ ସରଳଭାବରେ ବୁଝିବା ପାଇଁ ଚାଲ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ଉଦାହରଣଗୁଡ଼ିକୁ ଅନୁଧ୍ୟାନ କରିବା ।

1. ଭୂମି ଉପରେ ଥିବା ଏକ ବସ୍ତୁକୁ ବଳପ୍ରୟୋଗ କରି ଠେଲିବା ଦ୍ୱାରା ତାହା ବିସ୍ଥାପିତ ହେଲେ ପ୍ରୟୋଗ ବଳ (ଠେଲିବା) ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ ।
2. ପିଲାଟିଏ ଟ୍ରଲିକୁ ଟାଣିବାଦ୍ୱାରା ଟ୍ରଲିଟି ଗତି କରେ। ଏଠାରେ ଟଣାବଳ ଦ୍ୱାରା ଟ୍ରଲି ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦିତ ହୁଏ ।
3. ଟେବୁଲ ଉପରେ ଥିବା ବହିଟିକୁ ଉପରକୁ ଉଠାଇଲେ ବହିଟି ଉପରେ ବଳପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥାଏ । ଯାହା ଦ୍ୱାରା ବହିଟି କିଛି ଉଚ୍ଚକୁ ଉଠିଥାଏ । ତେଣୁ ଏଠାରେ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦିତ ହୁଏ ।

ଉପରୋକ୍ତ ଉଦାହରଣଗୁଡ଼ିକୁ ଭଲଭାବରେ ଅନୁଧ୍ୟାନ କଲେ ଜଣାଯାଏ ଯେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ପାଇଁ ଅନ୍ତତଃ ଦୁଇଟି କାରକର ଆବଶ୍ୟକତା ରହିଛି । ଏଥିରେ ପ୍ରଥମଟି ହେଲା ବଳର ପ୍ରୟୋଗ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟଟି ହେଲା ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଅନ୍ୟ ସ୍ଥାନକୁ ବସ୍ତୁଟିର ବିସ୍ଥାପନ ।

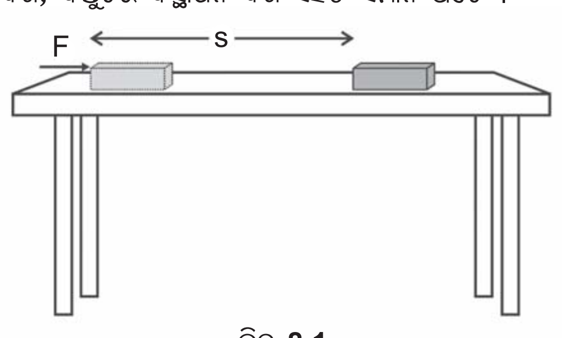
ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 8.1

ତୁମର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ କାର୍ଯ୍ୟକରିବାର କିଛି ଉଦାହରଣକୁ ମନେ ପକାଅ ଓ ତା'ର ଏକ ତାଲିକା ପ୍ରସ୍ତୁତ କର । ଏପରି ଉଦାହରଣଗୁଡ଼ିକୁ ତୁମ ସାଙ୍ଗମାନଙ୍କ ସହିତ ଆଲୋଚନା କର ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକଟି କ୍ଷେତ୍ରରେ କାର୍ଯ୍ୟ ହୋଇଛିକି ନାହିଁ ସେ ବିଷୟରେ ଚିନ୍ତା କର । ଏପରି କିଛି ଉଦାହରଣ ଦିଅ ଯେଉଁଠାରେ କି ବଳପ୍ରୟୋଗ ହୋଇ ମଧ୍ୟ ବସ୍ତୁଟିର ଅବସ୍ଥାନରେ କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୋଇନାହିଁ । ଏପରି ପରିସ୍ଥିତି ବିଷୟରେ ଚିନ୍ତାକର ଯେଉଁଠାରେ କି କୌଣସି ବଳ ପ୍ରୟୋଗ ନହୋଇ ମଧ୍ୟ ବସ୍ତୁଟି ବିସ୍ଥାପିତ ହୋଇପାରିଛି ।

8.1.2 ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବଳ ଦ୍ୱାରା ସମ୍ପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ :

(Work Done by a Constant Force)

ବୈଜ୍ଞାନିକ ପରିଭାଷାରେ କାର୍ଯ୍ୟର ସଂଜ୍ଞା କିପରି ହେବ ତାହା ଉପରେ ଆମେ ଆଲୋଚନା କଲେ । ଏବେ ଏହାକୁ ଆହୁରି ସରଳଭାବେ ବୁଝିବାକୁ ଏକ ଉଦାହରଣ ନେବା, ଯେଉଁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍ତୁଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବାହ୍ୟବଳର ଦିଗ, ବସ୍ତୁଟିର ବିସ୍ଥାପନ ଦିଗ ସହିତ ସମାନ ଅଟେ ।



ଚିତ୍ର **8.1**

ମନେକର ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବଳ 'F' କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଛି । ଚିତ୍ରରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ବଳ ପ୍ରୟୋଗ ଫଳରେ ଏହି ବସ୍ତୁଟି ବଳପ୍ରୟୋଗର ଦିଗରେ 's' ଦୂରତା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବିସ୍ଥାପିତ ହେଲା । ଏହା ଫଳରେ ମନେକର 'W' କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦିତ ହେଲା । ଏହି ଉଦାହରଣରେ ବଳ ଓ ବିସ୍ଥାପନର ଗୁଣଫଳ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ସହ ସମାନ । ଗାଣିତିକ ଭାଷାରେ :

କାର୍ଯ୍ୟ = ବଳ × ବିସ୍ଥାପନ

$W = F.s$ 8.1

କାର୍ଯ୍ୟର କେବଳ ପରିମାଣ ଥାଏ, ଦିଗ ନଥାଏ । ତେଣୁ କାର୍ଯ୍ୟ ଏକ ଅଦିଶ ରାଶି । କାର୍ଯ୍ୟର ଏକକ ବଳ ଓ ବିସ୍ଥାପନର ଏକକ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । କାର୍ଯ୍ୟର ଦୁଇଟି ମୌଳିକ ଏକକ ହେଲା ଜୁଲ୍ (Joule) ଓ ଅର୍ଗ (Erg) । ଯଦି ଏକ ଡାଇନ୍ ବଳ ଏକ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରି ବସ୍ତୁକୁ ବଳ ଦିଗରେ ଏକ ସେଣ୍ଟିମିଟର ବିସ୍ଥାପିତ କରେ ତେବେ ବଳ ଦ୍ୱାରା ସମ୍ପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣକୁ ଏକ ଅର୍ଗ କୁହାଯାଏ ।

ସେହିପରି ଯଦି ଏକ ନିଉଟନ ବଳ ଏକ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟକରି ବସ୍ତୁକୁ ବଳ ଦିଗରେ ଏକ ମିଟର ବିସ୍ଥାପିତ କରେ ତେବେ ବଳଦ୍ୱାରା ସମ୍ପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟକୁ ଏକ ଜୁଲ୍ କୁହାଯାଏ ।

1 ଅର୍ଗ = 1 ଡାଇନ୍ × 1 ସେମି

1 ଜୁଲ୍ = 1 ନିଉଟନ × 1 ମିଟର

ଜୁଲ୍ ଓ ଅର୍ଗ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପର୍କ :

1 ଜୁଲ୍ = 1 ନିଉଟନ × 1 ମିଟର

= 10^5 ଡାଇନ × 10^2 ସେମି

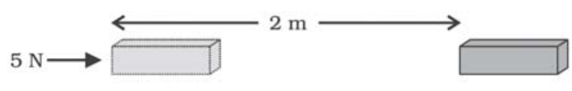
= 10^7 ଡାଇନ × ସେମି

= 10^7 ଅର୍ଗ

ଉଦାହରଣ : 8.1

5 ନିଉଟନ ବଳ ଏକ ବସ୍ତୁକୁ ବଳ ଦିଗରେ 2 ମିଟର ବିସ୍ଥାପିତ କରାଇଲେ, ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ କେତେ ?

ଉତ୍ତର :



ଚିତ୍ର **8.2**

ବଳ, F = 5 ନିଉଟନ

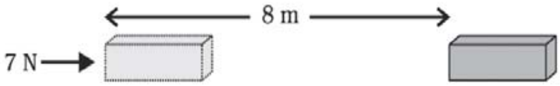
ବିସ୍ଥାପନ, s = 2 ମିଟର

ସମ୍ପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ, W = Fs

= 5 ନିଉଟନ × 2 ମିଟର = 10 ଜୁଲ୍

ପ୍ରଶ୍ନ :

ଏକ 7 ନିଉଟନ ପରିମାଣର ବଳ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇ ବସ୍ତୁଟିକୁ ବଳ ଦିଗରେ ୫ ମିଟର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବିସ୍ଥାପନ କରିପାରିଲା (ଚିତ୍ର ୫.3) । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ କେତେ ?



ଚିତ୍ର **8.3**

ଘରର କାନ୍ଥକୁ ତୁମେ ହାତରେ ଠେଲି ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ କାନ୍ଥ ଘୁଞ୍ଚି ପାରେନା । କାନ୍ଥର ବିସ୍ଥାପନ ହୁଏନା । ତେଣୁ ପ୍ରଚେଷ୍ଟା ଥିଲେ ମଧ୍ୟ ବଳ ଦ୍ୱାରା କୌଣସି କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦିତ ହୁଏନା । ବଳଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନ ହେଲେ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦିତ ହୁଏ ବୋଲି ପୂର୍ବରୁ କୁହାଯାଇଛି । କାର୍ଯ୍ୟ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ବା ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ହୋଇପାରେ । ପ୍ରଯୁକ୍ତ ବଳ ଦିଗରେ ବିସ୍ଥାପନ ହେଲେ କାର୍ଯ୍ୟ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ହୁଏ । ପ୍ରଯୁକ୍ତ ବଳର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ବିସ୍ଥାପନ ହେଲେ କାର୍ଯ୍ୟ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ହୁଏ । ପାହାଡ଼ରୁ ଓହ୍ଲାଇବାବେଳେ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ଆମ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟକରି ଆମର ଓହ୍ଲାଇବାକୁ ସହଜ କରେ । ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆମର ବିସ୍ଥାପନ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ଦିଗରେ ତଳକୁ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ଏହି ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ଦ୍ୱାରା ଯେଉଁ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦିତ ହୁଏ, ତାହା ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଅଟେ ।

ପାହାଡ଼ ଉପରକୁ ଚଢ଼ିବା ବେଳେ, କୂଅରୁ ପାଣି କାଢ଼ିବା ବେଳେ, କିଛି ଭାରିପଦାର୍ଥ ଉଠାଇବାବେଳେ, ଲିଫଟ୍ (lift)ରେ ଉପରକୁ ଗଲାବେଳେ, ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନ ହୁଏ । ବଳର ଦିଗକୁ ଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଧରିଲେ ବିସ୍ଥାପନର ଦିଗକୁ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ଧରାଯାଏ । ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ କାର୍ଯ୍ୟ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ବିରୁଦ୍ଧରେ (opposite) ହୁଏ, ଯାହା ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ କାର୍ଯ୍ୟ ଅଟେ ।

କାର୍ଯ୍ୟ = ବଳ × ବିସ୍ଥାପନ

$$W = F \times (-s)$$

ତେଣୁ $W = -Fs$

ଉଦାହରଣ : 8.2

ଜଣେ କୁଲି 15 କିଗ୍ରା ଓଜନର ଏକ ବ୍ୟାଗକୁ ତଳୁ 1.5 ମିଟର ଉଠାଇ ନିଜ ମୁଣ୍ଡ ଉପରେ ରଖିଲା । ଏଠାରେ କୁଲିଦ୍ୱାରା ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଥିବା କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ କେତେ ? (g = 10 ମି / ସେ^{2})

ଉତ୍ତର :

ବ୍ୟାଗର ବସ୍ତୁତ୍ୱ, m = 15 କି.ଗ୍ରା

ବ୍ୟାଗର ବିସ୍ଥାପନ, s = 1.5 ମି.

ବ୍ୟାଗର ଓଜନ ଏକ ବଳ ଯାହା ବ୍ୟାଗ ଉପରେ ପଡୁଥିବା ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ mg ଅଟେ । କୁଲି ଏହାର ସମପରିମାଣର ବଳ ଉପର ଆଡ଼କୁ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ଯାଇଁ ବ୍ୟାଗଟିକୁ ଉପରକୁ ଟେକି ପାରିବ । କୁଲି ପ୍ରୟୋଗ କରୁଥିବା ବଳ ଓ ବ୍ୟାଗର ବିସ୍ଥାପନର ଦିଗ ଉଭୟ ଉପର ଆଡ଼କୁ ଅର୍ଥାତ୍ ଗୋଟିଏ ଦିଗକୁ ହୋଇଥାଏ ।

ମୋଟ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ

$W = F \times s$

$= mg \times s$

= 15 କିଗ୍ରା × 10 ମି / ସେ^{2} × 1.5 ମି

= 225 ନିଉଟନ × ମିଟର

= 225 ଜୁଲ୍

ଅତଏବ କୁଲିଟି 225 ଜୁଲ୍ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଛି ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ଆମେ କେଉଁ କ୍ଷେତ୍ରରେ କହିବା ଯେ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଛି ?
2. କାର୍ଯ୍ୟର ଏକ ଉଦାହରଣ ଦିଅ ଯେଉଁଠାରେ କି ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବଳ ଏବଂ ଏହାଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନ ଏକ ଦିଗରେ ହୋଇଥିବ ।
3. କାର୍ଯ୍ୟର ଆଉ ଏକ ଉଦାହରଣ ଦିଅ ଯେଉଁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବଳ ଓ ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନ ବିପରୀତ ଦିଗରେ ହୋଇଥିବ ।
4. ଏକ ଜୁଲ୍ କାର୍ଯ୍ୟକୁ ଗାଣିତିକ ଭାଷାରେ ପ୍ରକାଶ କର ।

8.2 ଶକ୍ତି
(Energy)

ଶକ୍ତି ବିନା ଜୀବନରେ ବିକାଶ ଅସମ୍ଭବ । କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ପାଇଁ ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ । ଆମ ଜୀବନରେ ଶକ୍ତିର ଆବଶ୍ୟକତା ଦିନକୁ ଦିନ ବଢ଼ିଚାଲିଛି । ଆମେ ଏହି ଶକ୍ତି ପାଉ କେଉଁଠୁ ? ଆମ ପାଇଁ ସୂର୍ଯ୍ୟ ହେଉଛି ସବୁଠାରୁ ବଡ଼ ପ୍ରାକୃତିକ ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସ । ଆମର ବିଭିନ୍ନ ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସ ଏହି ସୌରଶକ୍ତିରୁହିଁ ମିଳିଥାଏ । ଏଥିପାଇଁ ସୂର୍ଯ୍ୟକୁ ସକଳ ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଏହାଛଡ଼ା ଆମେ ଅଣୁ, ପରମାଣୁ, ଭୂଗର୍ଭ, ପବନ ଏବଂ ସାମୁଦ୍ରିକ ଢେଉ ବା ଜୁଆରରୁ ମଧ୍ୟ ଶକ୍ତି ପାଇଥାଉ । ଶକ୍ତିର ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଉତ୍ସ ମଧ୍ୟ ଅଛି । ସେମାନଙ୍କ ବିଷୟରେ ତୁମେ ଚିନ୍ତା କରିପାରିବ କି ?

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 8.2

ଉପର ଆଲୋଚନାରେ ଆମେ ମାତ୍ର କେତୋଟି ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସ ବିଷୟରେ ସୂଚନା ଦେଇଛୁ । ଏହାଛଡ଼ା ଆହୁରି ଅନେକ ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସ ରହିଛି । ତାହାର ଏକ ତାଲିକା ପ୍ରସ୍ତୁତ କର । ତୁମ ସାଙ୍ଗମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଛୋଟ ଛୋଟ ଗ୍ରୁପ୍ କରି କେଉଁ କେଉଁ ଶକ୍ତି ସୂର୍ଯ୍ୟଠାରୁ ମିଳିଥାଏ, ତାହା ଉପରେ ଆଲୋଚନା କର । ଏପରି କୌଣସି ଶକ୍ତି ରହିଛି, ଯାହାକି ସୂର୍ଯ୍ୟଠାରୁ ଆସି ନାହିଁ ? ତାହାର ଏକ ତାଲିକା କର । ଆମର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ଆମେ 'ଶକ୍ତି' ଶବ୍ଦର ବହୁଳ ବ୍ୟବହାର କରିଥାଉ । ବୈଜ୍ଞାନିକ ପରିଭାଷାରେ ଶକ୍ତିର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସଂଜ୍ଞା ଏବଂ ଅର୍ଥ ରହିଛି । ଏବେ ଏକ ଉଦାହରଣ ଦେଖିବା ।

କ୍ରିକେଟ୍ ଖେଳବେଳେ ଗୋଟିଏ ପଟରୁ ବୋଲର ଫିଙ୍ଗିଥିବା କ୍ରିକେଟ ବଲ୍, ପିଚ୍‌ର ଆରପଟେ ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହିଥିବା ୱିକେଟ୍ ଦେହରେ ବେଳେ ବେଳେ ବାଜି ୱିକେଟକୁ ଦୂରକୁ ଫିଙ୍ଗି ଦେଇଥାଏ । କୌଣସି ବସ୍ତୁକୁ ଉପରକୁ କିଛି ଉଚ୍ଚତା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଉତ୍ତୋଳିତ କଲେ ସେହି ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାର କ୍ଷମତା ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । କାଠଖଣ୍ଡ ଉପରେ ଲୁହାକଣ୍ଟା ରଖି କଣ୍ଟା ଉପରେ ମାର୍‌ତୁଲ୍‌ରେ ପ୍ରହାର କଲେ ଲୁହାକଣ୍ଟାଟି କାଠ ଭିତରକୁ ପଶିଯାଏ । ଛୋଟ ପିଲାମାନଙ୍କର ଚାବିଦିଆ ଖେଳନା କାର୍‌ରେ ଚାବିଦେଇ ଚଟାଣରେ ଛାଡ଼ିଦେଲେ ସେହି ଖେଳନା କାରଟି ଆପେ ଆପେ ଆଗକୁ ଚାଲେ ଯାହାକୁ ଦେଖି ପିଲାମାନେ ଖୁସି ହୋଇଯାଆନ୍ତି ।

ଏହି ସମସ୍ତ ଉଦାହରଣରୁ ଜଣାପଡୁଛି ଯେ ବସ୍ତୁ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାପାଇଁ କ୍ଷମତା ହାସଲ କରିପାରେ । ଯେଉଁ ବସ୍ତୁର କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାପାଇଁ କ୍ଷମତା ଥାଏ ତାହା ମଧ୍ୟରେ ଶକ୍ତି ରହିଥାଏ । ବସ୍ତୁ ନିଜେ କାର୍ଯ୍ୟ କଲେ ତାହାର ଶକ୍ତି ହ୍ରାସ ପାଏ । ମାତ୍ର ଯେତେବେଳେ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ବାହ୍ୟବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରାହୋଇଥାଏ ଓ ସେହି ବଳ ଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁ ଉପରେ କିଛି କାର୍ଯ୍ୟ କରାଯାଏ, ସେତେବେଳେ ବସ୍ତୁର ଶକ୍ତି ବୃଦ୍ଧି ପାଏ । ଯଦି ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ଅଧିକ ଶକ୍ତି ଥାଏ, ତେବେ ସେହି ବସ୍ତୁ ନିକଟରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ପାଇଁ ଅଧିକ କ୍ଷମତା ଥାଏ । **କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାର ସାମର୍ଥ୍ୟକୁ ଶକ୍ତି କୁହାଯାଏ ।** ବସ୍ତୁ ନିକଟରେ ଶକ୍ତିଥିଲେ ତାହା କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାପାଇଁ ସମର୍ଥ ହୋଇଥାଏ ।

ଗୋଟିଏ ସମତଳରେ ଦୁଇଟି ଗୋଲାକାର ବସ୍ତୁ ଛଡ଼ା ଛଡ଼ା ହୋଇରହିଛି । ତନ୍ମଧ୍ୟରୁ ଦ୍ୱିତୀୟ ଗୋଲକଟି ସ୍ଥିର ରହିଛି । ପ୍ରଥମ ଗୋଲକଟିକୁ ଦ୍ୱିତୀୟ ଗୋଲକ ଆଡ଼କୁ ଗଡ଼ାଇ ଦିଆଗଲା । ଗଡ଼ି ଗଡ଼ି ଗତି କରୁଥିବା ପ୍ରଥମ ଗୋଲକରେ ଗତିଜ ଶକ୍ତି ରହିଛି । ଯେତେବେଳେ ପ୍ରଥମ ଗୋଲକଟି ଦ୍ୱିତୀୟ ଗୋଲକକୁ ଧକ୍କା ଦେବ, ସେତେବେଳେ ପ୍ରଥମ ଗୋଲକଟି ଦ୍ୱିତୀୟ ଗୋଲକ ଉପରେ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିବ । ଏହାଦ୍ୱାରା ପ୍ରଥମ ଗୋଲକର ଶକ୍ତିର ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ବା କିଛିଅଂଶ ଦ୍ୱିତୀୟ ଗୋଲକକୁ ସଂଚାରିତ ହେବ ଏବଂ ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହିଥିବା ଦ୍ୱିତୀୟ ଗୋଲକଟି ପ୍ରଥମ ଗୋଲକଠାରୁ କିଛି ଶକ୍ତି ଆହରଣ କରିବ ଓ ତାହା ଗତିଶୀଳ ହୋଇ ସମତଳ ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ଗଡ଼ିବା ଆରମ୍ଭ କରିବ । ପ୍ରଥମ ଗୋଲକର ଶକ୍ତି ଥିଲା, ଯାହା ଦ୍ୱାରା ଧକ୍କା ମାରିଲାବେଳେ ଗୋଲକଟି କାର୍ଯ୍ୟ କରି ଦ୍ୱିତୀୟ ଗୋଲକକୁ ଗତିଶୀଳ କରାଇପାରିଲା । ତେଣୁ ବସ୍ତୁରେ ଶକ୍ତିଥିଲେ ତାହା କାର୍ଯ୍ୟ କରିପାରେ । କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାର ସାମର୍ଥ୍ୟ ଦ୍ୱାରା ଶକ୍ତିକୁ ମପାଯାଇ ପାରିବ । କାର୍ଯ୍ୟ ଓ ଶକ୍ତିର ଏକକ ସମାନ । ଶକ୍ତିର ଏକକ ଜୁଲ୍ (joule) ଅଟେ । ଏକ ଜୁଲ୍ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାକୁ ଏକ ଜୁଲ୍ ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ । ବେଳେବେଳେ ଶକ୍ତିର ଏକ ବଡ଼ ଏକକ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ଯାହାକୁ କିଲୋଜୁଲ୍ (kilo joule) କୁହାଯାଏ ।

1 କିଲୋଜୁଲ୍ = 1,000 ଜୁଲ୍ ।

୫.2.1 **ଶକ୍ତିର ପ୍ରକାରଭେଦ :**

(Forms of Energy)

ସୌଭାଗ୍ୟବଶତଃ ଆମେ ଯେଉଁ ପୃଥିବୀରେ ରହୁଛୁ ତାହା ଆମକୁ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଶକ୍ତି ଯୋଗାଇଥାଏ । ଶକ୍ତିର ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ରୂପ ଅଛି ଯାହା ମଧ୍ୟରେ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି (ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି + ଗତିଜ ଶକ୍ତି), ତାପଜଶକ୍ତି, ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତି, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଏବଂ ଆଲୋକ ଶକ୍ତି ଇତ୍ୟାଦି ପ୍ରଧାନ । ଏହା ଛଡ଼ା ଆହୁରି ଅନେକ ପ୍ରକାରର ଶକ୍ତି ମଧ୍ୟ ଅଛି । ସେହି ଶକ୍ତିମାନଙ୍କ ସମ୍ପର୍କରେ ଚିନ୍ତା କର ।

ଜେମସ୍ ପ୍ରେସକଟ୍ ଜୁଲ୍
(1818-1889)

ଜେମସ୍ ପ୍ରେସକଟ୍ ଜୁଲ୍ ଜଣେ ବିଖ୍ୟାତ ବ୍ରିଟିଶ୍ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ ଥିଲେ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଏବଂ ଥର୍ମୋଡାଇନା-ମିକ୍ସର ଅଧ୍ୟୟନ ଏବଂ ଗବେଷଣା ପାଇଁ ସେ ବେଶ୍ ଜଣାଶୁଣା ଏବଂ ପ୍ରସିଦ୍ଧ । ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଗବେଷଣା ମଧ୍ୟରେ ସେ ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ଶକ୍ତିର ତାପୀୟ ପରିପ୍ରକାଶ ଉପରେ ଅନୁଧ୍ୟାନ କରି ଏକ ନିୟମ ବାହାର କରିଥିଲେ । ସେ ମଧ୍ୟ ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ଭାବେ ଶକ୍ତିର ରୂପାନ୍ତରଣକୁ ଅନୁଧ୍ୟାନକରି ତାପର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ସମତୁଲ୍ୟତାର (mechanical equivalent of heat) ପରିମାଣକୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିଥିଲେ । ସେହି ମହାନ୍ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଏବଂ ଗବେଷକ ଜେମସ୍ ପ୍ରେସ୍‌କଟ୍ ଜୁଲ୍‌ଙ୍କ ନାମାନୁସାରେ କାର୍ଯ୍ୟ ଏବଂ ଶକ୍ତିର ଏକକକୁ ଜୁଲ୍ ଭାବେ ନାମକରଣ କରାଯାଇଛି ।

8.2.2 ଗତିଜ ଶକ୍ତି (Kinetic Energy) :

ତୁମପାଇଁ କାମ : 8.3

ବାଲୁକା ଶଯ୍ୟା ଉପରେ ଏକ ଓଜନିଆ ବଲ୍‌କୁ 25ସେ.ମି. ଉଚ୍ଚତାରୁ ପକାଇ ବାଲି ଉପରେ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ଅବତଳ ଆକାରର ଗାତର ଗଭୀରତାକୁ ମାପ । ଏହାପରେ ସେହି ବଲ୍‌କୁ 50 ସେମି, 1 ମିଟର ଓ 5 ମିଟର ଉଚ୍ଚତାରୁ ପକାଇ ପ୍ରତିଥର ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ଅଲଗା ଅଲଗା ଅବତଳ ଗାତର ଗଭୀରତା ମାପ । ପ୍ରତି ଅବତଳ ଗଭୀରତାକୁ ତୁଳନା କର । କେଉଁଟିର ଗଭୀରତା ଅଧିକ ଓ କେଉଁଟିର କମ୍ ତାହା ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କର ଓ କାରଣ ଖୋଜ । ଗାତର ଗଭୀରତା ଓ ବଲ୍ ପଡୁଥିବା ଉଚ୍ଚତା ମଧ୍ୟରେ କି ସମ୍ପର୍କ ଅଛି ତାହା ଜାଣିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କର ।

ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁ କାର୍ଯ୍ୟ କରିପାରେ । ଦୁଇଟି ସମାନ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରୁ ଅଧିକ ବେଗରେ ଗତିକରିଥିବା ବସ୍ତୁ ଅଧିକ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ । ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁ ଅନ୍ୟ କୌଣସି ବସ୍ତୁକୁ ଆଘାତ କରି ଠେଲି କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାକୁ ସମର୍ଥ ହୁଏ । କାରଣ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁରେ କିଛି ଶକ୍ତି ରହିଥାଏ ଯାହାଦ୍ୱାରା ତାହା କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାକୁ ସମର୍ଥ ହୋଇଥାଏ । **ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ତାହାର ଗତି ଯୋଗୁଁ ଯେଉଁ ଶକ୍ତି ଆହରଣ କରିଥାଏ, ତାହାକୁ ବସ୍ତୁର ଗତିଜ ଶକ୍ତି କୁହାଯାଏ ।** ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ବେଗ ବଢ଼ିଲେ ତାହାର ଗତିଜ ଶକ୍ତି ବୃଦ୍ଧିପାଏ ଓ ବେଗ କମିଲେ ତାହାର ଗତିଜ ଶକ୍ତି ହ୍ରାସ ପାଏ । ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁ କାର୍ଯ୍ୟ କଲେ ତାହାର ଗତିଜ ଶକ୍ତି ହ୍ରାସ ପାଏ । ସ୍ଥିର ବସ୍ତୁର ଗତିଜ ଶକ୍ତି ଶୂନ୍ ଅଟେ । ଅର୍ଥାତ୍ ସ୍ଥିର ବସ୍ତୁର ଗତିଜ ଶକ୍ତି ନଥାଏ ।

ରାସ୍ତାରେ ଚାଲୁଥିବା କାର୍, ଆକାଶରେ ଉଡୁଥିବା ଉଡ଼ାଜାହାଜ, ଗଛରୁ ତଳକୁ ପଡୁଥିବା ଫଳ, ବନ୍ଧୁକରୁ ନିର୍ଗତ ହୋଇଥିବା ବୁଲେଟ୍‌ରେ ସେମାନଙ୍କ ଗତି ଯୋଗୁ ଗତିଜ ଶକ୍ତି ଥାଏ ।

ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁ ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାକୁ ଆସିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଯେଉଁ ପରିମାଣର କାର୍ଯ୍ୟକରେ ତାହା ତାର ଗତିଜ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ସହିତ ସମାନ ଅଟେ । ଗତିର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ବସ୍ତୁର ବେଗ ଧୀରେ ଧୀରେ କମିଯାଏ ଓ ଶେଷରେ ବସ୍ତୁଟି ସ୍ଥିର ହୋଇଯାଏ । ଏଠାରେ ବସ୍ତୁ ପ୍ରତିରୋଧୀ ବଳ ବିରୁଦ୍ଧରେ ନିଜର ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରି କାର୍ଯ୍ୟ କରେ ଏବଂ ମୋଟ୍ ସମ୍ପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ ତାର ଗତିଜ ଶକ୍ତି ସହ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।

କୌଣସି ବସ୍ତୁର ଗତିଜ ଶକ୍ତିକୁ ଏକ ସମୀକରଣ ମାଧ୍ୟମରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇ ପାରିବ । ମନେକର (m) ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଗୋଟିଏ ସରଳରେଖାରେ (u) ସ୍ଥିର ପରିବେଗରେ ଗତି କରୁଛି । ଏହି ବସ୍ତୁ ଉପରେ ତାର ଗତିର ଦିଗରେ (F) ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରାଗଲା । ଏହା ଯୋଗୁ

ବସ୍ତୁରେ (a) ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହେଲା ଓ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଲା । ବସ୍ତୁଟି ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଗତିରେ ସରଳରେଖାରେ (s) ଦୂରତ୍ୱ ଅତିକ୍ରମ କଲାପରେ ମନେକର ତା'ର ପରିବେଗ (v) ହେଲା । ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ଗତିର ତୃତୀୟ ସମୀକରଣ ଅନୁସାରେ

$v^2 = u^2 + 2as$ ......(8.2)

କିମ୍ବା, $v^2 - u^2 = 2as$

$$s = \frac{v^2 - u^2}{2a} \quad ......(8.3)$$

ପୁଣି $F = ma$

ଯଦି W = ପ୍ରୟୋଗ ବଳଦ୍ୱାରା ସମ୍ପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ ହୁଏ,

ତେବେ $$W = F.s = ma \times \left(\frac{v^2 - u^2}{2a}\right)$$

କିମ୍ବା $$W = \frac{1}{2}m\left(v^2 - u^2\right)$$

$$= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 \quad ......(8.4)$$

ଯଦି ପ୍ରାରମ୍ଭରୁ ବସ୍ତୁ ସ୍ଥିର ରହିଥାଏ ତେବେ ତାହାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବେଗ (u) ଶୂନ୍ୟ ଅଟେ । ତେଣୁ ସେ କ୍ଷେତ୍ରରେ

$$W = \frac{1}{2}mv^2 \quad ......(8.5)$$

ଏହି କାର୍ଯ୍ୟ ବାହ୍ୟବଳ ଦ୍ୱାରା ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଛି । ଏହା ସମପରିମାଣର ଗତିଜ ଶକ୍ତି (E_k) ଭାବରେ ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ରହେ ।

ତେଣୁ $E_k = W$

କିମ୍ବା $$E_k = W = \frac{1}{2}mv^2 \quad ......(8.6)$$

ଏହି ସମୀକରଣ ଅନୁସାରେ ଗତିଶୀଳ ବସ୍ତୁର ଗତିଜ ଶକ୍ତି ତାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ (m) ଓ ପରିବେଗ (v) ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

ଉଦାହରଣ : 8.3

15 କିଗ୍ରା ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ବସ୍ତୁ 4 ମି/ସେ ପରିବେଗରେ ଗତି କରୁଛି ବସ୍ତୁର ଗତିଜ ଶକ୍ତି କେତେ ?

ଉତ୍ତର :

ଏଠାରେ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ m = 15 କିଗ୍ରା

ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ v = 4 ମି/ସେ

ସମୀକରଣ 8.6 ଅନୁସାରେ,

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

= ½ × 15 କିଗ୍ରା × (4ମି / ସେ)^2

= 120 କିଗ୍ରା × (ମି / ସେ)^2

= 120 ଜୁଲ୍

∴ ବସ୍ତୁଟିର ଗତିଜ ଶକ୍ତି 120 ଜୁଲ୍ ଅଟେ ।

ଉଦାହରଣ : 8.4

1500 କିଗ୍ରା ଓଜନର ଏକ ମୋଟର କାର୍‌ର ବେଗ 30 କିମି / ଘଣ୍ଟାରୁ 60 କି.ମି./ ଘଣ୍ଟାକୁ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଲେ, କେତେ ପରିମାଣର କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦିତ ହୁଏ ?

ଉତ୍ତର :

ମୋଟର କାର୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ, m = 1500 କିଗ୍ରା

କାର୍‌ର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବେଗ, u = 30 କିମି / ଘଣ୍ଟା

$= 30 \times \frac{5}{18}$ ମି / ସେ

$= \frac{25}{3}$ ମି / ସେ = 8.33 ମି / ସେ

(କିମି / ଘ କିପରି ମି / ସେ ହେଲା ଲକ୍ଷ୍ୟ କର)

ଅନ୍ତିମ ବେଗ, v = 60 କିମି / ଘଣ୍ଟା

$= 60 \times \frac{5}{18}$ ମି / ସେ

$= \frac{50}{3}$ ମି / ସେ

= 16.66 ମି / ସେ

ମୋଟର କାରର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଗତିଜ ଶକ୍ତି,

$E_{ki} = \frac{1}{2} mu^2$

$= \frac{1}{2}$ × 1500 କିଗ୍ରା × (8.33 ମି / ସେ)^2

= 52041.68 ଜୁଲ୍

ଅନ୍ତିମ ଗତିଜ ଶକ୍ତି,

$E_{kf} = \frac{1}{2} mv^2$

$= \frac{1}{2}$ × 1500 କିଗ୍ରା × (16.67 ମି / ସେ)^2

= 208416.68 ଜୁଲ୍

ସମ୍ପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ = ଗତିଜଶକ୍ତିର ପରିବର୍ତ୍ତନ

W = ଅନ୍ତିମ ଗତିଜ ଶକ୍ତି (E_{kf}) –

ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଗତିଜ ଶକ୍ତି (E_{ki})

= 156375 ଜୁଲ୍ ।

[ମନେରଖ :

1 କିମି / ଘଣ୍ଟା $= \frac{5}{18}$ ମି / ସେ]

କେମିତି ହେଲା କହିଲ ?

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. କୌଣସି ବସ୍ତୁର ଗତିଜ ଶକ୍ତି କ'ଣ ?
2. ବସ୍ତୁର ଗତିଜ ଶକ୍ତିର ସମୀକରଣ ଲେଖ ?
3. ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ m, ପରିବେଗ 5 ମି/ସେ ଏବଂ ଗତିଜ ଶକ୍ତି 25 ଜୁଲ୍ । ଯଦି ବସ୍ତୁର ପରିବେଗକୁ ଦ୍ୱିଗୁଣିତ କରାଯାଏ, ତେବେ ତାହାର ଗତିଜଶକ୍ତି କେତେ ହେବ ? ଗତିଜ ଶକ୍ତି କେତେ ଗୁଣ ହୋଇଗଲା ?

8.2.3 **ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି :**

(Potential Energy)

ତୁମପାଇଁ କାମ : 8.4

ଗୋଟିଏ ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡ ନିଅ ଏହାର ଗୋଟିଏ ମୁଣ୍ଡକୁ ହାତରେ ଧରି ଅନ୍ୟ ମୁଣ୍ଡକୁ ଟାଣ । ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡଟି ଲମ୍ବା ହୋଇଯିବ । ବର୍ତ୍ତମାନ ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡର ଗୋଟିଏ ମୁଣ୍ଡକୁ ଛାଡ଼ିଦିଅ । କ'ଣ ହେଉଛି ଲକ୍ଷ୍ୟକର ? ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡଟି ତା'ର ମୂଳ ଅବସ୍ଥାକୁ ଫେରିଯିବ । ଏଠାରେ ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡଟି ତା'ର ପ୍ରସାରଣ ଯୋଗୁ ଶକ୍ତି ଅର୍ଜନ କରିଥାଏ ।

ତୁମପାଇଁ କାମ : 8.5

ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଉଚ୍ଚତା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ଉଠାଅ । ଉତ୍ତୋଳିତ ବସ୍ତୁଟି ଏବେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିପାରିବ । ଏହାକୁ ହାତରୁ ଛାଡ଼ିବା ମାତ୍ରେ ତାହା ତଳକୁ ଖସି ପଡ଼ିବ । ଏହା ଦର୍ଶାଏ ଯେ, ବସ୍ତୁଟି ଉଚ୍ଚକୁ ଉଠିବାମାତ୍ରେ ତାହା କିଛି ଶକ୍ତି ଅର୍ଜନ କରିଥାଏ ଯାହାଦ୍ୱାରା ସେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିପାରେ । ଯଦି ଉଚ୍ଚତା ବଢ଼ାଇ ଦିଆଯାଏ, ତେବେ ବସ୍ତୁଟି ଅଧିକ ଶକ୍ତି ଆହରଣ କରିବ ଏବଂ ଅଧିକ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରିପାରିବ । ବସ୍ତୁଟି କେଉଁଠାରୁ ଏହି ଶକ୍ତି ଗ୍ରହଣ କଲା ? ଏହା ବିଷୟରେ ଚିନ୍ତାକର ଓ ଆଲୋଚନା କର ।

କୌଣସି ବସ୍ତୁ ଆପେ ଆପେ ଉପରକୁ ଉଠି ପାରିବ ନାହିଁ । ବାହାରୁ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ବସ୍ତୁଟି ଉପରକୁ ଉଠିବ । ବାହ୍ୟବଳ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କିଛି କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ । ବସ୍ତୁଟି ଉପରେ ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ ଯୋଗୁଁ ତାହା କିଛି ଶକ୍ତି ଆହରଣ କରିଥାଏ । ଏହି ଶକ୍ତି ବସ୍ତୁକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୋଇ ବସ୍ତୁରେ ଗଚ୍ଛିତ ହୋଇ ରହେ । ଏହି ଗଚ୍ଛିତ ଶକ୍ତିକୁ ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି କୁହାଯାଏ ।

ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡକୁ ଟାଣି ଲମ୍ବା କଲେ ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡ ଉପରେ କିଛି କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦିତ ହୁଏ । ଏହି କାର୍ଯ୍ୟ ଯୋଗୁଁ ବିରୂପିତ ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡ କିଛି ଶକ୍ତି ଆହରଣ କରେ, ଯାହା ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡ ମଧ୍ୟରେ ଗଚ୍ଛିତ ହୋଇ ରହେ । ଏହି ଶକ୍ତିକୁ ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି କୁହାଯାଏ । ଏହା ବସ୍ତୁର ବିନ୍ୟାସ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

କୌଣସି ବସ୍ତୁ ତାହାର ଅବସ୍ଥାନ ଅଥବା ବିନ୍ୟାସ ଯୋଗୁଁ ହାସଲ କରିଥିବା ଶକ୍ତିକୁ ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି (Potential Energy) କୁହାଯାଏ ।

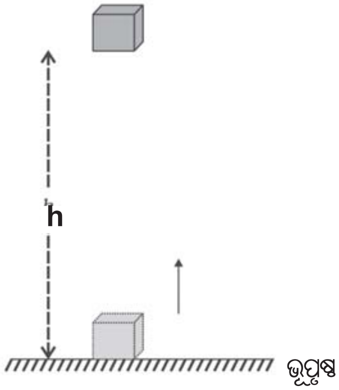
8.2.4 ଉଚ୍ଚ ସ୍ଥାନରେ ଥିବା ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି :

(Potential Energy of an Object at a Height)

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ କିଛି ଉଚ୍ଚତାକୁ ଉଠାଇଲେ ତାହା ଅଧିକ ଶକ୍ତି ଆହରଣ କରିଥାଏ । କାରଣ ବସ୍ତୁଟିକୁ ଉପରକୁ ଉଠାଇଲାବେଳେ ତାହା ଉପରେ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଥାଏ । ଉତ୍ତୋଳିତ ବସ୍ତୁଟିରେ ଗଚ୍ଛିତ ହୋଇଥିବା ଏପରି ଶକ୍ତିକୁ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣୀୟ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି କୁହାଯାଏ ।

ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ଭୂମି ଉପରେ କୌଣସି ଉଚ୍ଚତାକୁ ଉଠାଇବା ପାଇଁ ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଥିବା କାର୍ଯ୍ୟକୁ ସେହି ବସ୍ତୁର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣୀୟ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି (gravitational potential energy)

କୁହାଯାଏ । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଉଚ୍ଚତାରେ ଥିବା ବସ୍ତୁର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ପାଇଁ ଏକ ସୂତ୍ର ସହଜରେ ପ୍ରକାଶ କରିହେବ ।



ଚିତ୍ର **8.4**

ମନେକର ଉପରୋକ୍ତ ଚିତ୍ର 8.4ରେ (F) ପରିମାଣ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇ 'm' ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ଭୂପୃଷ୍ଠ ଉପରୁ 'h' ଉଚ୍ଚତା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଉଠାଗଲା । ଏହି ଉଚ୍ଚତା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଉଠାଇବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବା ନ୍ୟୂନତମ ବଳର ପରିମାଣ ବସ୍ତୁର ଓଜନ mg ସହିତ ସମାନ ଅଟେ ।

$$F = mg$$

ଏଠାରେ ବସ୍ତୁଟି ଉପରେ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳର ବିପରୀତ ଦିଗରେ ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଥିବା କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣକୁ W ନିଆଗଲେ,

W = ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ବାହ୍ୟ ବଳ (F) × ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନ (h)

$= mg \times h$

$= mgh$

ଏହି କାର୍ଯ୍ୟ ବସ୍ତୁଟିକୁ ଉପରକୁ ଉଠାଇଲାବେଳେ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ସମ୍ପାଦିତ ହୁଏ । ତେଣୁ ବସ୍ତୁର ଶକ୍ତି ବୃଦ୍ଧିପାଏ । ଏହି ସମ୍ପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ ବସ୍ତୁରେ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ରୂପରେ ଗଚ୍ଛିତ ହୋଇ ରହେ । ତେଣୁ (h) ଉଚ୍ଚତାରେ ଯଦି ବସ୍ତୁର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣୀୟ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି E_p ହୁଏ ତେବେ,

$$E_p = W = mgh \text{............} \quad (8.7)$$

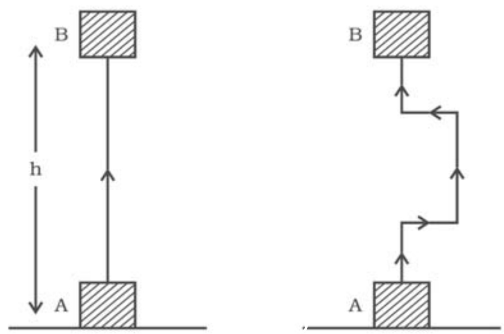
ଏଣୁ ଭୂପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥାନ ଜନିତ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି, ତାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ (m), ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ (g), ଏବଂ ଭୂପୃଷ୍ଠରୁ ବସ୍ତୁର ଉଚ୍ଚତା (h) ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

ବିଶେଷ ଜାଣିବା କଥା :

କୌଣସି ଭୌତିକ ରାଶିକୁ ମାପିବା ପାଇଁ ସେହି ମାପର ଶୁନକୁ ଚିହ୍ନିତ କରିବା ଦରକାର । (ଯେମିତି ସ୍କେଲ ଦ୍ୱାରା ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ମାପିବାପାଇଁ ସ୍କେଲର ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରେ ଶୁନ ବୋଲି ଚିହ୍ନିତ ହୋଇଥାଏ) । ଠିକ୍ ସେମିତି କୌଣସି ଉଚ୍ଚତାରେ ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ମାପିବା ପାଇଁ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତିର ମାପ କେଉଁଠି ବା କେଉଁ ପତନରେ ଶୁନ ହୋଇପାରେ ତାହା ପ୍ରଥମେ ବାଛିବା ଦରକାର । ଏହି ଶୁନ ମାପର ସ୍ତରକୁ ଭିତ୍ତିକରି ଭୂପୃଷ୍ଠର ଉପରେ କୌଣସି ଉଚ୍ଚତାରେ ରହିଥିବା ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।

ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ଦ୍ୱାରା ବା ତା ବିରୁଦ୍ଧରେ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ସମ୍ପାଦିତ ହେଉଥିବା କାର୍ଯ୍ୟ ଭୂପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ବସ୍ତୁଟିର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଓ ଅନ୍ତିମ ଅବସ୍ଥିତିର ଉଚ୍ଚତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିଥାଏ । ଏହା ବସ୍ତୁଟି କେଉଁ ପଥ ଦେଇ ଗତି କରିଛି ତାହା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରିନଥାଏ । ଚିତ୍ର 8.5 ଅନୁସାରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ A ସ୍ଥାନରୁ B ସ୍ଥାନକୁ ଦୁଇଟି ଅଲଗା ଅଲଗା ବାଟରେ ଗତି କରିଛି । ଏଠାରେ ABର ଉଚ୍ଚତା = h ଯାହା ଉଭୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସମାନ ।

ତେଣୁ ଉଭୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଥିବା କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ W = mgh



ଚିତ୍ର **8.5**

ଉଦାହରଣ 8.5

ଭୂମିଠାରୁ 6 ମିଟର ଉଚ୍ଚତାରେ ଥିବା 10 କିଗ୍ରା ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି କେତେ କଳନା କର । ($g = 9.8$ ମି / ସେ^{2})

ଉତ୍ତର :

ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $m = 10$ କିଗ୍ରା

ଭୂପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ବସ୍ତୁର ଉଚ୍ଚତା $h = 6$ ମି

ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ତ୍ୱରଣ $g = 9.8$ ମି / ସେ^{2}

ସମୀକରଣ 8.7 ଅନୁସାରେ,

ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି $E_p = mgh$

= 10 କିଗ୍ରା × 9.8 ମି / ସେ^{2} × 6 ମି

= 588 ଜୁଲ୍

∴ ବସ୍ତୁଟିର ସ୍ଥିତିଜଶକ୍ତି 588 ଜୁଲ୍ ହେବ ।

ଉଦାହରଣ : 8.6

12 କିଗ୍ରା ଓଜନ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ଭୂମି ଉପରୁ କିଛି ଉଚ୍ଚତାକୁ ଉଠାଯାଇଛି । ଯଦି ସେହି ଉଚ୍ଚତାରେ ବସ୍ତୁଟିର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି 480 ଜୁଲ୍ ହୁଏ ତେବେ ବସ୍ତୁଟି ଭୂପୃଷ୍ଠରୁ କେତେ ଉଚ୍ଚରେ ଅଛି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । ($g = 10$ ମି / ସେ^{2})

ଉତ୍ତର :

ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ $m = 12$ କିଗ୍ରା

ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି $E_p = 480$ ଜୁଲ୍

$E_p = mgh$

ତେଣୁ $h = \frac{E_p}{mg}$

$= \frac{480 \text{ ଜୁଲ୍}}{12 \text{ କିଗ୍ରା} \times 10 \text{ ମି / ସେ}^2}$

= 4 ମି

∴ ବସ୍ତୁଟି ଭୂମି ଉପରୁ 4 ମିଟର ଉଚ୍ଚତାରେ ଅଛି ।

8.2.5 ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଶକ୍ତିର ପାରସ୍ପରିକ ରୂପାନ୍ତରଣ : (Forms of Energy are Interconvertible)

ଗୋଟିଏ ପ୍ରକାର ଶକ୍ତିକୁ ଆଉ ଗୋଟିଏ ପ୍ରକାରର ଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ କରାଯାଇପାରିବକି ? ଏଥିପାଇଁ ଆମେ ପ୍ରକୃତିରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଦୃଷ୍ଟାନ୍ତ ପାଇପାରିବା ଯେଉଁଠାରେକି ଏହି ଶକ୍ତି ଗୋଟିଏ ରୂପରୁ ଆଉ ଗୋଟିଏ ରୂପକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଥାଏ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 8.6

କିଛି ସାଙ୍ଗମାନଙ୍କୁ ନେଇ ଗୋଟିଏ ଛୋଟିଆ ଗ୍ରୁପ୍ (group)ରେ ବସ । ସମସ୍ତଙ୍କ ସାଙ୍ଗରେ ପ୍ରକୃତିରେ ହେଉଥିବା ବିଭିନ୍ନ ଶକ୍ତିର ରୂପାନ୍ତରଣ ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କର । ସାଙ୍ଗମାନଙ୍କ ସହିତ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନଗୁଡ଼ିକ ବିଷୟରେ ଆଲୋଚନା କର ।

(କ) ସବୁଜ ଉଦ୍ଭିଦ କିପରି ଭାବେ ନିଜର ଖାଦ୍ୟ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତି ?

(ଖ) ଏଥିପାଇଁ ସବୁଜ ଉଦ୍ଭିଦ କେଉଁଠୁ ଶକ୍ତି ପାଏ ?

(ଗ) ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ବାୟୁ କିଭଳି ଭାବେ ଗୋଟିଏ ଜାଗାରୁ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଜାଗାକୁ ଚଳପ୍ରଚଳ କରେ ?

(ଘ) କୋଇଲା, ପେଟ୍ରୋଲିୟମ ଭଳି ଇନ୍ଧନ ପ୍ରକୃତିରେ କିପରି ପ୍ରସ୍ତୁତ ହୁଏ ?

(ଙ) କେଉଁ ପ୍ରକାରର ଶକ୍ତି ରୂପାନ୍ତରଣ ଜଳଚକ୍ରକୁ ସାହାଯ୍ୟ କରିଥାଏ ?

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 8.7

ଆମେ ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ବ୍ୟବହାର କରୁଥିବା ବିଭିନ୍ନ ଯନ୍ତ୍ରପାତି କାର୍ଯ୍ୟ କରୁଥିବା ବେଳେ ଓ ଆମମାନଙ୍କର ବିଭିନ୍ନ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପରେ ଶକ୍ତି ଗୋଟିଏ ରୂପରୁ ଆଉ ଗୋଟିଏ ରୂପକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଥାଏ । ଏପରି ଶକ୍ତି ରୂପାନ୍ତରଣର ଏକ ତାଲିକା ପ୍ରସ୍ତୁତ କର ଏବଂ ତାହା ସହିତ ସଂଲଗ୍ନ ଯନ୍ତ୍ରପାତିର ନାମ ଲେଖ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଯନ୍ତ୍ରପାତି ଓ କାର୍ଯ୍ୟକଳାପ ସହିତ ସଂପୃକ୍ତ ଶକ୍ତି ରୂପାନ୍ତରଣର ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ଅନୁଧ୍ୟାନ କର ଏବଂ ତାହାକୁ ଲେଖ ।

8.2.6 ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣର ନିୟମ : (Law of Conservation of Energy)

8.6 ଓ 8.7 ରେ ଦିଆଯାଇଥିବା "ତୁମପାଇଁ କାମ" ଦ୍ୱାରା ଆମେ ଜାଣିଲେ ଯେ ଶକ୍ତି ଗୋଟିଏ ରୂପରୁ ଆଉ ଏକ ରୂପକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଥାଏ । ଅନେକ ସମୟରେ ମନରେ ପ୍ରଶ୍ନ ଉଠେ ଶକ୍ତିର ରୂପାନ୍ତରଣ ସମୟରେ ବା ରୂପାନ୍ତରଣ ପରେ ବସ୍ତୁ ସମୂହର ମୋଟ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣରେ କ'ଣ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିଥାଏ ? ଯେତେବେଳେ ଶକ୍ତି ଗୋଟିଏ ରୂପରୁ ଆଉ ଏକ ରୂପକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଥାଏ, ସେତେବେଳେ ବସ୍ତୁ ସମୂହର ମୋଟ ପରିମାଣ ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ରହେ । ଏହାହିଁ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣର ନିୟମ ।

ନିୟମ ଅନୁସାରେ, **ଶକ୍ତିର ସୃଷ୍ଟି ନାହିଁ କିମ୍ବା ବିନାଶ ନାହିଁ । ଏହା କେବଳ ଗୋଟିଏ ରୂପରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ରୂପକୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ । ବିଶ୍ୱର ମୋଟ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ସର୍ବଦା ସ୍ଥିର ଅଟେ ।**

ଏଥିପାଇଁ ଏକ ସରଳ ଉଦାହରଣ ନିଆଯାଉ । ମନେକର m ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଥିବା ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଭୂମି ଉପରେ h ଉଚ୍ଚତାରେ ଅଛି । ଏହି ଉଚ୍ଚତାରୁ ବସ୍ତୁଟିକୁ ଛାଡ଼ିଦେଲେ ତାର ମୁକ୍ତ ପତନ (free fall) ହେବ । **ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଯେତେବେଳେ ଅନ୍ୟ କୌଣସି ବଳ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ନହୋଇ କେବଳ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳର ପ୍ରଭାବରେ ଖସିପଡ଼େ, ତାହାକୁ ବସ୍ତୁର ମୁକ୍ତ ପତନ କୁହାଯାଏ ।** ପ୍ରାରମ୍ଭରେ ଛାଡ଼ିବା ପୂର୍ବରୁ ବସ୍ତୁଟିର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ mgh ଏବଂ ଗତିଜ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ଶୂନ ଅଟେ । ଏଠାରେ ପ୍ରଶ୍ନ ହୋଇପାରେ ଯେ ବସ୍ତୁଟି ସ୍ଥିର ଥିବାବେଳେ ତାହାର ଗତିଜ ଶକ୍ତି କାହିଁକି ଶୂନ ହୋଇଥାଏ । ଏହାର କାରଣ ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାରେ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗ ଶୂନ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ ଗତିଜ ଶକ୍ତି ଶୂନ ହୁଏ । ଏହି କାରଣରୁ ପ୍ରାରମ୍ଭରେ ବସ୍ତୁର ମୋଟ ଶକ୍ତିର ମୋଟ୍ ପରିମାଣ mgh ଅଟେ । ଯେତେବେଳେ ବସ୍ତୁଟି ଉପରୁ ତଳକୁ ଖସିବା ଆରମ୍ଭ କରେ ସେତେବେଳେ ତାହାର ପରିବେଗ ବୃଦ୍ଧିପାଏ ଓ ବସ୍ତୁଟିର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ଗତିଜଶକ୍ତିରେ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଥାଏ । ଏହାଫଳରେ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି କମିଯାଏ ଓ ଗତିଜଶକ୍ତି ବଢ଼ିଚାଲେ । ଯଦି ବସ୍ତୁଟିର ପରିବେଗ କୌଣସି ଏକ ସମୟରେ v ହୋଇଥାଏ ତେବେ ସେହି ସମୟରେ ତାହାର ଗତିଜ ଶକ୍ତି $\frac{1}{2}mv^2$ ହୋଇଥାଏ । ଏହିପରି ଭାବେ ବସ୍ତୁଟି ଖସିବାବେଳେ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି କ୍ରମଶଃ ହ୍ରାସ ପାଏ ଓ ଗତିଜଶକ୍ତି କ୍ରମଶଃ ବଢ଼ି ବଢ଼ି ଯାଏ ।

ଯେତେବେଳେ ବସ୍ତୁଟି ଠିକ୍ ଭୂମି ଉପରେ ପଡ଼ିବାକୁ ଯାଏ ସେତେବେଳେ ଉଚ୍ଚତା h=0 ହୁଏ ଏବଂ ପରିବେଗ ସର୍ବାଧିକ ହୁଏ । ତେଣୁ ଏଠାରେ ଗତିଜଶକ୍ତି ସର୍ବାଧିକ ହୁଏ ଏବଂ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ଶୂନ ହୋଇଥାଏ । ବସ୍ତୁଟି ତଳକୁ ଖସୁଥିବା ସମୟରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ଥାନରେ ବସ୍ତୁର ଗତିଜ ଶକ୍ତି ଓ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତିର ଯୋଗଫଳ ଅର୍ଥାତ୍ ବସ୍ତୁର ମୋଟ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ସ୍ଥିର ରହିଥାଏ ।

ଅର୍ଥାତ୍, ସ୍ଥିତିଜଶକ୍ତି + ଗତିଜଶକ୍ତି = ସ୍ଥିର

କିମ୍ବା, $$mgh + \frac{1}{2}mv^2 = \text{ସ୍ଥିର (constant)} \quad \text{.... (8.8)}$$

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଗତିଜ ଶକ୍ତି ଓ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତିର ଯୋଗଫଳକୁ ବସ୍ତୁର ମୋଟ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି କୁହାଯାଏ ।

ମୁକ୍ତ ଭାବେ ଖସିପଡୁଥିବା ବସ୍ତୁଟିର ସ୍ଥିତିଜଶକ୍ତି ତା'ର ପତନ ପଥର କୌଣସି ସ୍ଥାନରେ ହ୍ରାସ ପାଇଲେ ତା'ର ଗତିଜଶକ୍ତି ସମ ପରିମାଣରେ ବୃଦ୍ଧି ପାଏ । (ଏଠାରେ ବାୟୁର ପ୍ରତିରୋଧକୁ ଉପେକ୍ଷା କରାଯାଇଛି) । ବସ୍ତୁ ମୁକ୍ତ ଭାବରେ ଖସି ପଡୁଥିବା ବେଳେ ବସ୍ତୁର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ଅବିରତ ଭାବରେ ତା'ର ଗତିଜ ଶକ୍ତିରେ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଥାଏ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 8.8

20 କିଗ୍ରା ଓଜନ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ଭୂମିଠାରୁ 4 ମିଟର ଉଚ୍ଚତାରୁ ଖସାଇ ଦିଆଗଲା । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଟେବୁଲରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଭଳି ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ଥାନରେ ବସ୍ତୁଟିର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି ଓ ଗତିଜ ଶକ୍ତିକୁ ହିସାବ କରି ଶୂନ୍ୟସ୍ଥାନ ପୂରଣ କର ।

ବସ୍ତୁଟିର ଅବସ୍ଥାନ ଉଚ୍ଚତା (ମି)	ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତିଜଶକ୍ତି $E_p = mgh$ (ଜୁଲ୍)	ବସ୍ତୁର ଗତିଜଶକ୍ତି $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ (ଜୁଲ୍)	ବସ୍ତୁର ମୋଟ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି $E_p + E_k$ (ଜୁଲ୍)
4			
3			
2			
1			
ଭୂମିର ଠିକ୍ ଉପରେ			

(ହିସାବକୁ ସରଳ କରିବା ପାଇଁ g =10ମି / ସେ² ନିଅ)

ଟିକିଏ ଚିନ୍ତାକର ?

ପ୍ରକୃତିରେ ଯଦି ଶକ୍ତି ରୂପାନ୍ତରଣ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସମ୍ଭବପର ହୋଇନଥାନ୍ତା, ତେବେ କ'ଣ ହୋଇଥାଆନ୍ତା ? ଶକ୍ତିର ରୂପାନ୍ତରଣ ବିନା ପ୍ରକୃତିରେ ଜୀବନ ସମ୍ଭବ ହୋଇ ପାରିନଥାନ୍ତା । ଏଥିରେ ତୁମେ ଏକମତ ନା ନାହିଁ ?

8.3 କାର୍ଯ୍ୟକରିବାର ହାର (Rate of Doing Work)

ଆମମାନଙ୍କ ଭିତରେ ସମସ୍ତେ କ'ଣ ସମାନ ହାରରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିପାରନ୍ତି ? ସେହିପରି ଭାବେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିପାରୁଥିବା ମେସିନଗୁଡ଼ିକ କ'ଣ ସମାନ ଭାବେ ଶକ୍ତି ବିନିଯୋଗ କରନ୍ତି ଅଥବା ସମାନ ହାରରେ ଶକ୍ତି ରୂପାନ୍ତରିତ କରିପାରନ୍ତି ? ମେସିନ୍ ହେଉ ବା ମଣିଷ ହେଉ, ଶକ୍ତି ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ସମୟରେ ସେମାନେ ଅଲଗା ଅଲଗା ହାରରେ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରିଥା'ନ୍ତି ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 8.9

ମନେକର ଦୁଇଜଣ ବାଳକ A ଏବଂ B ଙ୍କର ଓଜନ ସମାନ । ଦୁଇଜଣଜାକ ଏକ ଦୌଡ଼ିକୁ ଧରି ପୃଥକ ପୃଥକଭାବରେ ଉପରକୁ ଆଠ ମିଟର ଉଚ୍ଚତା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଚଢ଼ିଲେ । ଚଢ଼ିବାପାଇଁ A କୁ 15 ସେକେଣ୍ଡ ଓ B କୁ 20 ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ଲାଗିଲା । ଏଠାରେ ଉଭୟ A ଓ B ପ୍ରତ୍ୟେକ କେତେ ପରିମାଣ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କଲେ ? (W=mgh) ।

ଯଦିଓ ଉଭୟ ସମାନ ପରିମାଣର କାର୍ଯ୍ୟ କଲେ, ମାତ୍ର କାମ କରିବାପାଇଁ B ଅପେକ୍ଷା A କମ୍ ସମୟ ନେଇଛି । ମନରେ ପ୍ରଶ୍ନ ଉଠୁଛି ଯେ, ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟରେ ବା ପ୍ରତି ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ କିଏ ବେଶି କାମ କରିପାରିଛି ?

ଏକ ସବଳ (stronger) ବ୍ୟକ୍ତି କୌଣସି କାର୍ଯ୍ୟକୁ ଅପେକ୍ଷାକୃତ କମ୍ ସମୟରେ କରିପାରେ । ସେହିପରି ଏକ ଅଧିକ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ମୋଟର ଗାଡ଼ି ଅଳ୍ପ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଗାଡ଼ି ତୁଳନାରେ ଅପେକ୍ଷାକୃତ କମ୍ ସମୟରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦୂରତାକୁ ଅତିକ୍ରମ କରିପାରେ । ଆମେ ଏଠାରେ ମଟରଗାଡ଼ି ଭିତରେ ଲାଗିଥିବା ମେସିନ୍‌ର କ୍ଷମତାକୁ ସେହି ଗାଡ଼ିର ପାୱାର ବୋଲି କହିଥାଉ । ଯାନଗୁଡ଼ିକ ଯେଉଁ ବେଗରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାନ୍ତି ବା ଶକ୍ତି ବିନିଯୋଗ କରିଥାନ୍ତି ତଦନୁଯାୟୀ ସେହି ଯାନମାନଙ୍କର ଶ୍ରେଣୀ ବିଭାଗ କରାଯାଇଥାଏ । **କାର୍ଯ୍ୟକରିବାର ହାରକୁ ପାୱାର କୁହାଯାଏ ।** କେତେ ଶୀଘ୍ର ବା କେତେ ଧୀର ଭାବେ ଏକ କାରକ (agent) ଦ୍ୱାରା କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଛି ତାହା ସେହି କାରକର କ୍ଷମତାରୁ ଜଣାପଡ଼େ । ଯଦି କୌଣସି କାରକ ଏକ କାର୍ଯ୍ୟ (W) କୁ (t) ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ସମ୍ପାଦନ କରିପାରେ,

$$\text{ତେବେ ତାହାର ପାୱାର, } P = \frac{\text{କାର୍ଯ୍ୟ}}{\text{ସମୟ}}$$

$$\text{କିମ୍ବା} \quad P = \frac{W}{t} \quad ...... (8.9)$$

ପାୱାରର ଏକକ ହେଉଛି ୱାଟ୍ (watt) । ବୈଜ୍ଞାନିକ ଜେମ୍ସ ୱାଟ୍ (1736-1819)ଙ୍କ ନାମାନୁସାରେ ପାୱାରର ଏକକକୁ ୱାଟ୍ ରଖାଯାଇଛି ।

ଯଦି ଗୋଟିଏ କାରକ ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ଏକ ଜୁଲ୍ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରିପାରେ ତେବେ ତାହାର ପାୱାର ଏକ ୱାଟ୍ ବୋଲି କୁହାଯାଏ ।

1 ୱାଟ୍ = 1 ଜୁଲ୍/ସେ ।

1 କିଲୋୱାଟ୍ = 1000 ୱାଟ୍ = 1000 ଜୁଲ୍ / ସେ ।

କାର୍ଯ୍ୟ କରିପାରୁଥିବା ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ପାୱାର ସମୟାନୁସାରେ ମଧ୍ୟ ବଦଳିପାରେ ଅର୍ଥାତ୍ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଅଲଗା ଅଲଗା ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ଅଲଗା ଅଲଗା ହାରରେ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ କରିପାରେ । ସେତେବେଳେ କାର୍ଯ୍ୟକରି ପାରୁଥିବା ବସ୍ତୁ ବା କାରକର ହାରାହାରି ପାୱାର (average power) ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦନ ସମୟରେ ମୋଟ ନିୟୋଜିତ ଶକ୍ତି ବା ମୋଟ୍ ସମ୍ପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟର ଏବଂ ମୋଟ ସମୟର ଅନୁପାତରୁ ହାରାହାରି ପାୱାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇଥାଏ ।

$$\text{ହାରାହାରି ପାୱାର} = \frac{\text{ମୋଟ ସମ୍ପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ}}{\text{ମୋଟ ସମୟ}}$$

$$= \frac{\text{ମୋଟ ନିୟୋଜିତ ଶକ୍ତି}}{\text{ମୋଟ ସମୟ}}$$

ଉଦାହରଣ : ୪.7

A ଓ B ନାମକ ଦୁଇଜଣ ବାଳିକା ଏକ ଦଉଡ଼ିକୁ ଧରି ପୃଥକ ପୃଥକ ଭାବେ ୪ ମି ଉଚ୍ଚତା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଚଢ଼ିଗଲେ । ପ୍ରତେକଙ୍କର ଓଜନ 400 ନିଉଟନ୍ । ଯଦି ଏହି କାମପାଇଁ A ନାମଧାରୀ ବାଳିକାକୁ 20 ସେକେଣ୍ଡ ଏବଂ B ନାମଧାରୀ ବାଳିକାକୁ 50 ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ଲାଗିଲା, ତେବେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ବାଳିକାଙ୍କର ପାୱାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ଉତ୍ତର :

(i) A ବାଳିକାର ପାୱାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ -

A ବାଳିକାର ଓଜନ, mg = 400 ନିଉଟନ୍

ବିସ୍ଥାପନ (ଉଚ୍ଚତା) h = ୪ ମି

ସମୟ (t) = 20 ସେ

ସମୀକରଣ (୪.9) ଅନୁସାରେ

$$\text{ପାୱାର (P)} = \frac{\text{କାର୍ଯ୍ୟ}}{\text{ସମୟ}} = \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{400 \text{ ନିଉଟନ} \times ୪ \text{ ମି}}{20 \text{ ସେ}} = 160 \text{ ୱାଟ୍}$$

(ii) B ବାଳିକାର ପାୱାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ -

B ବାଳିକାର ଓଜନ, mg = 400 ନିଉଟନ୍

ବିସ୍ଥାପନ (ଉଚ୍ଚତା) h = ୪ ମି

ସମୟ (t) = 50 ସେ

$$\text{କ୍ଷମତା} = \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{400 \text{ ନିଉଟନ} \times ୪ \text{ ମି}}{50 \text{ ସେ}} = 64 \text{ ୱାଟ୍}$$

∴ A ବାଳିକାର ପାୱାର 160 ୱାଟ୍ ଓ B ବାଳିକାର ପାୱାର 64 ୱାଟ୍ ଅଟେ ।

ଉଦାହରଣ : ୪.୪

50 କିଗ୍ରା ଓଜନ ବିଶିଷ୍ଟ ଜଣେ ବାଳକ 9 ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ 45 ପାହାଚ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଶିଡ଼ିଘରକୁ ଚଢ଼ିପାରେ । ଯଦି ପ୍ରତ୍ୟେକ ପାହାଚର ଉଚ୍ଚତା 15 ସେମି ହୁଏ, ତେବେ ବାଳକଟିର ପାୱାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । (g = 10ମି / ସେ^{2})

ଉତ୍ତର :

ବାଳକଟିର ଓଜନ,

mg = 50kg × 10ମି / ସେ^{2} = 500 ନିଉଟନ୍

ଶିଡ଼ି ଘରର (ଉଚ୍ଚତା) h = 45×15 ସେମି

$$= \frac{45 \times 15}{100} \text{ ମି} = 6.75\text{ମି}$$

ଶିଡ଼ି ଚଢ଼ିବା ପାଇଁ ସମୟ (t) = 9 ସେ

ସମୀକରଣ (୪.9) ଅନୁସାରେ,

$$\text{ପାୱାର (P)} = \frac{\text{କାର୍ଯ୍ୟ}}{\text{ସମୟ}} = \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{500 \text{ ନିଉଟନ୍} \times 6.75 \text{ ମି}}{9 \text{ ସେ}}$$

= 375 ୱାଟ୍

∴ ବାଳକଟିର ପାୱାର 375 ୱାଟ୍ ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ପାୱାରର ସଂଜ୍ଞା କ'ଣ ?
2. ଏକ ୱାଟ୍ ପାୱାର କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝ ?
3. ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବଲ୍‌ବ 10 ସେକେଣ୍ଡ ସମୟ ମଧ୍ୟରେ 1000 ଜୁଲ ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରେ । ତେବେ ତାହାର ପାୱାର କେତେ ?
4. ହାରାହାରି ପାୱାର କେତେବେଳେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ । ଏହାର ସଂଜ୍ଞା କ'ଣ ?

୫.3.1 **ଶକ୍ତିର ବ୍ୟବସାୟିକ ଏକକ :**

(Commercial Unit of Energy)

ଏକ ଜୁଲ୍ ପରିମାଣର ଶକ୍ତି ଅତ୍ୟନ୍ତ କମ୍ ହୋଇଥିବାରୁ ବେଶି ପରିମାଣର ଶକ୍ତିକୁ ସୁବିଧାପାଇଁ ଏକ ବଡ଼ ଏକକରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇ ଥାଏ । ଏହି ବଡ଼ ଏକକକୁ କିଲୋଓ୍ୱାଟ ଘଣ୍ଟା (kwh) କୁହାଯାଏ । ଏକ କିଲୋଓ୍ୱାଟ ଘଣ୍ଟା କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝ ?

ମନେକର ଆମ ପାଖରେ ଏକ କିଲୋଓ୍ୱାଟ୍‌ର ଗୋଟିଏ ମେସିନ୍ ଅଛି ଯାହାକି କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାପାଇଁ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ 1000 ଜୁଲ୍ ପରିମାଣର ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକ କରେ । ଏହି ଏକ କିଲୋଓ୍ୱାଟ୍ ମେସିନ୍ ଏକ ଘଣ୍ଟା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କାର୍ଯ୍ୟ କଲେ ଯେତିକି ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରେ ତାହାକୁ ଏକ କିଲୋଓ୍ୱାଟ୍ ଘଣ୍ଟା (1kwh) କୁହାଯାଏ ।

1kwh = 1kw × 1h
= 1000w ×3600s
= 1000 J/s × 3600 s
= 36,00,000J

∴ 1 କିଲୋଓ୍ୱାଟ ଘଣ୍ଟା (kwh) = 3.6×10^6 ଜୁଲ୍

ଆମ ଘରେ ଏବଂ କଳକାରଖାନାମାନଙ୍କରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ବିଜୁଳି ଶକ୍ତିର ପରିମାଣକୁ ସାଧାରଣତଃ 'କିଲୋଓ୍ୱାଟ ଘଣ୍ଟା'ରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଥାଏ । ଆମମାନଙ୍କ ଘରେ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତିର ମାସିକ ପରିମାଣକୁ ଯେଉଁ ୟୁନିଟ୍ (unit) ବା ଏକକରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଥାଏ, ତାହା ହେଉଛି ଏକ କିଲୋଓ୍ୱାଟ୍ ଘଣ୍ଟା (kwh) ଏକକ । ଆମେ ଆମ ଘରେ ମାସକୁ ଯେତିକି କିଲୋଓ୍ୱାଟ୍ ଘଣ୍ଟା ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରୁ ସେହି ଅନୁସାରେ ପଇସା ଦେଉ ।

ଉଦାହରଣ : ୫.୨

ଗୋଟିଏ 60 ଓ୍ୱାଟର ବଲ୍‌ବ ପ୍ରତିଦିନ 6 ଘଣ୍ଟା ଲେଖାଁଏ ଜଳିଲେ କେତେ ପରିମାଣର ଶକ୍ତି ଗୋଟିଏ ଦିନରେ ଖର୍ଚ୍ଚ ହେବ ?

ଉତ୍ତର :

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବଲ୍‌ବର ପାଓ୍ୱାର = 60 ଓ୍ୱାଟ୍ = 0.06 କିଲୋଓ୍ୱାଟ୍

ଦୈନିକ ଜଳିବା ସମୟ t = 6 ଘଣ୍ଟା

ବ୍ୟବହୃତ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ = ପାଓ୍ୱାର × ସମୟ
= 0.06 କିଲୋଓ୍ୱାଟ × 6 ଘଣ୍ଟା
= 0.36 କିଲୋଓ୍ୱାଟ ଘଣ୍ଟା
= 0.36 ୟୁନିଟ୍ (unit)

∴ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବଲ୍‌ବଟି ଦିନକୁ 0.36 ୟୁନିଟ୍‌ର ଶକ୍ତି ଖର୍ଚ୍ଚ କରିବ ।

ଆମେ କ'ଣ ଶିଖିଲେ :

- ବସ୍ତୁ ଉପରେ ବାହ୍ୟବଳର ପ୍ରଭାବରୁ ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନ ଘଟିଲେ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଥାଏ । କାର୍ଯ୍ୟର ଏକକକୁ ଜୁଲ୍‌ରେ (J)ରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ ।
  1 ଜୁଲ୍ = 1 ନିଉଟନ × 1 ମିଟର
- ବସ୍ତୁ ଉପରେ ବାହ୍ୟବଳର ପ୍ରଭାବରେ ଯଦି କୌଣସି ବିସ୍ଥାପନ ହୋଇନଥାଏ, ତେବେ ସମ୍ପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ଶୂନ ହୋଇଥାଏ ।
- କାର୍ଯ୍ୟକରିବାର ସାମର୍ଥ୍ୟକୁ ଶକ୍ତି କୁହାଯାଏ । ଶକ୍ତିର ଏକକ କାର୍ଯ୍ୟର ଏକକ ସହିତ ସମାନ ଅଟେ ।
- ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥାନ ବା ବିନ୍ୟାସ ଯୋଗୁଁ ସେଥିରେ ଯେଉଁ ଶକ୍ତି ନିହିତ ଥାଏ ତାହାକୁ ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି କୁହାଯାଏ । m ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଯଦି h ଉଚ୍ଚତାରେ ଅବସ୍ଥାନ କରେ, ତେବେ ତାହାର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି mgh ଅଟେ ।
- ବସ୍ତୁର ଗତିଜନିତ ଶକ୍ତିକୁ ଗତିଜ ଶକ୍ତି କୁହାଯାଏ । କୌଣସି ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ (m) ହୁଏ ଓ ତାହା

(v) ପରିବେଗରେ ଗତିକରେ ତେବେ ତାହାର ଗତିଜଶକ୍ତି $\frac{1}{2}mv^2$ ଅଟେ ।

- ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମାନୁସାରେ ଶକ୍ତିର ସୃଷ୍ଟି ନାହିଁ କିମ୍ବା ବିନାଶ ନାହିଁ । ଏହା କେବଳ ଗୋଟିଏ ରୂପରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ରୂପକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଥାଏ । ବିଶ୍ୱର ମୋଟ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ ସର୍ବଦା ସ୍ଥିର ଅଟେ ।
- ପ୍ରକୃତିରେ ଶକ୍ତି ବିଭିନ୍ନ ରୂପରେ ଦେଖାଦେଇଥାଏ । ଏଗୁଡ଼ିକ ହେଲା ଗତିଜଶକ୍ତି, ସ୍ଥିତିଜଶକ୍ତି, ତାପଶକ୍ତି, ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତି, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି, ଚୁମ୍ବକୀୟ ଶକ୍ତି ଇତ୍ୟାଦି । ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଗତିଜଶକ୍ତି ଓ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତିର ମୋଟ ପରିମାଣକୁ ତାହାର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି କୁହାଯାଏ ।
- କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାର ହାରକୁ ପାୱାର କୁହାଯାଏ । SI Unit ରେ ପାୱାରର ଏକକ ୱାଟ୍ ଅଟେ ।

$$1 \text{ ୱାଟ୍} = \frac{1 \text{ ଜୁଲ୍}}{1 \text{ ସେକେଣ୍ଡ}}$$

- ଗୋଟିଏ 1 କିଲୋୱାଟ୍ ପାୱାର ମେସିନ୍ 1 ଘଣ୍ଟା କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ପାଇଁ ଯେତିକି ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକ କରେ ତାହାକୁ ଏକ କିଲୋୱାଟ-ଘଣ୍ଟା (kwh) କୁହାଯାଏ ।

ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ନିମ୍ନଲିଖିତ ଉଦାହରଣଗୁଡ଼ିକୁ ଅନୁଧାନ କର । କାର୍ଯ୍ୟର ସଂଜ୍ଞାନୁସାରେ ଏଥିମଧ୍ୟରୁ ଯେଉଁ କ୍ଷେତ୍ରରେ କାର୍ଯ୍ୟ ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଛି, ତାହାର ସୂଚନା ଦିଅ ।

   (a) କଳ୍ପନା ଗୋଟିଏ ପୋଖରୀରେ ପହଁରୁଛି ।

   (b) ଗୋଟିଏ ଗଧ ନିଜ ପିଠି ଉପରେ ଜିନିଷ ନେଇଯାଉଛି ।

   (c) ପବନ ଚକି କୁଅରୁ ପାଣି ଉଠାଉଛି ।

   (d) ଗୋଟିଏ ସବୁଜ ଉଦ୍ଭିଦ ଆଲୋକ ସଂଶ୍ଳେଷଣ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଖାଦ୍ୟ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରୁଛି ।

   (e) ଗୋଟିଏ ଇଞ୍ଜିନ୍ ରେଳଗାଡ଼ିକୁ ଟାଣୁଛି ।

   (f) ସୂର୍ଯ୍ୟକିରଣରେ ଖାଦ୍ୟଶସ୍ୟଗୁଡ଼ିକୁ ଶୁଖାଯାଉଛି ।

   (g) ଗୋଟିଏ ପାଲଟଣା ଜାହାଜ ପବନ ଯୋଗୁଁ ଦରିଆରେ ଭାସି ଭାସି ଚାଲୁଛି ।

2. ସର୍କସରେ ରହିଥିବା ଏକ ବିରାଟ ବଡ଼ ଲୁହା ଜାଲିର ଗ୍ଲୋବ୍ (globe) ଭିତରେ ଏକ ମଟର ବାଇକ୍ ଚାଳକ ଦ୍ରୁତ ବେଗରେ ମଟର ବାଇକ୍ ଚଳାଇ, ଗ୍ଲୋବ୍‌ର ଭିତର ପୃଷ୍ଠରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କରି ଗ୍ଲୋବ୍‌ର ନିମ୍ନତମ ସ୍ଥାନରୁ ଭୂଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଶୀର୍ଷତମ ସ୍ଥାନକୁ ଯାଇ ପୁଣି ନିମ୍ନତମ ସ୍ଥାନକୁ ଫେରିଆସିଲେ ମୋଟ୍ କାର୍ଯ୍ୟ କେତେ ସମ୍ପାଦିତ ହୁଏ ?

3. ମୁକ୍ତଭାବେ ଖସୁଥିବା ଏକ ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି କ୍ରମାଗତଭାବେ ହ୍ରାସ ପାଉଛି । ଏହା ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମକୁ ଖଣ୍ଡନ କରୁଛି କି ? ତୁମ ଉତ୍ତରର ଯଥାର୍ଥତା ବୁଝାଅ ।

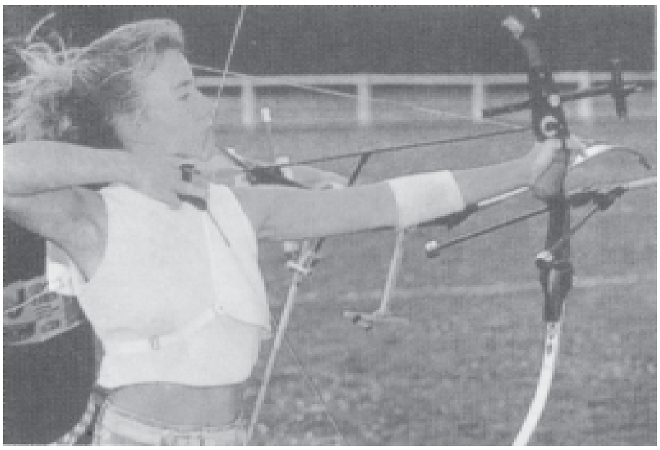
4. ତମେ ସାଇକେଲ୍ ଚଳାଇବା ବେଳେ ଶକ୍ତି କେଉଁ ରୂପରୁ କେଉଁ ରୂପକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଥାଏ, ତାହା ବର୍ଣ୍ଣନା କର ।

5. ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରିକ ହିଟରର ପାଓ୍ୱାର 1500 ଓ୍ୱାଟ୍ । ଏହା 10 ଘଣ୍ଟାରେ କେତେ ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରିବ ?

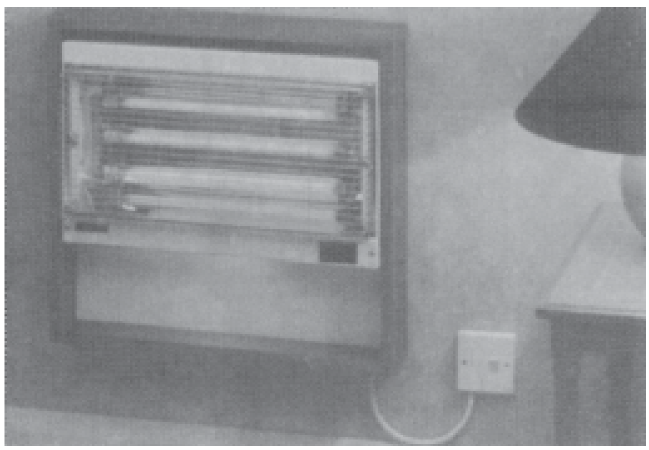
6. (m) ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଥିବା ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିବେଗ (v) ରେ ଗତି କରୁଛି । ଏହି ବସ୍ତୁକୁ ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାକୁ ଆଣିବାକୁ ହେଲେ କେତେ ପରିମାଣର କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାକୁ ହେବ ?

7. 1500 କିଗ୍ରା ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଗୋଟିଏ ମୋଟରକାର ଘଣ୍ଟା ପ୍ରତି 60 କି.ମି. ବେଗରେ ଗତି କରୁଛି । ତାହାକୁ ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାକୁ ଆସିବାକୁ ହେଲେ କେତେ ପରିମାଣର କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାକୁ ହେବ ?

●●●



ଏଠାରେ ଧନୁରେ କେଉଁ ଶକ୍ତି ସଞ୍ଚିତ ଅଛି ?



ଏଠାରେ କେଉଁ ଶକ୍ତି କେଉଁ ଶକ୍ତିକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହେଉଛି ?

ନବମ ଅଧ୍ୟାୟ

ଧ୍ୱନି

(SOUND)

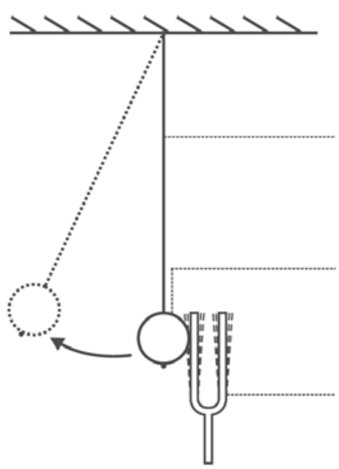
ପ୍ରତିଦିନ ସକାଳୁ ରାତିଯାଏ ଆମ୍ଭେମାନେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଧ୍ୱନି ଶୁଣୁଥାଉ । ସେ ଧ୍ୱନି ଘରେ ବିଭିନ୍ନ ବ୍ୟକ୍ତିଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କଥୋପକଥନ ହୋଇପାରେ କିମ୍ବା ଟେଲିଫୋନ୍, ରେଡ଼ିଓ, ଟେଲିଭିଜନ ଇତ୍ୟାଦିରୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇପାରେ ବା ମନ୍ଦିରରେ ବାଜୁଥିବା ଘଣ୍ଟାର ଶବ୍ଦ ହୋଇପାରେ । ବିଦ୍ୟାଳୟରେ ଶିକ୍ଷକ ଓ ସାଙ୍ଗସାଥିମାନଙ୍କର ସ୍ୱର ସହ ତୁମେ ବେଶ୍ ପରିଚିତ । ରାସ୍ତାରେ ଗଲାବେଳେ ସ୍କୁଟର, ମୋଟର ସାଇକେଲ୍, ଟ୍ରକ, କାର, ବସ୍ ଇତ୍ୟାଦିରୁ ନିଃସୃତ ଶବ୍ଦ ମଧ୍ୟ ତୁମେ ଶୁଣିଛ । ଆକାଶରେ ପକ୍ଷୀର କାକଳି ତଥା ଉଡ଼ାଜାହାଜର ଧ୍ୱନି ସହ ମଧ୍ୟ ତୁମେ ପରିଚିତ । ଧ୍ୱନି ହେଉଛି ଶକ୍ତିର ଏକ ରୂପ । ଧ୍ୱନି ଶକ୍ତି କାନରେ ଶୁଣିବାର ଏକ ଇନ୍ଦ୍ରିୟାନୁଭୂତି ସୃଷ୍ଟି କରେ, ଫଳରେ ଆମେ ଧ୍ୱନିକୁ ଶୁଣିପାରୁ । ଧ୍ୱନିକୁ ଛାଡ଼ି ତୁମେ ଜାଣିଥିବା ଅନ୍ୟ ଶକ୍ତିଗୁଡ଼ିକ ହେଲା – ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି, ତାପ ଶକ୍ତି, ଆଲୋକ ଶକ୍ତି ଓ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଇତ୍ୟାଦି । ତୁମେ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ବିଷୟରେ ପୂର୍ବ ଅଧ୍ୟାୟରେ ପଢ଼ିଛ । ସେଠାରେ ତୁମକୁ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମ ବିଷୟରେ କୁହାଯାଇଛି । ସେହି ନିୟମଟି ହେଲା- **"ଆମେ ଶକ୍ତିକୁ ସୃଷ୍ଟି କରି ପାରିବା ନାହିଁ କି ବିନାଶ କରି ପାରିବା ନାହିଁ । ଏହା କେବଳ ଗୋଟିଏ ରୂପରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ରୂପକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଥାଏ ।"**

ତୁମେ ଯେତେବେଳେ ତାଳିମାରୁଛ ସେତେବେଳେ ତୁମେ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି କରୁଛ । ତୁମର ଶକ୍ତିକୁ ବିନିଯୋଗ ନକରି ତୁମେ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି କରି ପାରିବ କି ? ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ ଧ୍ୱନି କିପରି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ଏବଂ ଏହା କିପରି ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରେ ସଞ୍ଚାରିତ ହୁଏ ଓ ଆମେ କାନଦ୍ୱାରା କିପରି ଏହାକୁ ଶୁଣୁ ଏ ବିଷୟରେ ଅଧିକ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

9.1 ଧ୍ୱନିର ସୃଷ୍ଟି (Production of Sound)

ତୁମପାଇଁ କାମ : 9.1

ଗୋଟିଏ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କ ନିଅ । ଏହାର ଗୋଟିଏ ଶାଖାକୁ ରବର ପ୍ୟାଡ଼ରେ ଆଘାତ କରି କମ୍ପିତ କର ଓ ତୁମ କାନ ପାଖରେ ରଖ । ତୁମେ କୌଣସି ଧ୍ୱନି ଶୁଣି ପାରୁଛ କି ? କଂପିତ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଗୋଟିଏ ଶାଖାକୁ ତୁମ ଆଙ୍ଗୁଠି ଦ୍ୱାରା ସ୍ପର୍ଶ କର । କ'ଣ ସ୍ପର୍ଶାନୁଭୂତି ହେଲା ? ତୁମର ଅନୁଭୂତିକୁ ସାଙ୍ଗମାନଙ୍କ ଗହଣରେ ଆଲୋଚନା କର ।



ଚିତ୍ର **9.1** ଝୁଲୁଥିବା ବଲ୍‌କୁ କମ୍ପିତ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଶାଖା ସ୍ପର୍ଶ କରୁଛି

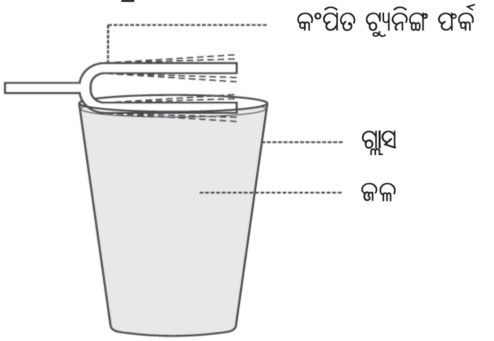
ଚିତ୍ର **9.1**ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଲାଭଳି ଗୋଟିଏ ଟେବୁଲ ଟେନିସ ବା ଛୋଟ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ବଲ୍‌କୁ ସୂତାରେ ସଂଯୁକ୍ତ କରି ଏକ ଦୃଢ଼ ଆଧାରରୁ ଶକ୍ତ ଭାବରେ ଝୁଲାଇ ରଖ ।

(ଗୋଟିଏ ବଡ଼ ଛୁଞ୍ଚ ଏବଂ ଖଣ୍ଡେ ସୂତା ନିଅ । ଏହାର ଗୋଟିଏ ପ୍ରାନ୍ତରେ ଗୋଟିଏ ଗଣ୍ଠି ପକାଅ ଏବଂ ଛୁଞ୍ଚ ସାହାଯ୍ୟରେ ସୂତାକୁ ବଲ୍ ମଧ୍ୟରେ ଭର୍ତ୍ତି କର ।)

ଏକ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଗୋଟିଏ ଶାଖା (prong)କୁ ରବର ପ୍ୟାଡ଼ରେ ଆଘାତକରି କମ୍ପିତ କର । ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର କମ୍ପିତ ଶାଖାକୁ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ବଲ୍‌ରେ ସ୍ପର୍ଶ କରାଅ । କ'ଣ ଦେଖିଲ ? କ'ଣ ହେଉଛି ସାଙ୍ଗମାନଙ୍କୁ ଦେଖାଅ ଏବଂ ଆଲୋଚନା କର ।

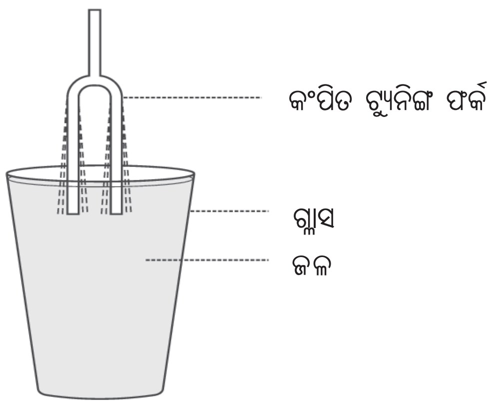
ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 9.2

ଗୋଟିଏ କାଚ ଗ୍ଲାସ ନେଇ ସତର୍କତା ସହ ଏହାର ମୁହଁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଜଳ ଭର୍ତ୍ତି କର । ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଗୋଟିଏ କମ୍ପିତ ଶାଖାକୁ ସାବଧାନତା ସହକାରେ ଜଳ ପୃଷ୍ଠରେ ସ୍ପର୍ଶ କରାଅ । ଚିତ୍ର 9.2 ।



ଚିତ୍ର **9.2** କମ୍ପିତ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଏକ ଶାଖା ଜଳ ପୃଷ୍ଠକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରୁଛି

ତାହାପରେ କଂପିତ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଉଭୟ ଶାଖାକୁ ଚିତ୍ର 9.3ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଲାଭଳି ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ାଅ । ଉଭୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ କ'ଣ ହେଉଛି ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ? ଏପରି କାହିଁକି ହେଉଛି, ସାଙ୍ଗମାନଙ୍କ ସହ ଆଲୋଚନା କର । ଏଥିରୁ ତୁମେ କେଉଁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ପହଞ୍ଚିଲ ? ଗୋଟିଏ କମ୍ପିତ ବସ୍ତୁ ବିନା ତୁମେ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି କରିପାରିବ କି ?



ଚିତ୍ର **9.3** ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଉଭୟ ଶାଖା ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ିଛି

ଏହି ପରୀକ୍ଷାଗୁଡ଼ିକରେ ତୁମେ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଏକ ଶାଖାକୁ ଆଘାତ କରି କମ୍ପନ ସୃଷ୍ଟି କରିଛ ଏବଂ ଏହି କମ୍ପନରୁ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି ହେଉଛି । ସେହିଭଳି କେତେକ ବାଦ୍ୟଯନ୍ତ୍ର ଯଥା : ସିତାର, ଗିଟାର ଇତ୍ୟାଦିରେ ତାରକୁ ଟାଣି କମ୍ପନ ସୃଷ୍ଟି କରି ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଏ । ତବଲା, ଡ୍ରମ ଇତ୍ୟାଦି ବାଦ୍ୟଯନ୍ତ୍ରର ଚମଡ଼ା ପଟ୍ଟଳକୁ ଘଷି କିମ୍ବା ହାତରେ ବାଡ଼େଇ କମ୍ପିତ କରି ସେଥିରୁ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଏ । ବଂଶୀ, ସାହନାଇ, କାହାଳୀ ଇତ୍ୟାଦିରେ ବାୟୁକୁ ଫୁଙ୍କି କମ୍ପନ ସୃଷ୍ଟି କଲେ ସେଥିରୁ ଧ୍ୱନି ନିଃସୃତ ହୁଏ । ଏ ସମସ୍ତ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍ତୁର କମ୍ପନ ହେତୁ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି ହେଉଛି । ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଦ୍ରୁତଗତିରେ ଏକ ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନର ଏକଡ଼-ସେକଡ଼ (to & fro) ହେବାକୁ କମ୍ପନ କୁହାଯାଏ । ମନୁଷ୍ୟମାନଙ୍କର ସ୍ୱର ପେଟିକା (vocal cord)ରେ ଥିବା ବାୟୁର କମ୍ପନରୁ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଗୋଟିଏ ପକ୍ଷୀ ଡେଣା ହଲାଇ ଉଡ଼ିଗଲା ବେଳେ ତୁମେ କୌଣସି ଧ୍ୱନି ଶୁଣି ପାର କି ? ମହୁମାଛିଙ୍କର ଗୁଣୁଗୁଣୁ ଶବ୍ଦ ତୁମେ ଶୁଣିଥିବ । ଦୁଇ କଡ଼ ଟାଣି ହୋଇ ବନ୍ଧା ହୋଇଥିବା ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡକୁ ମଝିରୁ ଟାଣି ଛାଡ଼ିଦେଲେ ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡଟି କମ୍ପିତ ହୁଏ । ସେହି କମ୍ପନ ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ ସଞ୍ଚାରିତ ହୋଇ ବାୟୁରେ କମ୍ପନ ସୃଷ୍ଟି କରେ, ଯାହାଯୋଗୁ ଆମେ ଧ୍ୱନି ଶୁଣିଥାଉ । ଯଦି ଉପର ବର୍ଣ୍ଣିତ ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡ ପରୀକ୍ଷାଟି ତୁମେ କେବେ କରିନାହଁ, ତାହାହେଲେ ତାହା କରି ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡର କମ୍ପନକୁ ନିରୀକ୍ଷଣ କର ।

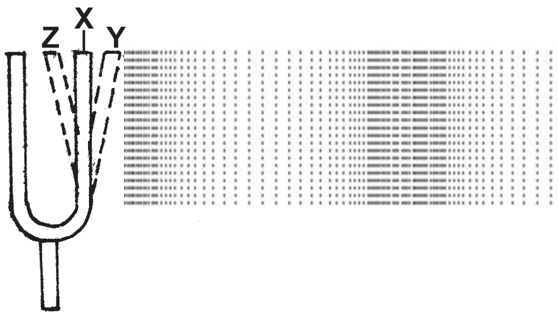
ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 9.3

ତୁମେ କୌଣସି ବାଦ୍ୟଯନ୍ତ୍ର ବଜାଅ କି ? ବିଭିନ୍ନ ବାଦ୍ୟଯନ୍ତ୍ର ବିଷୟରେ ତୁମେ ପଢ଼ିସାରିଲଣି । ତୁମେ ଜାଣିଥିବା ବାଦ୍ୟଯନ୍ତ୍ରମାନଙ୍କର ନାମ ଲେଖ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର କେଉଁ ଅଂଶ କମ୍ପିତ ହୋଇ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟିକରେ ତାହାକୁ ଲେଖ । ଏହାକୁ ସାଙ୍ଗମାନଙ୍କ ସହ ଆଲୋଚନା କର ।

9.2 ଧ୍ୱନିର ସଞ୍ଚାରଣ (Propagation of Sound)

ବସ୍ତୁର କମ୍ପନରୁ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଧ୍ୱନି ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥ ବା ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ସଞ୍ଚାରିତ ହୁଏ, ତାହାକୁ ମାଧ୍ୟମ (medium) କୁହାଯାଏ । ଏହି ମାଧ୍ୟମ କଠିନ, ତରଳ କିମ୍ବା ଗ୍ୟାସୀୟ ହୋଇପାରେ । ଯେତେବେଳେ କୌଣସି ବସ୍ତୁ ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ କମ୍ପିତ ହୁଏ, ସେତେବେଳେ କମ୍ପିତ ବସ୍ତୁର କମ୍ପନ

ତାହାର ଚତୁଃପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମକୁ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଥାଏ । ଏହି କମ୍ପନର ଶକ୍ତି (vibrational energy) ଯୋଗୁ ବାୟୁର କଣିକାମାନେ ଦୋଳାୟିତ ହୁଅନ୍ତି । ଏହି କଣିକାମାନଙ୍କ ଦୋଳନ ଶକ୍ତି ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ରୂପରେ ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ ସଞ୍ଚାରିତ ହୁଏ । ଧ୍ୱନି ସଞ୍ଚାରଣ ବେଳେ ମାଧ୍ୟମର କଣିକାମାନେ ମାଧ୍ୟମର ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଆଉ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନକୁ ଗତି କରନ୍ତି ନାହିଁ । ସେମାନେ କେବଳ ନିଜ ସ୍ଥାନରେ ଦୋଳିତ ହୁଅନ୍ତି । ମାତ୍ର ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ, କମ୍ପିତ ବସ୍ତୁ ନିକଟରୁ ଶ୍ରୋତାର କାନ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗତି କରିଥାଏ । ଆସ ଏକ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କକୁ କମ୍ପିତ ବସ୍ତୁର ନମୁନା ଭାବରେ ନେଇ ମାଧ୍ୟମରେ କଣିକାମାନଙ୍କର ଦୋଳନକୁ ବୁଝିବା ।



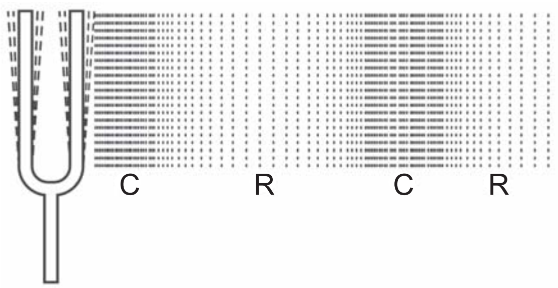
ଚିତ୍ର **9.4** ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର କମ୍ପନ

ଚିତ୍ର 9.4 ରେ ଗୋଟିଏ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କକୁ ଦେଖ । ଏହାର ଦୁଇଟି ଶାଖା ଅଛି । ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କଟି କମ୍ପିତ ହେଉନଥିବାବେଳେ ତାହାର ଏକ ଶାଖାର ଅବସ୍ଥାନ X ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହୋଇଛି । ଏହାକୁ ତାହାର ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନ (mean position) କହିବା । କମ୍ପିତ ହେଲେ, ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଶାଖା ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନ 'X'ର ଉଭୟ ଦିଗରେ Y ଓ Z ମଧ୍ୟରେ ଏପଟ ସେପଟ ହୋଇ ଗତି କରିବ । ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଶାଖାଟି କମ୍ପିତ ହେଉଥିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହା ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନ 'X' ର ଉଭୟ ଦିଗରେ ଦୋଳିତ ହେଉଥାଏ ।

ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଅକମ୍ପିତ ଅବସ୍ଥାରେ ମାଧ୍ୟମ ମଧ୍ୟ ଅକମ୍ପିତ ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଏ । ସେତେବେଳେ ମାଧ୍ୟମରେ ବାୟୁ କଣିକାମାନ ପରସ୍ପରଠାରୁ ସମାନ ଦୂରତାରେ ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହିଥାନ୍ତି । ମାଧ୍ୟମରେ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କ କମ୍ପିତ ହେଲେ କମ୍ପିତ ଫର୍କ ନିକଟରେ ଥିବା କଣିକା ପ୍ରଥମେ ତା'ର ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାରୁ ବିସ୍ଥାପିତ ହୁଏ ଏବଂ ତା' ନିକଟରେ ଥିବା କଣିକା ଉପରେ ଏକ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରେ, ଫଳରେ ଦ୍ୱିତୀୟ କଣିକାଟି ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାରୁ ବିସ୍ଥାପିତ ହୁଏ । ପ୍ରଥମ କଣିକାଟି ତାହା ନିକଟସ୍ଥ ଦ୍ୱିତୀୟ କଣିକାକୁ ଧକ୍କା (collision) ମାରିଲା ପରେ ନିଜର ଗତିକୁ ବିପରୀତମୁଖୀ କରି ନିଜର ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନ ଆଡ଼କୁ ଫେରିଆସେ ।

ସେହିପରି ଦ୍ୱିତୀୟ କଣିକା ଦୋଳାୟିତ ହୋଇ ତା'ନିକଟସ୍ଥ ତୃତୀୟ କଣିକାକୁ ଧକ୍କା ମାରି ନିଜର ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନକୁ ଫେରିଆସେ । କଣିକା-କଣିକା ମଧ୍ୟରେ ସଂଘାତ (collision) ବେଳେ ସେମାନଙ୍କର ଦୋଳନ ଶକ୍ତି ଗୋଟିଏ କଣିକାରୁ ଅନ୍ୟ କଣିକାକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଏ । ଧ୍ୱନି ଶକ୍ତି ଏହିପରି ଭାବରେ ମାଧ୍ୟମରେ ସଞ୍ଚାରିତ ହୋଇ ଶେଷରେ ଶ୍ରୋତାର କାନ ପାଖରେ ପହଞ୍ଚେ । ପ୍ରକୃତରେ ଧ୍ୱନି ହେଉଛି, ମାଧ୍ୟମରେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ଏକ ବିଚଳନ (disturbance) ଯାହା ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରୁ ଆରମ୍ଭ ହୋଇ ଆଗକୁ ଆଗକୁ ଗତିକରେ । ମାଧ୍ୟମରେ ଏହି ବିଚଳନର ଗତିକୁ ତରଙ୍ଗ ଗତି (wave motion) କୁହାଯାଏ । ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ୱନି ଏହିପରି ଭାବରେ ତରଙ୍ଗ ରୂପରେ ସଞ୍ଚାରିତ ହୁଏ ।

ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ କଣିକାମାନେ ଦୋଳାୟିତ ହେଉଥିଲାବେଳେ ବେଳେବେଳେ ସେମାନେ ପରସ୍ପର ଆଡ଼କୁ ଗତିକରି ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହୋଇଥାନ୍ତି । ଏହା ଫଳରେ ମାଧ୍ୟମରେ ସମ୍ପୀଡ଼ନ (compression-C) ହୁଏ । ଯେତେବେଳେ କଣିକାମାନେ ପରସ୍ପର ଠାରୁ ଦୂରେଇ ଯା'ନ୍ତି ସେତେବେଳେ ସେହି ଅଞ୍ଚଳରେ ବିରଳନ (rarefaction-R) ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଚିତ୍ର 9.5 ।



ଚିତ୍ର **9.5** ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର କଂପନରୁ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ସଂପୀଡ଼ନ (C) ଓ ବିରଳନ (R)

ସମ୍ପୀଡ଼ନ ଓ ବିରଳନ ଗୋଟିଏ ଅଞ୍ଚଳରେ ଏକାନ୍ତର ଭାବରେ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ।

ମାଧ୍ୟମର ସମ୍ପୀଡ଼ନ ଅଞ୍ଚଳରେ କଣିକାମାନେ ପରସ୍ପରଆଡ଼କୁ ଗତିକରି ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହୁଅନ୍ତି । ଫଳରେ ସେହି ଅଞ୍ଚଳରେ ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ଚାପ ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ । ମାତ୍ର ବିରଳନ ଅଞ୍ଚଳରେ କଣିକାମାନେ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଦୂରେଇ ଯାଆନ୍ତି । ତେଣୁ ସେହି ଅଞ୍ଚଳରେ ସାନ୍ଦ୍ରତା କମିଯାଏ ଏବଂ ଚାପ ମଧ୍ୟ ହ୍ରାସ ପାଏ । ତେଣୁ ଆମେ କହି ପାରିବା ଯେ ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ଗତି କରୁଥିଲାବେଳେ ସେହି ମାଧ୍ୟମର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିନ୍ଦୁରେ ମାଧ୍ୟମର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ଚାପ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ । ଏହାହିଁ ମାଧ୍ୟମ ମଧ୍ୟରେ ଧ୍ୱନି ସଞ୍ଚାରଣର ମୌଳିକ ତଥ୍ୟ ।

9.2.1 ଧ୍ୱନି ଗତି କରିବାପାଇଁ ଏକ ମାଧ୍ୟମ ଆବଶ୍ୟକ :
(Sound needs a medium to travel)

ଧ୍ୱନି ଏକ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତରଙ୍ଗ (mechanical wave) । ଏହା ସଞ୍ଚାରିତ ହେବାପାଇଁ ଏକ ଜଡ଼ୀୟ ମାଧ୍ୟମ ଯଥା : ଜଳ, ବାୟୁ, ଷ୍ଟିଲ ଇତ୍ୟାଦି ପରି ମାଧ୍ୟମ ଆବଶ୍ୟକ କରେ । ଧ୍ୱନି ଶୂନ୍ୟ (vacuum) ରେ ଗତି କରି ପାରେ ନାହିଁ । ଆସ ଏକ ପରୀକ୍ଷାରୁ ଏହା ଜାଣିବା ।

ଚିତ୍ର **9.6** ବେଲ୍‌ଜାର ପରୀକ୍ଷା

ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବେଲ୍ ଏବଂ ଗୋଟିଏ ବାୟୁରୁଦ୍ଧ (air tight) ବେଲ୍‌ଜାର ନିଅ । ଚିତ୍ର 9.6ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଲାଭଳି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବେଲ୍‌କୁ ବେଲ୍‌ଜାର ମଧ୍ୟରେ ଝୁଲାଇ ରଖ । ବେଲ୍‌ର ଦୁଇ ଶେଷାଗ୍ରକୁ ବେଲ୍‌ଜାର ମୁହଁରେ ଥିବା କର୍କ ବାଟେ ବାହାରକୁ କାଢ଼ି ଏକ ବାହ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିପଥ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କର । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥକୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ କଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବେଲ୍ ବାଜିବ ଓ ତୁମେ ତାହାର ଧ୍ୱନି ଶୁଣି ପାରିବ । ଏହାର କାରଣ କ'ଣ, କହିଲ ଦେଖି । ବେଲ୍‌ଜାର ମଧ୍ୟରେ ବାୟୁ ଥିବାରୁ ଏପରି ଧ୍ୱନି ତୁମେ ଶୁଣି ପାରିଲ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବେଲ୍‌ରୁ ଧ୍ୱନି ନିସୃତ ହେଉଥିଲାବେଳେ ବାୟୁ ନିଷ୍କାସନ ପମ୍ପ ସାହାଯ୍ୟରେ ବେଲ୍‌ଜାରରୁ ବାୟୁ ନିଷ୍କାସନ କର । ବେଲ୍‌ଜାରରୁ ବାୟୁ କମି ଆସୁଥିଲାବେଳେ ଧ୍ୱନିର ପ୍ରବଳତା (loudness) ମଧ୍ୟ କ୍ଷୀଣ ହୋଇ ଆସିବ । ଯେତେବେଳେ ବେଲ୍‌ଜାରଟି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ବାୟୁ ଶୂନ୍ୟ ହୋଇଯିବ, ସେତେବେଳେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବେଲ୍‌ର ହାତୁଡ଼ି ତାର ଗିନା ଉପରେ ବାଡ଼େଇ ହେଉଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଆଉ ଧ୍ୱନି ଶୁଣାଯିବ ନାହିଁ । ପୁନଶ୍ଚ ତାହା ମଧ୍ୟକୁ ଆସ୍ତେ ଆସ୍ତେ ବାୟୁ ପ୍ରବେଶ କରାଇଲେ କ'ଣ ହେବ କହିଲ ?

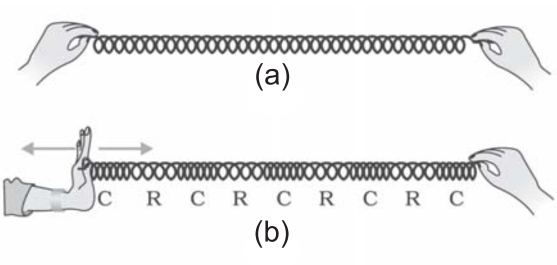
ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ତୁମ ବିଦ୍ୟାଳୟରେ ସ୍କୁଲଘଣ୍ଟାରୁ କିପରି ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ, ବୁଝାଅ ।
2. ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗକୁ କାହିଁକି ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତରଙ୍ଗ କୁହାଯାଏ ?
3. ମନେକର ତୁମେ ଏବଂ ତୁମର ସାଙ୍ଗ ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଷ୍ଠରେ ଅଛ । ସେଠାରେ ତୁମ ସାଙ୍ଗ ତୁମକୁ କିଛି କଥା କହିଲେ ତୁମେ ତା'ର କଥାକୁ ଶୁଣି ପାରିବ କି ? ତୁମର ଉତ୍ତରକୁ ବୁଝାଅ ।

9.2.2 ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ ଅଟେ :
(Sound Wave is Longitudinal Wave)

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 9.4

ଖଣ୍ଡିଏ ସରୁ ଓ ଲମ୍ବା ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ ନିଅ । ତାହାର ଗୋଟିଏ ପ୍ରାନ୍ତକୁ ତୁମ ସାଙ୍ଗକୁ ଧରିବାକୁ ଦିଅ ଏବଂ ତୁମେ ନିଜେ ଅନ୍ୟ ପ୍ରାନ୍ତଟିକୁ ଧର ।



ଚିତ୍ର **9.7** ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗରେ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ

ଚିତ୍ର 9.7(a)ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଲାଭଳି ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗଟିକୁ ଟାଣ । ଏହାପରେ ତୁମେ ଧରିଥିବା ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗର ପ୍ରାନ୍ତକୁ ତୁମ ସାଙ୍ଗ ଧରିଥିବା ପ୍ରାନ୍ତ ଆଡ଼କୁ ଜୋରରେ ଠେଲ । ତୁମେ

କ'ଣ ଦେଖିଲ ? ବର୍ତ୍ତମାନ ତୁମେ ଏକାନ୍ତର ଭାବରେ ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗକୁ ଠେଲ ଏବଂ ଟାଣ, କ'ଣ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରୁଛ ? ଯଦି ଏହି ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ ଉପରେ ଏକ ଚିହ୍ନ ଦେବ, ତାହାହେଲେ ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ ତୁମେ ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗକୁ ଠେଲିବା ଓ ଟାଣିବା ବେଳେ ସେହି ଚିହ୍ନଟି ଏପଟ ସେପଟ ହୋଇ ଗତି କରୁଛି । ତା' ଗତିର ଦିଗ ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗରେ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ବିଚଳନ (disturbance)ର ସଞ୍ଚାରଣ ଦିଗ ସହିତ ସମାନ୍ତର ହୋଇଥାଏ ।

ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗର କୁଣ୍ଡଳୀମାନେ ଯେଉଁ ଅଞ୍ଚଳରେ ପରସ୍ପରର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହେବେ ତାହାକୁ ସମ୍ପୀଡ଼ନ (C) ଏବଂ ଯେଉଁ ଅଞ୍ଚଳରେ ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗର କୁଣ୍ଡଳୀମାନେ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଦୂରେଇ ଯାଇ ଥିବେ, ତାହାକୁ ବିରଳନ (R) କୁହାଯାଏ । ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ୱନିର ସଞ୍ଚାରଣବେଳେ ସେହି ମାଧ୍ୟମରେ ଏକାଧିକ ସଂପୀଡ଼ନ ଓ ବିରଳନ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗରେ ବିଚଳନର ସଞ୍ଚାରଣକୁ ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ୱନିର ସଞ୍ଚାରଣ ସହ ତୁଳନା କରିପାରିବା ।

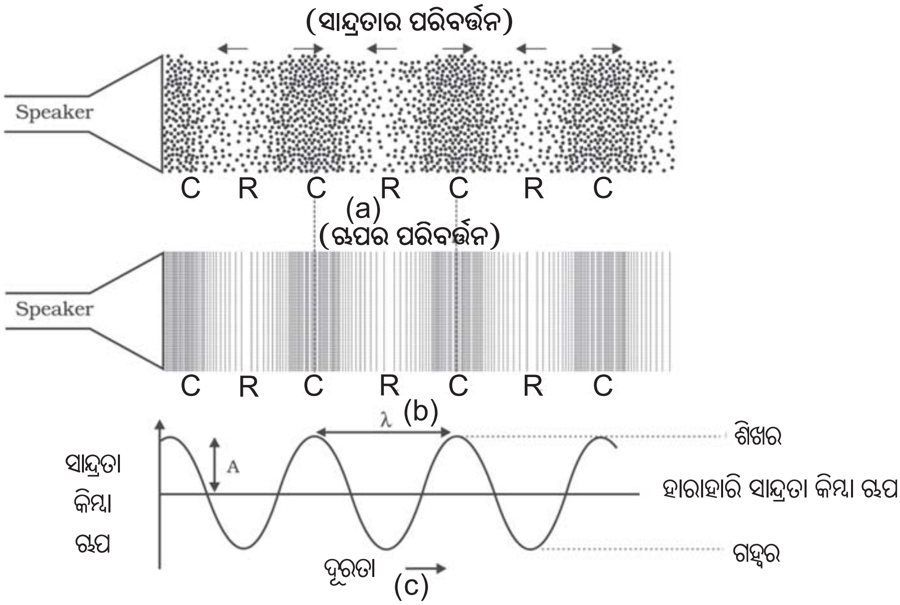
ତରଙ୍ଗ ଦୁଇପ୍ରକାରର ହୋଇପାରେ । ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ ଓ ଅନୁପ୍ରସ୍ଥ ତରଙ୍ଗ ।

ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗରେ ମାଧ୍ୟମରେ ଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକ କଣିକା ବିଚଳନର ସଞ୍ଚାରଣ ଦିଗରେ ସମାନ୍ତର ଭାବରେ ଦୋଳିତ ହୁଅନ୍ତି, ମାତ୍ର ମାଧ୍ୟମର କଣିକାମାନେ ମାଧ୍ୟମର ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଅନ୍ୟ ସ୍ଥାନକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଅନ୍ତି ନାହିଁ । ସେମାନେ କେବଳ ତାଙ୍କର ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନର ଉଭୟ ପଟେ ଏପଟ-ସେପଟ ହୋଇ ଦୋଳନ କରନ୍ତି । ଏହି ପ୍ରକାର ଭାବରେ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ମାଧ୍ୟମ ମଧ୍ୟରେ ଗତି କରେ । ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗକୁ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ କୁହାଯାଏ । **ମାଧ୍ୟମରେ ଯେଉଁ ତରଙ୍ଗ ଗତି କରୁଥିବାବେଳେ ମାଧ୍ୟମର କଣିକାମାନେ ତରଙ୍ଗର ଗତିର ଦିଗ ସହ ସମାନ୍ତର ଭାବେ ଦୋଳନ କରନ୍ତି ସେହି ତରଙ୍ଗକୁ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ କୁହାଯାଏ ।** ଆଉ ଏକ ପ୍ରକାର ତରଙ୍ଗ ମଧ୍ୟ ଅଛି । ଯାହାକୁ ଅନୁପ୍ରସ୍ଥ ତରଙ୍ଗ (transverse wave) କୁହାଯାଏ । **ମାଧ୍ୟମରେ ଯେଉଁ ତରଙ୍ଗ ଗତି କରୁଥିବାବେଳେ ମାଧ୍ୟମର କଣିକାମାନେ ତରଙ୍ଗ ଗତିର ଦିଗ ସହ ଅଭିଲମ୍ବଭାବେ ଦୋଳନ କରନ୍ତି, ସେହି ତରଙ୍ଗକୁ ଅନୁପ୍ରସ୍ଥ ତରଙ୍ଗ କୁହାଯାଏ ।** ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗ ଏହି ଶ୍ରେଣୀୟ ତରଙ୍ଗ ଅଟେ । ଏ ବିଷୟରେ ଅଧିକ ତୁମେ ଉପର ଶ୍ରେଣୀରେ ପଢ଼ିବ ।

9.2.3 ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଲକ୍ଷଣ : (Characteristics of a Sound Wave)

ଅନ୍ୟ ତରଙ୍ଗମାନଙ୍କପରି ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ମଧ୍ୟ କେତେକ ଲକ୍ଷଣ ଅଛି । ସେ ଲକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକ ହେଲା-

- ଆବୃତ୍ତି (frequency)
- ଆୟାମ (amplitude)
- ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ (wave length)
- ତରଙ୍ଗ ବେଗ (speed of wave)



ଚିତ୍ର **9.8** ଧ୍ୱନି ସଞ୍ଚାରଣବେଳେ ମାଧ୍ୟମରେ ସାନ୍ଦ୍ରତା ଏବଂ ଚାପର ପରିବର୍ତ୍ତନ **[**ଚିତ୍ର **(a), (b)]**, ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ଚାପ ପରିବର୍ତ୍ତନର ଗ୍ରାଫ୍ **[**ଚିତ୍ର **(c)]**

ଚିତ୍ର ୨.୫(c) ରେ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କରାଯାଇଛି । ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଗତି କଲାବେଳେ ସେହି ମାଧ୍ୟମର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ଚାପ କିପରି ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ, ତାହା ଚିତ୍ର ୨.୫ (a) ଓ (b)ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟରେ ମାଧ୍ୟମର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଅଞ୍ଚଳରେ ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ଚାପ ଏକ ମୂଳବିନ୍ଦୁଠାରୁ ସେହି ଅଞ୍ଚଳର ଦୂରତା ସହ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ । ଚିତ୍ର ୨.୫ (c) ।

ସଂପୀଡ଼ନ ଅଞ୍ଚଳରେ କଣିକାମାନେ ପରସ୍ପରର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହୋଇଥାଆନ୍ତି ଏବଂ ଏହାକୁ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ଉପର ଅଂଶରେ ପାହାଡ଼ (hill) ସଦୃଶ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଚିତ୍ର ୨.୫(c) । ଏହି ଉପର ଅଂଶର ଶୀର୍ଷ ବିନ୍ଦୁ ସର୍ବାଧିକ ସଂପୀଡ଼ନର ସୂଚନା ଦିଏ । ଏହି ସଂପୀଡ଼ନ ଅଞ୍ଚଳରେ ସାନ୍ଦ୍ରତା ଏବଂ ଚାପ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ । ବିରଳନ ଅଞ୍ଚଳରେ ଚାପ କମ ଥାଏ ଏବଂ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଦୂରେଇ ରହିଥାନ୍ତି । ଏହାକୁ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ତଳ ଅଂଶରେ ଉପତ୍ୟକା (valley) ସଦୃଶ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଚିତ୍ର ୨.୫(c)। ଗ୍ରାଫ୍‌ର ଉପର ଅର୍ଦ୍ଧାଂଶକୁ ଶିଖର (crest) ଏବଂ ନିମ୍ନ ଅର୍ଦ୍ଧାଂଶକୁ ଗହ୍ୱର (trough) କହନ୍ତି ।

ଦୁଇଟି କ୍ରମିକ ସଂପୀଡ଼ନ (C) ବା ଦୁଇଟି କ୍ରମିକ ବିରଳନ (R)ର ମଧ୍ୟବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାକୁ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ (wave length) କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ଗ୍ରୀକ୍ ଅକ୍ଷର ଲାମ୍ବଡ଼ା (λ) ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ କରାଯାଏ । S.I. ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଏକକ ହେଉଛି ମିଟର (m) ।

ମନେକର ତୁମେ ଗୋଟିଏ ଡ୍ରମକୁ ଆଘାତ କରୁଛ । ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ତୁମେ ଯେତେଥର ଡ୍ରମକୁ ଆଘାତ କରୁଛ, ତାହାକୁ ଡ୍ରମକୁ ଆଘାତ କରିବାର ଆବୃତ୍ତି (frequency) କହନ୍ତି । ଧ୍ୱନି ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଗତି କଲାବେଳେ, ମାଧ୍ୟମର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଏକ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ମୂଲ୍ୟ ଏବଂ ସର୍ବନିମ୍ନ ମୂଲ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ଦୋଳିତ ହୁଏ । **ମାଧ୍ୟମର ଏକ ସ୍ଥାନରେ ସାନ୍ଦ୍ରତା ସର୍ବୋଚ୍ଚ ମୂଲ୍ୟରୁ ସର୍ବନିମ୍ନ ମୂଲ୍ୟକୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇ ପୁନଶ୍ଚ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ମୂଲ୍ୟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଫେରି ଆସିବାକୁ ଏକ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଦୋଳନ କହନ୍ତି ।** ଏକକ ସମୟରେ ମାଧ୍ୟମରେ ଏ ପ୍ରକାରର ଦୋଳନର ସଂଖ୍ୟାକୁ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି କହନ୍ତି । ଏହାକୁ ଗ୍ରୀକ୍ ଅକ୍ଷର ନିଉ (ν) ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ମାତ୍ର ଏଠାରେ ଆବୃତ୍ତିକୁ ଇଂରାଜୀ ଛୋଟ ଅକ୍ଷର f ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଛି । S.I ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ଆବୃତ୍ତିର ଏକକ ହେଉଛି ହର୍ଜ୍ଜ (hertz) । ଏହାର ସଙ୍କେତ H_z ଅଟେ ।

ଦୁଇଟି କ୍ରମିକ ସଂପୀଡ଼ନ ବା ବିରଳନ ମାଧ୍ୟମର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିନ୍ଦୁକୁ ଅତିକ୍ରମ କରିବାର ସମୟକୁ ତରଙ୍ଗର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ (time period) କୁହାଯାଏ । **ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାରରେ କହିଲେ ମାଧ୍ୟମର ପ୍ରତ୍ୟେକ କଣିକାମାନେ ଥରେ ପୂର୍ଣ୍ଣଦୋଳନ କରିବାକୁ ଯେତିକି ସମୟ ନିଅନ୍ତି ତାହାକୁ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ କୁହାଯାଏ ।** ଆବର୍ତ୍ତକାଳର ସଂକେତ ସାଧାରଣତଃ T ନିଆଯାଏ । S.I. ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ଏହାର ଏକକ ହେଉଛି ସେକେଣ୍ଡ (s) ।

ଜାଣିଛ କି ?

H.R.Hertz

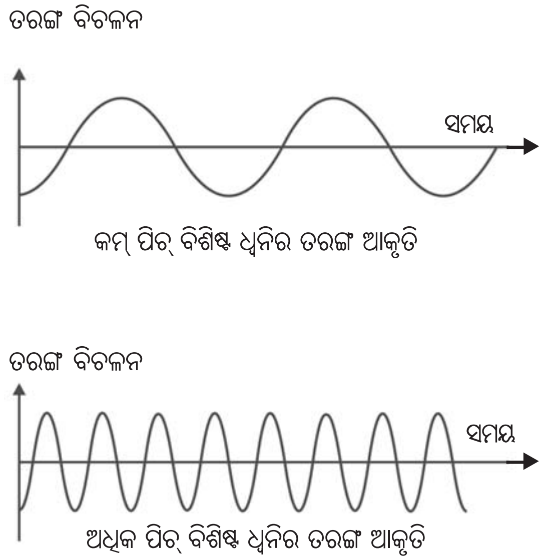
ହେନରିଚ୍ ରୁଡ଼ଲଫ୍ ହର୍ଜ୍ଜ ଜର୍ମାନ ଦେଶର ହାମବର୍ଗ ସହରରେ 1857 ମସିହା ଫେବୃୟାରୀ ମାସ 22 ତାରିଖ ଦିନ ଜନ୍ମଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । ସେ ବର୍ଲିନ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରୁ ଶିକ୍ଷାଲାଭ କରିଥିଲେ । ଏକ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଜେ.ସି.ମାକ୍ସୱେଲ୍‌ଙ୍କ ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତତ୍ତ୍ୱକୁ ସେ ପ୍ରମାଣିତ କରିଥିଲେ । ସେ ଯେଉଁ ମୂଳଦୂଆ ପକାଇଥିଲେ ତାହା ଯୋଗୁ ବର୍ତ୍ତମାନର ରେଡ଼ିଓ, ଟେଲିଫୋନ, ଟେଲିଗ୍ରାଫ୍ ଏବଂ ଟେଲିଭିଜନ ଏତେ ସଫଳତା ହାସଲ କରିପାରିଛି । ସେ ମଧ୍ୟ ଆଲୋକ-ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବ (Photoelectric Effect)ର ଆବିଷ୍କାରକ । ଏହି ତତ୍ତ୍ୱକୁ ପରବର୍ତ୍ତୀ ସମୟରେ ଆଲବର୍ଟ ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍ ଭଲଭାବରେ ବୁଝାଇ ଥିଲେ । ତାଙ୍କର ନାମାନୁସାରେ S.I. ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ଆବୃତ୍ତିର ଏକକର ନାମ ହର୍ଜ୍ଜ (hertz) ରଖାଯାଇଛି ।

ଆବର୍ତ୍ତକାଳ (T) ଓ ଆବୃତ୍ତି (f) ପରସ୍ପର ସହିତ ସମ୍ପର୍କିତ । ସେହି ସମ୍ପର୍କକୁ ନିମ୍ନମତେ ପ୍ରକାଶ କରିପାରିବା ।

$$f = \frac{1}{T}$$

ମନେକର ଅର୍କେଷ୍ଟ୍ରାରେ ଏକ ସମୟରେ ଗୋଟିଏ ବେହେଲା (violion) ଏବଂ ବଂଶୀ (flute) ବାଜୁଛି । ସେମାନଙ୍କ ଧ୍ୱନି ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ ସମାନ ବେଗରେ ଗତିକରି ଆମ କାନ ପାଖରେ ଏକା ସମୟରେ ପହଞ୍ଚିଲେ ମଧ୍ୟ ଉଭୟର ଧ୍ୱନି ଆମକୁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଲାଗେ । ଧ୍ୱନି ସହିତ ସଂପୃକ୍ତ ବିଭିନ୍ନ ଲକ୍ଷଣ ହେତୁ ଏହା ଆମକୁ ଏମିତି ଲାଗେ । ପିଚ୍ (pitch)

ବା ତାରତ୍ୱ ଏହି ପ୍ରକାର ଲକ୍ଷଣମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ଅଟେ ।

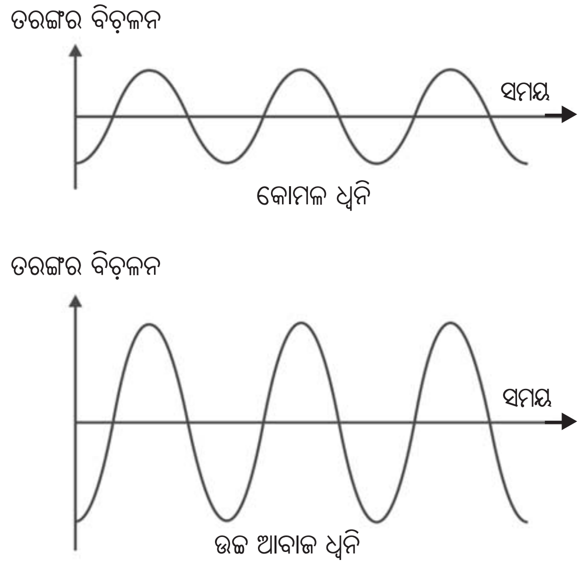


ଚିତ୍ର **9.9**

ଆମର ମସ୍ତିଷ୍କ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତିକୁ ଯେଉଁ ପ୍ରକାର ବ୍ୟାଖ୍ୟା (interpret) କରେ, ତାହାକୁ ପିଚ୍ କୁହାଯାଏ । ଉତ୍ସର କମ୍ପନ କ୍ଷିପ୍ରତରହେଲେ ଧ୍ୱନିର ଆବୃତ୍ତି ଅଧିକ ହୁଏ ଏବଂ ପିଚ୍ ମଧ୍ୟ ଅଧିକ ହୁଏ । ଚିତ୍ର ୨.୨ । ଏକ ଅଧିକ ପିଚ୍ ବିଶିଷ୍ଟ ଧ୍ୱନିରେ ଅଧିକ ସଂଖ୍ୟକ ସଂପୀଡ଼ନ ଓ ବିରଳନ ଏକକ ସମୟରେ ମାଧ୍ୟମର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିନ୍ଦୁକୁ ଅତିକ୍ରମ କରିଥାନ୍ତି । ବିଭିନ୍ନ ଆକାରର ବସ୍ତୁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଅବସ୍ଥାରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଆବୃତ୍ତିରେ କମ୍ପିତ ହୋଇ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ପିଚ୍‌ର ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି ।

ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରେ ଥିବା କଣିକାର ମାଧ୍ୟାବସ୍ଥାର ଉଭୟ ପଟେ ଦୋଳନରତ କଣିକାର ସର୍ବୋଚ୍ଚ ବିସ୍ଥାପନକୁ ତରଙ୍ଗର ଆୟାମ (amplitude) କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ଇଂରାଜୀ ‘A’ ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ କରାଯାଏ । ଚିତ୍ର ୨.8 (c) । S.I ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ଆୟାମର ଏକକ ମିଟର (m) ଅଟେ ।

ଧ୍ୱନିର ପ୍ରବଳତା ବା କୋମଳତା ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆୟାମ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟିକାରୀ ବସ୍ତୁ ଯେଉଁ ବଳଦ୍ୱାରା କମ୍ପିତ ହୁଏ, ତାହା ଉପରେ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆୟାମ ନିର୍ଭର କରେ । ମନେକର ତୁମେ ଏକ ଟେବୁଲକୁ ଆସ୍ତେକରି ଆଘାତ କଲ, ତାହାହେଲେ ତୁମେ ଏକ କୋମଳ ଧ୍ୱନି ଶୁଣିପାରିବ । କାରଣ ତୁମେ କମ୍ ଶକ୍ତି ଏବଂ କମ୍ ଆୟାମ ବିଶିଷ୍ଟ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି କଲ । ସେହିଭଳି ତୁମେ ଟେବୁଲକୁ ଅଧିକ ଜୋରରେ ଆଘାତ କଲେ, କ’ଣ ହେବ ? ତୁମେ ଅଧିକ ପ୍ରାବଲ୍ୟ ଅର୍ଥାତ୍ ଉଚ୍ଚ ଧ୍ୱନି ଶୁଣିପାରିବ । କ’ଣ ପାଇଁ ଏପରି ହେଉଛି ? ଉଚ୍ଚ ସ୍ୱରର ଧ୍ୱନି ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଅଧିକ ଦୂରତା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗତି କରିବ, କାରଣ ଏହା ଅଧିକ ଶକ୍ତି ସଂପନ୍ନ । ଏହାର ଆୟାମ ଅଧିକ । ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ତାହାର ଉତ୍ସରୁ ବାହାରି ସବୁଦିଗକୁ ବ୍ୟାପିଯାଏ । ଏହି ତରଙ୍ଗ ତାହାର ଉତ୍ସରୁ ଦୂରକୁ ଗଲେ ତାହାର ଶକ୍ତି ଓ ଆୟାମ କମିଯାଏ । ଚିତ୍ର ୨.10ରେ ଉଚ୍ଚ ଧ୍ୱନି ଓ କୋମଳ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆକୃତି (shape) ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର **9.10**

ଟିମ୍ବର ବା ସ୍ୱରବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ (timbre) ଏବଂ ଗୁଣାତ୍ମକ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ବା ଗୁଣବତ୍ତା (quality), ଧ୍ୱନିର ଆଉ ଦୁଇଟି ଲକ୍ଷଣ ଯାହାଦ୍ୱାରା ଦୁଇଟି ସମାନ ତାରତ୍ୱ ଓ ସମାନ ପ୍ରବଳତା ବିଶିଷ୍ଟ ଧ୍ୱନି ମଧ୍ୟରେ ଆମେ ପ୍ରଭେଦ ବାରିପାରୁ । ଯେଉଁ ଧ୍ୱନି କାନକୁ ପ୍ରୀତିକର (pleasant) ଲାଗେ ତାହାର ଗୁଣାତ୍ମକ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ଉଚ୍ଚମାନର (rich) ହୋଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ଆବୃତ୍ତି ବିଶିଷ୍ଟ ଧ୍ୱନିକୁ ଟୋନ୍ (tone) କୁହାଯାଏ । ବିଭିନ୍ନ ଆବୃତ୍ତିର ମିଶ୍ରଣରେ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ଧ୍ୱନିକୁ ନୋଟ୍ (note) କୁହାଯାଏ । ଏହା କାନ ପାଇଁ ପ୍ରୀତିକର ଓ ଶ୍ରୁତିମଧୁର ଅଟେ । କର୍କଶ ଶବ୍ଦ (noise) ଶ୍ରୁତିକଟୁ ଅଟେ । ସଙ୍ଗୀତ ଶ୍ରୁତିମଧୁର ଓ ଶୁଣିବାକୁ ପ୍ରୀତିକର ହୋଇଥାଏ ଯାହାର ଗୁଣାତ୍ମକ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ଉଚ୍ଚମାନର ହୋଇଥାଏ ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ଧ୍ୱନିର ତାରତ୍ୱ ଓ ପ୍ରବଳତା ଧ୍ୱନିର କେଉଁ ଗୁଣ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୁଏ ?
2. ଗୋଟିଏ କାରର ହର୍ଣ୍ଣର ଧ୍ୱନି ଓ ଗୀଟାରର ଧ୍ୱନି ମଧ୍ୟରୁ କାହାର ପିଚ୍ ଅଧିକ ଅନୁମାନ କର ।

ଏକକ ସମୟରେ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରୁଥିବା ଦୂରତାକୁ ତାହାର ବେଗ କୁହାଯାଏ । ଆମେ ଜାଣିଛେ ଯେ, ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ଏକ ଆବର୍ତ୍ତକାଳ ମଧ୍ୟରେ ଯେତିକି ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରେ ତାହାକୁ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ କୁହାଯାଏ ।

ଆମେ ପୁଣି ଜାଣିଛୁ, ବେଗ= $v = \frac{\text{ଦୂରତା}}{\text{ସମୟ}}$

$$\text{ତେଣୁ } v = \frac{\lambda}{T}$$

ଏଠାରେ λ ହେଉଛି ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ T ହେଉଛି ତରଙ୍ଗର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ । (ଦୁଇଟି କ୍ରମିକ ସଂପୀଡ଼ନ ବା ବିରଳନର ମଧ୍ୟବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତ୍ୱକୁ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ କୁହାଯାଏ) ।

ଯେହେତୁ $\frac{1}{T} = f$ (f = ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି)

$$\therefore \mathbf{v = f \lambda}$$

ଅର୍ଥାତ୍, **ତରଙ୍ଗ ବେଗ = ତରଙ୍ଗ ଆବୃତ୍ତି × ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ**

ସମାନ ଭୌତିକ ପରିସ୍ଥିତି ବା ଅବସ୍ଥାରେ ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ୱନିର ବେଗ, ସମସ୍ତ ତରଙ୍ଗ ଆବୃତ୍ତି ପାଇଁ ସମାନ ହେବେ ।

ଉଦାହରଣ 9.1

ଗୋଟିଏ ଉତ୍ସରୁ ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ 30ଟି ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିଲେ, ସେହି ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି କେତେ ?

ଉତ୍ତର :

30ଟି ତରଙ୍ଗ ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବାରୁ ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି 30Hz ଅଟେ ।

ଉଦାହରଣ 9.2

ଗୋଟିଏ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ 0.05 ସେକେଣ୍ଡ ହେଲେ, ଏହାର ଆବୃତ୍ତି କେତେ ?

ଉତ୍ତର :

ଦତ୍ତ ଅଛି,

ତରଙ୍ଗର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ = T = 0.05s

ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି = $f = \frac{1}{T}$

$$= \frac{1}{0.05} = \frac{100}{5} = 20Hz$$

ଉଦାହରଣ 9.3

ଏକ ବେତାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ 300 ମିଟର ହେଲେ, ଏହାର ଆବୃତ୍ତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ଉତ୍ତର :

ଦତ୍ତ ଅଛି,

ବେତାର ତରଙ୍ଗର ବେଗ = $v = 3 \times 10^8 m/s$

(ମନେରଖ)

ବେତାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ = 300 m

ଆମେ ଜାଣିଛେ,

$$v = f\lambda$$

$$\therefore f = \frac{v}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8 m/s}{300m}$$

$$= 10^6 \text{ Hz}$$

ବା 1 ମେଗାହର୍ତ୍ସ

ଉଦାହରଣ 9.4

ଏକ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି 2kHz ଏବଂ ଏହାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ 35cm ଅଟେ । 1.5 କିମି ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିବାକୁ ଏହାକୁ କେତେ ସମୟ ଲାଗିବ ?

ଉତ୍ତର :

ଦତ୍ତ ଅଛି,

ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି = f = 2kHz = 2000Hz

ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ = λ = 35cm = 0.35m

ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = d = 1.5km = 1500m

$\therefore v = f\lambda = 2000Hz \times 0.35m = 700m/s$

ମନେକର t = 1.5km ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ସମୟ ।

$$\therefore \quad t = \frac{d}{v} = \frac{1500m}{700m/s} = 2.14s \text{ (ପ୍ରାୟ)}$$

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ, ତରଙ୍ଗ ଆବୃତ୍ତି, ଆୟାମ ଓ ଆବର୍ତ୍ତକାଳ କାହାକୁ କୁହାଯାଏ ?
2. ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ, ଆବୃତ୍ତି ଓ ବେଗ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସଂପର୍କଟିକୁ ଲେଖ ।
3. ଏକ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି 220Hz ଏବଂ ଏହାର ବେଗ ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ 440m/s ହେଲେ, ତାହାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।
4. ଧ୍ୱନି ଉତ୍ସଠାରୁ 450 ମିଟର ଦୂରରେ ଠିଆହୋଇ ଜଣେ ବ୍ୟକ୍ତି 500Hz ଆବୃତ୍ତିର ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗକୁ ଶୁଣୁଛନ୍ତି । ତାହାହେଲେ ଦୁଇଟି କ୍ରମିକ ସଂପୀଡ଼ନର ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ ତାଙ୍କ ନିକଟରେ କେତେ ହେବ ?

ଗୋଟିଏ ତରଙ୍ଗ ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଗତି କରୁଥିବା ସମୟରେ ତାହା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଶକ୍ତି ସେହି ମାଧ୍ୟମରେ ଗତି କରେ । **ମାଧ୍ୟମର ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁ ଚାରିପଟେ ତରଙ୍ଗ ଗତିର ଅଭିଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳବିଶିଷ୍ଟ କ୍ଷେତ୍ର ମଧ୍ୟଦେଇ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ଯେତିକି ଧ୍ୱନି ଶକ୍ତି ଅତିକ୍ରମ କରେ ତାହାର ପରିମାଣକୁ ସେହି ବିନ୍ଦୁରେ ଧ୍ୱନିର ତୀବ୍ରତା (intensity) କୁହାଯାଏ ।** ଆମ୍ଭେମାନେ ସମୟେ ସମୟେ ଧ୍ୱନି ପ୍ରବଳତା (loudness) ଏବଂ ଧ୍ୱନିର ତୀବ୍ରତାକୁ (intensity)କୁ ଅଦଳବଦଳ କରି ବ୍ୟବହାର କରୁ । ମାତ୍ର ସେମାନେ ସମାନ ନୁହନ୍ତି । ଧ୍ୱନି ପ୍ରବଳତା କାନ ଉପରେ ପଡୁଥିବା ଧ୍ୱନିର ପ୍ରଭାବର ଏକ ମାପକ ଭାବରେ ଗ୍ରହଣ କରାଯାଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ଧ୍ୱନିର ପ୍ରବଳତା ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଶ୍ରୋତାଙ୍କ କାନ ପାଇଁ ଅଲଗା ଅଲଗା ହୋଇପାରେ । ଦୁଇଟି ଧ୍ୱନିର ତୀବ୍ରତା ସମାନ ହୋଇଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଆମର କାନ ଗୋଟିଏ ଧ୍ୱନିକୁ ଅନ୍ୟଠାରୁ ଅଧିକ ପ୍ରବଳ (louder) ଭାବରେ ଶୁଣିପାରେ ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

ଧ୍ୱନିର ପ୍ରବଳତା ଓ ଧ୍ୱନିର ତୀବ୍ରତା ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଅ ।

9.2.4 ବିଭିନ୍ନ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ୱନିର ବେଗ : (Speed of Sound in different Media)

ଧ୍ୱନି ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବେଗରେ ସଞ୍ଚାରିତ ହୁଏ । ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ ବର୍ଷାଦିନେ ଆକାଶରେ ବିଜୁଳି ଓ ଘଡ଼ଘଡ଼ି ଏକ ସମୟରେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିଲେ ମଧ୍ୟ ପ୍ରଥମେ ତୁମେ ଆକାଶରେ ବିଜୁଳିର ଝଲକ ଦେଖ ଓ କିଛି ସମୟ ପରେ ଘଡ଼ଘଡ଼ିର ଶବ୍ଦ ଶୁଣ । ଏଥିରୁ ତୁମେ ଜାଣିଲ ଯେ ଧ୍ୱନି ଆଲୋକଠାରୁ ବହୁତ କମ୍ ବେଗରେ ଗତି କରେ । ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ୱନିର ଗତିର ବେଗ, ସେହି ମାଧ୍ୟମର ଧର୍ମ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଧ୍ୱନିର ବେଗ ମଧ୍ୟ ମାଧ୍ୟମର ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ । ମାଧ୍ୟମର ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିଲେ ଧ୍ୱନିର ବେଗ ବଢ଼େ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ବାୟୁରେ ଧ୍ୱନିର ବେଗ 0^0C ତାପମାତ୍ରାରେ 331m/s ହେଲାବେଳେ 22^0C ତାପମାତ୍ରାରେ ଏହା ପ୍ରାୟ 344m/s ହୋଇଥାଏ । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ (25^0C) ତାପମାତ୍ରାରେ ଧ୍ୱନିର ବେଗ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ମାଧ୍ୟମରେ କେତେ ତାହା ସାରଣୀ- 9.1ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । (ଏହାକୁ ମୁଖସ୍ଥ କରିବା ଦରକାର ନାହିଁ) ।

ସାରଣୀ 9.1

ବିଭିନ୍ନ ମାଧ୍ୟମରେ 25^0C ତାପମାତ୍ରାରେ ଧ୍ୱନିର ବେଗ

ମାଧ୍ୟମର ଅବସ୍ଥା	ମାଧ୍ୟମର ନାମ	ଧ୍ୱନିର ବେଗ(m/s)
ଗ୍ୟାସ	ହାଇଡ୍ରୋଜେନ	1284
	ହିଲିୟମ	965
	ବାୟୁ	346
	ଅକ୍ସିଜେନ୍	316
	ସଲ୍‌ଫର ଡାଇଅକ୍ସାଇଡ୍	213
ତରଳ	ସମୁଦ୍ର ଜଳ	1531
	ପାତିତ ଜଳ	1498
	ଇଥାନଲ୍	1207
	ମିଥାନଲ୍	1103
କଠିନ	ଏଲୁମିନିୟମ୍	6420
	ନିକେଲ	6040
	ଷ୍ଟିଲ୍	5960
	ଲୁହା	5950
	ପିତ୍ତଳ (brass)	4700
	କାଚ (ଫ୍ଲିଣ୍ଟ୍ କାଚ)	3980

ପ୍ରଶ୍ନ :

ସାରଣୀଟିକୁ ଅନୁଧ୍ୟାନ କରି କୁହ, ବାୟୁ, ଜଳ ଓ ଲୌହ ମାଧ୍ୟମ ମଧ୍ୟରୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ କେଉଁ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ୱନି ଅଧିକ ବେଗରେ ଏବଂ କେଉଁଥିରେ ସବୁଠାରୁ କମ୍ ବେଗରେ ଗତିକରେ ?

ଜାଣିଛ କି ?

ସୋନିକ୍ ବୁମ୍ (Sonic boom) :

କୌଣସି ବସ୍ତୁର ଗତିର ବେଗ ଧ୍ୱନିର ବେଗଠାରୁ ଅଧିକ ହେଲେ, ବସ୍ତୁର ସେହି ବେଗକୁ ସୁପରସୋନିକ୍ ବେଗ କୁହାଯାଏ । ଜେଟ୍ ବିମାନ, ବନ୍ଧୁକର ଗୁଳି ଇତ୍ୟାଦି ଅନେକ ସମୟରେ ସୁପର ସୋନିକ୍ ବେଗରେ ଗତି କରିଥାନ୍ତି । କୌଣସି ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟିକାରୀ ଉତ୍ସ ଧ୍ୱନିର ବେଗଠାରୁ ଅଧିକ ବେଗରେ ଗତିକଲେ ଏହା ବାୟୁରେ ସକ୍ ତରଙ୍ଗ (shock wave) ସୃଷ୍ଟି କରେ । ଏହି ସକ୍ ତରଙ୍ଗ ସମୂହରେ ପ୍ରଚୁର ଶକ୍ତି ରହିଥାଏ । ଏହି ତରଙ୍ଗ ସହିତ ଜଡ଼ିତ ବାୟୁ ଚାପର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଅନୁସାରେ ଏହି ସକ୍ ତରଙ୍ଗ ଏକ ପ୍ରକାର ତୀବ୍ର ଏବଂ ଉଚ୍ଚ ଶବ୍ଦ ସୃଷ୍ଟି କରେ, ଯାହାକୁ ସୋନିକ୍ ବୁମ୍ କୁହାଯାଏ । ସୁପର ସୋନିକ୍ ଜେଟ୍ ବିମାନରୁ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ଏହି ସକ୍ ତରଙ୍ଗରେ ଯଥେଷ୍ଟ ଶକ୍ତି ଅଛି ଯାହା କାଚକୁ ଭାଙ୍ଗି ଖଣ୍ଡ ଖଣ୍ଡ କରି ଦେଇପାରେ ବା କୋଠାବାଡ଼ିର କ୍ଷୟକ୍ଷତି ମଧ୍ୟ କରିପାରେ ।

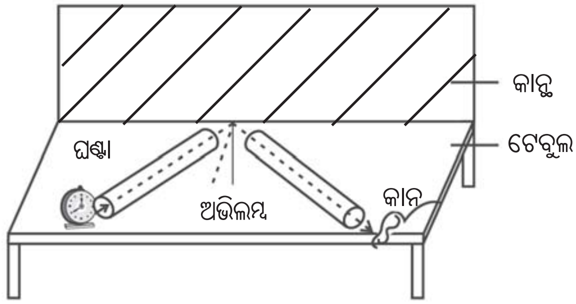
9.3 ଧ୍ୱନିର ପ୍ରତିଫଳନ (Reflection of Sound)

ଗୋଟିଏ ରବର ପେଣ୍ଡୁ ଗୋଟିଏ କାନ୍ଥରେ ଧକ୍କା ଖାଇ ଯେପରି ଫେରିଆସେ, ସେହିପରି ଧ୍ୱନି କଠିନ ବା ତରଳ ପୃଷ୍ଠରେ ବାଧାପାଇ ଫେରିଆସେ । ଆଲୋକ ପରି ଧ୍ୱନି ମଧ୍ୟ କଠିନ ଓ ତରଳ ପୃଷ୍ଠରୁ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୁଏ ଏବଂ ତୁମେ ପୂର୍ବରୁ ପଢ଼ିଥିବା ଆଲୋକର ପ୍ରତିଫଳନ ନିୟମକୁ ମାନିଥାଏ । ଧ୍ୱନିର ପ୍ରତିଫଳନ ସମୟରେ,

- **ଆପତନ କୋଣ ଓ ପ୍ରତିଫଳିତ କୋଣ ପରସ୍ପର ସହିତ ସମାନ ।**
- **ଆପତତ ଧ୍ୱନି, ପ୍ରତିଫଳିତ ଧ୍ୱନି ଓ ଆପତନ ବିନ୍ଦୁରେ ଅଙ୍କିତ ଅଭିଲମ୍ବ ଏକ ସମତଳରେ ଅବସ୍ଥାନ କରନ୍ତି ।**

ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ପ୍ରତିଫଳନ ପାଇଁ ପ୍ରତିଫଳକ ବନ୍ଧୁର ବା ମସୃଣ ହୋଇପାରେ ମାତ୍ର ତାହାର ଆକାର ବଡ଼ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 9.5



ଚିତ୍ର **9.11** ଧ୍ୱନିର ପ୍ରତିଫଳନ

ଚିତ୍ର **9.11**ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଲାଭଳି ଗୋଟିଏ ମୋଟା କାଗଜ ବ୍ୟବହାର କରି ଦୁଇଟି ପାଇପ୍ ପ୍ରସ୍ତୁତ କର । ଏହି ଦୁଇ ପାଇପ୍‌ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଅଧିକ ଲମ୍ବା ହେବା ଆବଶ୍ୟକ । ଏକ କାନ୍ଥ ନିକଟରେ ଗୋଟିଏ ଟେବୁଲ ରଖି ଟେବୁଲ ଉପରେ ପାଇପ୍ ଦୁଇଟିକୁ ଚିତ୍ର ଅନୁସାରେ ରଖ । ଗୋଟିଏ ଟେବୁଲ ଘଣ୍ଟା ଗୋଟିଏ ପାଇପ୍‌ର ଖୋଲା ମୁହଁ ପାଖରେ ରଖ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ପାଇପ୍ ମୁହଁ ପାଖରେ କାନରଖି ଘଣ୍ଟାର ଟିକ୍ ଟିକ୍ ଶବ୍ଦ ଶୁଣ । ଦ୍ୱିତୀୟ ପାଇପ୍‌ଟିକୁ ଟିକେ ଘୁଞ୍ଚାଘୁଞ୍ଚି କରି ଏପରି ଅବସ୍ଥା (ଦିଗ)ରେ ରଖ ଯେପରିକି ତୁମେ ତାହାର ମୁହଁ ପାଖରେ ଘଣ୍ଟାର ଶବ୍ଦ ସ୍ପଷ୍ଟ ଭାବରେ ଶୁଣି ପାରିବ । ପ୍ରଥମ ପାଇପ୍ ବାଟେ ଧ୍ୱନି ଆପତିତ ହେଲା ଓ ଦ୍ୱିତୀୟ ପାଇପ୍ ବାଟେ ପ୍ରତିଫଳିତ ହେଲା । ବର୍ତ୍ତମାନ ଉଭୟ ପାଇପ୍‌ର ଅବସ୍ଥିତିର ଚିହ୍ନ ଦେଇ ଆପତନ କୋଣ ଓ ପ୍ରତିଫଳନ କୋଣ ମାପି ଦେଖ । ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କ'ଣ ସମ୍ପର୍କ ରହିଛି ? ଚିତ୍ରରେ ଡାହାଣପଟକୁ ଥିବା ପାଇପ୍‌କୁ ଭୂଲମ୍ବ ଦିଗରେ ସାମାନ୍ୟ ଉପରକୁ ଉଠାଅ ଏବଂ କ'ଣ ହେଲା ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ।

9.3.1 ପ୍ରତିଧ୍ୱନି : (Echo)

ପାହାଡ଼ ପାଖରେ ବା ଉଚ୍ଚ ଅଟ୍ଟାଳିକା ପାଖରେ ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ପ୍ରତିଫଳକ ନିକଟରେ ଉପଯୁକ୍ତ ସ୍ଥାନରେ ଠିଆ ହୋଇ ତୁମେ ତାଳି ମାରିଲେ କିମ୍ବା ଜୋର୍‌ରେ ଚିତ୍କାର କଲେ, ତୁମେ ସେହି ଧ୍ୱନିକୁ ପୁଣି କିଛି ସମୟ ପରେ ଶୁଣି ପାରିବ, ଯାହାକୁ ପ୍ରତିଧ୍ୱନି କୁହାଯାଏ । ଧ୍ୱନି ଶୁଣିବାର ଇନ୍ଦ୍ରିୟାନୁଭୂତି (sensation) ଆମ ମସ୍ତିଷ୍କରେ 0.1ସେକେଣ୍ଡ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ରହେ । ସେହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଯଦି ପ୍ରତିଫଳିତ ଧ୍ୱନି ଆମ କାନରେ ପହଁଞ୍ଚେ, ତେବେ ମୂଳ ଧ୍ୱନିରୁ ପ୍ରତିଧ୍ୱନିକୁ

ଅଲଗା କରି ଜାଣି ହେବ ନାହିଁ । ସେଥିପାଇଁ ମୂଳ ଧ୍ୱନିର ଅତି କମ୍‌ରେ 0.1 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ଯଦି ପ୍ରତିଧ୍ୱନି ଆମ କାନ ପାଖରେ ପହଁଞ୍ଚିବ ତାହାହେଲେ ଯାଇ ମୂଳ ଧ୍ୱନି ଓ ତା'ର ପ୍ରତିଧ୍ୱନିକୁ ଆମେ ପୃଥକ୍ ପୃଥକ୍ ଭାବେ ସ୍ୱଷ୍ଟ ଶୁଣିପାରିବା । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରା 22^0Cରେ ଧ୍ୱନିର ବେଗ ବାୟୁରେ 344m/s ହେଲେ, ଏହା 0.1 ସେକେଣ୍ଡରେ ପ୍ରାୟ 34.4 ମିଟର ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିବ । ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି ହେବା ସ୍ଥାନରୁ ପ୍ରତିଫଳକ ପୃଷ୍ଠ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଯାଇ ପୁନଶ୍ଚ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ସ୍ଥାନକୁ ଫେରିଆସିବା ଦୂରତା 34.4 ମିଟର ହେଲେ, ପ୍ରତିଫଳକ ପୃଷ୍ଠର ଦୂରତା ଏହାର ଅଧା ଅର୍ଥାତ୍ 17.2m ହେବ । ପ୍ରତିଧ୍ୱନିକୁ ସ୍ୱଷ୍ଟ ଭାବେ ଶୁଣିବା ପାଇଁ ପ୍ରତିଫଳକର ତୁମଠାରୁ ସର୍ବନିମ୍ନ ଦୂରତା 17.2m ହେବା ଦରକାର । ଏହି ଦୂରତା ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମର ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ମଧ୍ୟ ନିର୍ଭର କରେ । ବହୁ ପ୍ରତିଫଳନ ଯୋଗୁଁ ଏକାଧିକ ପ୍ରତିଧ୍ୱନି ମଧ୍ୟ ଶୁଣାଯାଏ । ବେଳେ ବେଳେ ଘଡ଼ଘଡ଼ି ଶବ୍ଦ ଥରେ ଆରମ୍ଭ ହେଲେ ଅନେକ ସମୟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବାରମ୍ବାର ଶୁଣାଯାଏ । ଏହା ବାଦଲ ଓ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠ ମଧ୍ୟରେ ଘଡ଼ଘଡ଼ି ଧ୍ୱନିର (ଏକାଧିକ) ବହୁ ପ୍ରତିଫଳନ ଯୋଗୁ ହୋଇଥାଏ ।

9.3.2 ପ୍ରତିନାଦ : (Reverberation)

କୌଣସି ବଡ଼ ହଲ୍‌ରେ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟିହେଲେ ଏହା ବାରମ୍ବାର ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ କ୍ଷୀଣ ନହେଲା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କିଛି ସମୟ ଧରି ବାରମ୍ବାର ସେହି ହଲ୍‌ରେ ଶୁଭେ । ହଲ୍‌ର କାନ୍ଥରୁ ପ୍ରତିଫଳନର ପୁନରାବୃତ୍ତି ଯୋଗୁ ଯେଉଁ ପୁନଃପୁନଃ ପ୍ରତିଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ, ତାହାକୁ ପ୍ରତିନାଦ କୁହାଯାଏ । ଅଡ଼ିଟୋରିୟମ୍ ବା ବିରାଟ ହଲ୍‌ରେ ଅତ୍ୟଧିକ ପ୍ରତିନାଦ କେହି ଚାହାନ୍ତି ନାହିଁ, କାରଣ ଏହାଦ୍ୱାରା ଧ୍ୱନି ସ୍ୱଷ୍ଟ ଭାବରେ ଶୁଣାଯାଏ ନାହିଁ । ପ୍ରତିନାଦକୁ କମ୍ କରିବାପାଇଁ ଅଡ଼ିଟୋରିୟମ୍ ବା ବଡ଼ ହଲ୍‌ର ଛାତ ଏବଂ ଭିତର କାନ୍ଥକୁ ଧ୍ୱନି ଶୋଷଣ କରିପାରୁଥିବା ପଦାର୍ଥ ଯଥା : ସଙ୍କୁଚିତ ଫାଇବର, ବନ୍ଧୁର ପ୍ଲାଷ୍ଟର କିମ୍ବା କନାର ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ଆଚ୍ଛାଦିତ କରାଯାଇଥାଏ । ଏହି ହଲ୍ ବା ଅଡ଼ିଟୋରିୟମ୍‌ର ଚୌକିଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟ ଧ୍ୱନି ଶୋଷଣକାରୀ ପଦାର୍ଥଦ୍ୱାରା ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଇଥାଏ ।

ଉଦାହରଣ : 9.5

ଜଣେ ବ୍ୟକ୍ତି ଗୋଟିଏ ଉଚ୍ଚ ପାହାଡ଼ ଶୃଙ୍ଗ ସାମନାରେ ଠିଆ ହୋଇ ତାଳି ମାରିଲେ ଏବଂ 5ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ଏହାର ପ୍ରତିଧ୍ୱନି ଶୁଣିଲେ । ଧ୍ୱନିର ବେଗ 346m/s ହେଲେ ପାହାଡ଼ ଓ ବ୍ୟକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା କେତେ ?

ଉତ୍ତର :

ଦତ୍ତ ଅଛି,

ଧ୍ୱନିର ବେଗ = v = 346m/s

ସମୟ = t = 5s

ଧ୍ୱନିଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = d = v × t

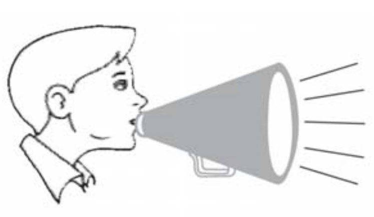
= 346m/s × 5s = 1730m

ପାହାଡ଼ ଓ ବ୍ୟକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା

$= s = \frac{d}{2} = 1730m \div 2 = 865m$

9.3.3 ଧ୍ୱନିର ବହୁ ପ୍ରତିଫଳନର ବ୍ୟବହାର : (Uses of Multiple Reflection of Sound)

1. ସଭାରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ଲାଉଡ୍‌ସ୍ପିକର ମେଗାଫୋନ, କାହାଳୀ (horn) ଓ କେତେକ ବାଦ୍ୟଯନ୍ତ୍ର ଯଥା : ସାହାନାଇ, ଟ୍ରମ୍ପେଟ ଇତ୍ୟାଦି ଏ ପ୍ରକାର ଗଢ଼ା ହୋଇଥାଏ ଯେ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ନିସୃତ ଧ୍ୱନି ବିଚ୍ଛୁରିତ ନହୋଇ କେବଳ ଗୋଟିଏ ଦିଗରେ ଗତି କରେ । ଏହିସବୁ ବାଦ୍ୟଯନ୍ତ୍ରମାନଙ୍କରେ ଶଙ୍ଖ (conicat) ସଦୃଶ ମୁହଁ ଥାଏ । ଏହା ମଧ୍ୟଦେଇ ଧ୍ୱନି ବାରମ୍ବାର ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ ଆଗକୁ ଅଗ୍ରସର ହୋଇ ଶ୍ରୋତାମାନଙ୍କ ପାଖରେ ପହଁଞ୍ଚିଥାଏ । ଚିତ୍ର 9.12 ।



ମେଗାଫୋନ

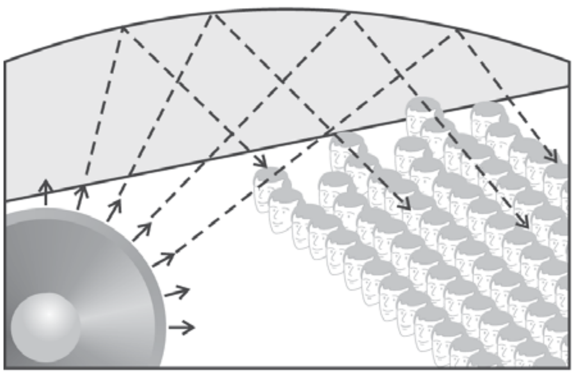
କାହାଳୀ

ଚିତ୍ର **9.12**

2. ଡାକ୍ତରମାନେ ଆମ ଶରୀର ଭିତରେ ଥିବା ହୃତ୍‌ପିଣ୍ଡର ସ୍ପନ୍ଦନ ବା ଫୁସ୍‌ଫୁସ୍‌ର କ୍ଷୀଣ ଧ୍ୱନିକୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ଜାଣିବାପାଇଁ ଷ୍ଟେଥୋସ୍କୋପ୍ (stethoscope) ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତି । ଏହି ଷ୍ଟେଥୋସ୍କୋପ୍ ନଳୀ ଭିତରେ ଏକାଧିକ ପ୍ରତିଫଳନ ଯୋଗୁଁ କ୍ଷୀଣ ଧ୍ୱନି ସ୍ପଷ୍ଟ ଭାବରେ ଡାକ୍ତରଙ୍କ କାନରେ ଶୁଭେ । ଚିତ୍ର **9.13**।

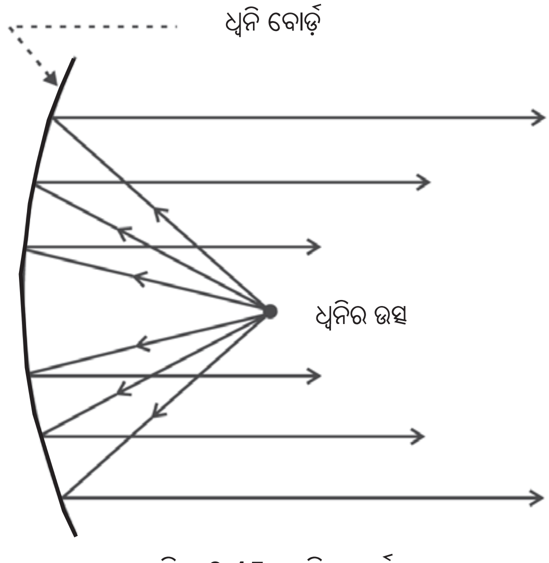
ଚିତ୍ର **9.13** ଷ୍ଟେଥୋସ୍କୋପ

3. ସାଧାରଣତଃ ବକ୍ତୃତା କକ୍ଷ, କନଫରେନ୍‌ସ ହଲ୍ ଏବଂ ସିନେମାହଲ୍‌ର ଛାତକୁ ବକ୍ର (curved) ଆକୃତିର କରାଯାଇଥାଏ । ଚିତ୍ର 9.14 ।



ଚିତ୍ର **9.14** ବକ୍ତୃତା କକ୍ଷର ଅବତଳ ଛାତ

ଏହା ଯୋଗୁ ଧ୍ୱନି ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ ହଲ୍‌ର ସବୁ ସ୍ଥାନରେ ପହଞ୍ଚିପାରେ । ଅନେକ ସମୟରେ ବକ୍ତୃତା କକ୍ଷରେ ବକ୍ତାର ପଛପଟେ ଅବତଳ ଆକାରର ବକ୍ର ଧ୍ୱନି ପ୍ରତିଫଳକ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଅବତଳ ପୃଷ୍ଠର ଫୋକସ୍‌ରେ ବକ୍ତା ଛିଡ଼ା ହୋଇ କହିଲେ ତାଙ୍କ ଧ୍ୱନିର ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରତିଫଳନ ଯୋଗୁଁ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ବିଭିନ୍ନ ଦିଗରେ ବିକ୍ଷିପ୍ତ ନହୋଇ ଶ୍ରୋତାଙ୍କ ଦିଗରେ ସଞ୍ଚାରିତ ହୋଇଥାଏ । ଚିତ୍ର **9.15** ।



ଚିତ୍ର **9.15** ଧ୍ୱନି ବୋର୍ଡ଼

ପ୍ରଶ୍ନ :

ବକ୍ତୃତାକକ୍ଷର ଛାତକୁ କାହିଁକି ବକ୍ରତଳ କରାଯାଇଥାଏ ?

9.4 ଶ୍ରବଣର ଆବୃତ୍ତି ପରାସ (ପରିସର ସୀମା) (Frequency Range of Hearing)

ମନୁଷ୍ୟ 20Hz ରୁ 20kHz ଆବୃତ୍ତିର ସୀମା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗକୁ କେବଳ ଶୁଣିପାରେ । ଏହି ଆବୃତ୍ତି ସୀମା ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି କମ୍ପନ ଯୋଗୁଁ ସୃଷ୍ଟ ତରଙ୍ଗକୁ ଶ୍ରାବ୍ୟ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ (audible sound wave) କୁହାଯାଏ । 20kHzରୁ ଅଧିକ ବା 20Hzରୁ କମ୍ ଆବୃତ୍ତିର ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ସାଧାରଣ ମନୁଷ୍ୟ କାନକୁ ଶୁଣାଯାଏ ନାହିଁ । (1kHz = 1,000Hz) । ପାଞ୍ଚ ବର୍ଷରୁ କମ୍ ପିଲାମାନେ ଏବଂ କେତେକ ପଶୁ ଯଥା : କୁକୁର ଇତ୍ୟାଦି 25kHz ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆବୃତ୍ତିର ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗକୁ ଶୁଣିପାରନ୍ତି । ବୟସ ଅଧିକ ହେଲେ ଶ୍ରାବ୍ୟ ଆବୃତ୍ତିର ଉଚ୍ଚ ସୀମା 20kHzରୁ ତଳକୁ କମି ଆସେ ।

ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି 20Hzରୁ କମ୍ ହେଲେ, ତାହାକୁ ଇନ୍‌ଫ୍ରାସୋନିକ୍ (infrasonic) ଧ୍ୱନି କୁହାଯାଏ । ହାତୀ, ଗଣ୍ଡା ଓ ତିମି ଭଳି କେତେକ ପ୍ରାଣୀମାନେ 20Hzରୁ କମ୍ ଅର୍ଥାତ୍ ଇନ୍‌ଫ୍ରାସୋନିକ ଆବୃତ୍ତିର ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି । ଏହି ଧ୍ୱନିକୁ ଆମେ କିନ୍ତୁ ଶୁଣି ପାରିବା ନାହିଁ । ତୁମେ ଶୁଣିଥିବ ଯେ, ଭୂମିକମ୍ପ ହେବା ପୂର୍ବରୁ କେତେ ପଶୁ ଏହାକୁ ଜାଣିପାରି ବିଚଳିତ ହୋଇପଡ଼ନ୍ତି । ଭୂମିକମ୍ପ ଆରମ୍ଭବେଳେ କମ୍

ଆବୃତ୍ତିର ଇନ୍‌ଫ୍ରାସୋନିକ ଧ୍ୱନି ସଞ୍ଚାରିତ ହୁଏ, ଯାହାକୁ କେତେକ ପଶୁମାନେ ହିଁ କେବଳ ଜାଣିପାରନ୍ତି । ତେଣୁ ସେମାନେ ଇତସ୍ତତଃ ହୋଇ ଇଆଡ଼େ ସିଆଡ଼େ ଦୌଡ଼ନ୍ତି ।

ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି 20kHzରୁ ଅଧିକ ହେଲେ ତାହାକୁ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ (ultrasonic) [ସରଳଭାବରେ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ] ବା ପାରସ୍ୱନିକ ଧ୍ୱନି କୁହାଯାଏ । ଏହି ଧ୍ୱନିକୁ ମଧ୍ୟ ଆମେ ଶୁଣିପାରିବା ନାହିଁ । କାରଣ ଏହାର ଆବୃତ୍ତି 20kHzରୁ ବେଶି । ଡଲଫିନ୍, ପରପଏମ୍ (ଡଲଫିନ୍ ପରିବାରର) କେତେକ ପକ୍ଷୀ ଓ କୀଟପତଙ୍ଗ ଏହି ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତିର ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ତରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି କରିପାରନ୍ତି । କେତେକ ରାତ୍ରିକାଳିନ କୀଟ (moth), ବାଦୁଡ଼ିମାନେ ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିବା ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତିର ଶବ୍ଦକୁ (squeaks) ଶୁଣିପାରନ୍ତି ଓ ବାଦୁଡ଼ିମାନଙ୍କର ଆକ୍ରମଣରୁ ନିଜକୁ ରକ୍ଷା କରିପାରନ୍ତି । ମୂଷାମାନେ ମଧ୍ୟ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ଧ୍ୱନି ଉତ୍ପନ୍ନ କରି ପରସ୍ପର ସହିତ ଖେଳନ୍ତି ।

ତୁମେ ଜାଣିଛ କି ?

ଶ୍ରବଣ ଶକ୍ତି ହରାଇଥିବା ବ୍ୟକ୍ତିମାନେ ଶ୍ରବଣ ସହାୟକ ଯନ୍ତ୍ର (hearing aid) ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତି । ଏହା ବ୍ୟାଟେରୀ ଚାଳିତ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋନିକ ଯନ୍ତ୍ର । ଶ୍ରବଣ ସହାୟକ ଯନ୍ତ୍ର ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର ମାଇକ୍ରୋଫୋନ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ଧ୍ୱନି ଗ୍ରହଣ କରେ । ମାଇକ୍ରୋଫୋନ୍ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗକୁ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସିଗନାଲ୍‌ରେ ରୂପାନ୍ତରିତ କରେ । ଏହି ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସିଗନାଲ୍‌କୁ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟାର ସାହାଯ୍ୟରେ ବହୁଗୁଣିତ କରାଯାଏ ଓ ଏହି ବର୍ଦ୍ଧିତ ସିଗ୍‌ନାଲକୁ ଶ୍ରବଣ ସହାୟକ ଯନ୍ତ୍ରର ସ୍ପିକର ନିକଟକୁ ପ୍ରେରଣ କରାଯାଏ । ସ୍ପିକର ବିଦ୍ୟୁତ ସିଗନାଲ୍‌କୁ ପୁଣି ଧ୍ୱନିରେ ପରିଣତ କରେ ଯାହା ବ୍ୟକ୍ତି ସ୍ପଷ୍ଟ ଭାବରେ ଶୁଣିପାରେ ।

ଭୂମିକମ୍ପ ବା ଆଗ୍ନେୟଗିରି ଉଦ୍‌ଗୀରଣ ଭଳି ପ୍ରାକୃତିକ ଘଟଣା ପୂର୍ବରୁ କେତେକ ପଶୁପକ୍ଷୀ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପ୍ରଦର୍ଶନ କରନ୍ତି ।

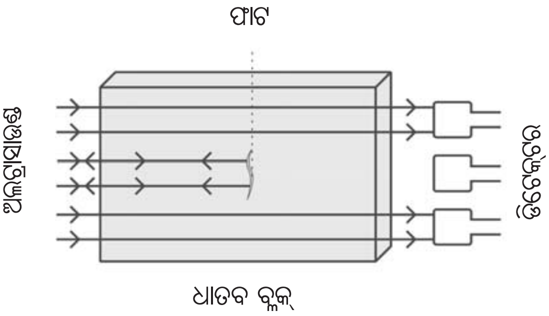
ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ସାଧାରଣ ମନୁଷ୍ୟର ଶ୍ରାବ୍ୟ ଆବୃତ୍ତିର ପରିସର କେତେ ?
2. ଇନ୍‌ଫ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ଓ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡର ଆବୃତ୍ତିର ପରିସର କେତେ ?

9.5 ଅଲ୍‌ଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡର ପ୍ରୟୋଗ (Applications of Ultrasound)

ଅଲ୍‌ଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ଏକ ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତି ବିଶିଷ୍ଟ ତରଙ୍ଗ । ଏହାର ଗତିପଥରେ କୌଣସି ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଏହା ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପଥରେ ଗତି କରିପାରେ । ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡକୁ ଚିକିତ୍ସା ବିଜ୍ଞାନ ଓ ଉଦ୍ୟୋଗ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବହୁଳ ଭାବେ ପ୍ରୟୋଗ କରଯାଏ ।

1. ଭିତରକୁ ହାତ ପଶି ନ ପାରୁଥିବା କେତେକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରୋନିକ ସାମଗ୍ରୀ ଯଥା: ସ୍ପାଇରାଲ କୁଣ୍ଡଳୀ ଇତ୍ୟାଦିକୁ ସହଜରେ ସଫା କରି ହୁଏନା । ସେସବୁ ସାମଗ୍ରୀକୁ ଅଲ୍‌ଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ସାହାଯ୍ୟରେ ସଫା କରାଯାଏ । ଯେଉଁ ବସ୍ତୁକୁ ସଫା କରିବାର ଥିବ, ତାହାକୁ ସଫା କରାଯାଉଥିବା ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟରେ ରଖାଯାଏ ଏବଂ ଅଲ୍‌ଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ତରଙ୍ଗ ତାହା ମଧ୍ୟକୁ ପ୍ରବେଶ କରାଯାଏ । ଏହାର ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତିହେତୁ ଗ୍ରୀଜ୍, ଧୂଳିକଣା କିମ୍ବା ମଇଳା ଇତ୍ୟାଦି ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରୁ ବାହାରି ଆସି ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟରେ ମିଶିଯାଏ । ଏହାଯୋଗୁ ସାମଗ୍ରୀଗୁଡ଼ିକ ଭଲଭାବରେ ସଫା ହୋଇଯାଏ ।
2. ଅଲ୍‌ଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ପ୍ରୟୋଗ କରି ବଡ଼ ବଡ଼ ଧାତବ ବ୍ଲକ୍ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଫାଟ ଚିହ୍ନଟ କରାଯାଏ । ଏହି ଫାଟ ବାହାରୁ ଦେଖିହୁଏ ନାହିଁ । ଏହା ଯଦି ଠିକ୍ ଭାବରେ ଚିହ୍ନଟ କରାନଯାଏ, ତାହାହେଲେ ତ୍ରୁଟିପୂର୍ଣ୍ଣ ଧାତବ ବ୍ଲକ୍ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ ବଡ଼ କୋଠାବାଡ଼ି, ପୋଲ (bridge) ଓ କଳକାରଖାନା ପ୍ରତି ବିପଦ ରହିବ । ଧାତବ ବ୍ଲକ୍ ଠିକ୍ ଭାବରେ ନିର୍ମିତ ହୋଇଛି କି ନା ଜାଣିବା ପାଇଁ ପ୍ରଥମେ ଅଲ୍‌ଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡକୁ ଧାତବ ଖଣ୍ଡ ମଧ୍ୟକୁ ପ୍ରବେଶ କରାଯାଏ ଏବଂ ଡିଟେକ୍‌ଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ତ୍ରୁଟିଟି ଜଣାପଡ଼େ । ସାମାନ୍ୟ ଫାଟ ବା ତ୍ରୁଟି ଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଅଲ୍‌ଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ତରଙ୍ଗ ସେହି ସ୍ଥାନରୁ ପ୍ରତଫଳିତ ହୋଇ ଫେରିଆସେ ଯାହା ସେହି ଫାଟର ସୂଚନା ଦିଏ । ଚିତ୍ର 9.16 । ମାତ୍ର ସାଧାରଣ ଅଧିକ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗକୁ ଏଥିପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ନାହିଁ, କାରଣ ଏହାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଅଧିକ ହୋଇଥିବାରୁ ଏହା ଫାଟ ବା ଫାଙ୍କା ସ୍ଥାନରୁ



ଚିତ୍ର **9.16**

ବଙ୍କାଇଯାଇ ଡିଟେକ୍ଟର ପାଖରେ ପହଞ୍ଚିଯାଏ । ଫଳରେ ଫାଟ ଚିହ୍ନିତ ହୋଇପାରେନା ।

3. ହୃତ୍‌ପିଣ୍ଡର ବିଭିନ୍ନ ଅଂଶରୁ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗର ପ୍ରତିଫଳନ କରାଇ ସେହି ଅଂଶମାନଙ୍କର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ତିଆରି କରାଯାଏ । ଏହି ଫଟୋ ଦେଖି ଡାକ୍ତରମାନେ ଚିକିତ୍ସା କରନ୍ତି । ଏହି ପ୍ରକାର ପଦ୍ଧତିକୁ ଚିକିତ୍ସା ବିଜ୍ଞାନରେ "ଇକୋକାର୍ଡ଼ିଓଗ୍ରାଫି" (echocardiography) କୁହାଯାଏ ।

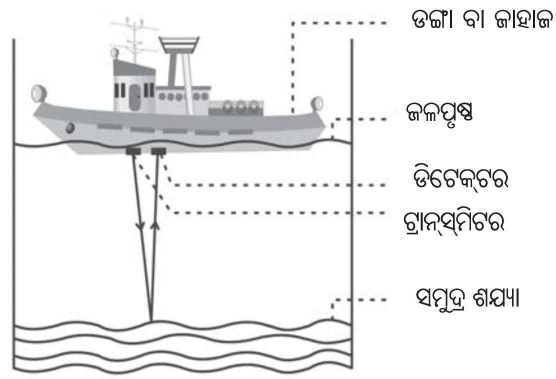
4. ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ସ୍କାନର ଏକ ଯନ୍ତ୍ର ଯାହା ସାହାଯ୍ୟରେ ଆମ ଶରୀରର ଆଭ୍ୟନ୍ତର ଅଙ୍ଗ ପ୍ରତ୍ୟଙ୍ଗକୁ ଯାଞ୍ଚ କରି (scanning) ସେମାନଙ୍କର ଫଟୋ ଉତ୍ତୋଳନ କରାଯାଇପାରେ । ଏଥିରେ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ରୋଗୀର ଲିଭର, ଗଲ୍‌ବ୍ଲାଡ଼ର, ଇଉଟେରସ୍ ଏବଂ କିଡ଼ନି ଇତ୍ୟାଦିର ତ୍ରି-ବିମୀୟ ଛବି କମ୍ପ୍ୟୁଟରର ମନିଟରରେ ଦେଖିହୁଏ । ଏହି ଛବି ଦେଖି ଡାକ୍ତରମାନେ ରୋଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତି ଓ ସେହି ଅନୁସାରେ ରୋଗୀର ଚିକିତ୍ସା କରନ୍ତି । ଏହି ଚିକିତ୍ସା ପଦ୍ଧତିକୁ ଅଲ୍‌ଟ୍ରାସୋନୋଗ୍ରାଫି (ultrasonography) କୁହାଯାଏ ।

5. ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ତରଙ୍ଗ ସାହାଯ୍ୟରେ କିଡ଼ନିରେ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ଛୋଟ ଛୋଟ ପଥରକୁ ଛୋଟ ଛୋଟ ଦାନାରେ ଭାଙ୍ଗି ଦିଆଯାଏ । ଏହି ଦାନାଗୁଡ଼ିକ ପରେ ମୂତ୍ରରେ ମିଶି ପଦାକୁ ବାହାରିଆସେ । ରୋଗୀ କିଡ଼୍‌ନି ପଥର ସମସ୍ୟାରୁ ମୁକ୍ତି ପାଏ ।

9.5.1 ସୋନାର (SONAR) :

SONAR ର ପୂରା ଇଂରାଜୀ ନାମ ହେଉଛି Sound Navigation And Ranging । ସୋନାର ଏକ ଯନ୍ତ୍ର ଯାହା ସାହାଯ୍ୟରେ ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବସ୍ତୁର ଉପସ୍ଥିତି, ଦୂରତ୍ୱ, ଦିଗ ଓ ବେଗ ଜାଣିହୁଏ । ଏହାର କାର୍ଯ୍ୟକାରିତା ଧ୍ୱନି ପ୍ରତିଫଳନର ମୌଳିକ ନିୟମ ଉପରେ ପର୍ଯ୍ୟବେସିତ । ସୋନାରରେ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

ସୋନାର କିପରି କାମ କରେ ଆସ ଏ ବିଷୟରେ ଜାଣିବା । ସୋନାରରେ ଗୋଟିଏ ଟ୍ରାନ୍‌ସମିଟର (transmitter) ଏବଂ ଗୋଟିଏ ଡିଟେକ୍ଟର (ditector) ଥାଏ । ଏହା ବଡ଼ ବଡ଼ ଶକ୍ତିଚାଳିତ ଡଙ୍ଗା (power boat) ସବ୍‌ମାରିନ୍ ବା ଜାହାଜରେ ଖଞ୍ଜା ହୋଇଥାଏ ।



ଚିତ୍ର **9.17** ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡର ଜଳରେ ପ୍ରତିଫଳନ

ଟ୍ରାନସମିଟରରୁ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗ ପଲ୍‌ସ (pulse) ପାଣି ଭିତରକୁ ପଠାଯାଏ । ସେହି ପଲ୍‌ସ ସମୁଦ୍ର ଶଯ୍ୟାରେ କିମ୍ବା ସମୁଦ୍ର ଜଳରେ ବୁଡ଼ି ରହିଥିବା ଜାହାଜ, ପାହାଡ଼ ବା ଅନ୍ୟ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ବାଧାପ୍ରାପ୍ତ ହେଲେ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ ଫେରିଆସେ । ଏହି ପ୍ରତିଫଳିତ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ପ୍ରତିଧ୍ୱନି ଡିଟେକ୍ଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ଗୃହୀତ ହୁଏ । ଡିଟେକ୍ଟର ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସଙ୍କେତ (signal) ରେ ପରିଣତ କରେ ଯାହାର ବିଶ୍ଳେଷଣ କରାଯାଏ । ଧ୍ୱନିର ପ୍ରେରଣ ଓ ପ୍ରତିଧ୍ୱନିର ଗ୍ରହଣ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ '**t**', ସମୁଦ୍ର ଜଳରେ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗର ବେଗ 'v' ଓ ଜାହାଜଠାରୁ ପ୍ରତିବନ୍ଧକର ଦୂରତା 'd' ହେଲେ, ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ତରଙ୍ଗ ମୋଟ 2d ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିଥାଏ ।

$\therefore\ 2d = v \times t$

କିମ୍ବା $d = \dfrac{v \times t}{2}$

ଏହି ସୂତ୍ର ବ୍ୟବହାର କରି ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ି ରହିଥିବା ଅଦୃଶ୍ୟ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ଜଳପୃଷ୍ଠଠାରୁ ଦୂରତା ଗଣନା କରା

ଯାଇଥାଏ । ଏହି ପଦ୍ଧତିକୁ ଇକୋ ରେଞ୍ଜିଂ (echo ranging) ପଦ୍ଧତି କୁହଯାଏ । ଏହି ପଦ୍ଧତିଦ୍ୱାରା ସମୁଦ୍ର ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ି ରହିଥିବା ଜାହାଜ, ପାହାଡ଼, ବଡ଼ ବଡ଼ ଶିଳାଖଣ୍ଡ, ବରଫ ସ୍ତୂପ ଇତ୍ୟାଦି ବସ୍ତୁମାନଙ୍କ ଉପସ୍ଥିତି ଓ ଜଳପୃଷ୍ଠ ତଳେ ସେମାନଙ୍କ ଦୂରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହୁଏ । ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ ସମୁଦ୍ର ଜଳର ଗଭୀରତା ମଧ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହୁଏ ।

ଉଦାହରଣ : 9.6

ଗୋଟିଏ ଜାହାଜରୁ ସମୁଦ୍ରର ଶଯ୍ୟା ଆଡ଼କୁ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ତରଙ୍ଗ ପଠାଗଲା । ପଠାଇବାର 3 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ତାହାର ପ୍ରତିଧ୍ୱନି ଡିଟେକ୍ଟର ଦ୍ୱାରା ଗୃହୀତ ହେଲା । ସମୁଦ୍ର ଜଳରେ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡର ବେଗ 1530m/s ହେଲେ, ସମୁଦ୍ର ଜଳର ଗଭୀରତା କେତେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ଉତ୍ତର :

ଦତ୍ତ ଅଛି,

ପ୍ରତିଧ୍ୱନି ପହଞ୍ଚିବାର ସମୟ = t = 3 ସେକେଣ୍ଡ

ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡର ବେଗ = v = 1530 m/s

ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = 2 × ସମୁଦ୍ର ଜଳର ଗଭୀରତା (d)

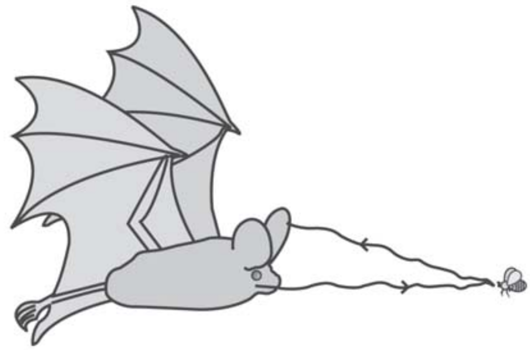
$\therefore 2d = v \times t = 1530 m/s \times 3 s = 4590 m$

$\Rightarrow d = \frac{4590 m}{2} = 2295 m = 2.295 km.$

ପ୍ରଶ୍ନ :

ଏକ ବୁଡ଼ାଜାହାଜରେ ଥିବା ସୋନାରରୁ ସମୁଦ୍ରଜଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ିରହିଥିବା ପାହାଡ଼ ଆଡ଼କୁ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗ ପଲ୍‌ସ ପଠାଇଲେ ତାହା ପାହାଡ଼ରେ ଧକ୍କା ଖାଇ 1.6 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ସୋନାରର ଡିଟେକ୍ଟର ପାଖକୁ ଫେରିଆସେ । ସମୁଦ୍ରର ଗଭୀରତା 1120m ହେଲେ, ସମୁଦ୍ର ଜଳରେ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ଧ୍ୱନିର ବେଗ କେତେ ?

ବାଦୁଡ଼ି (bat) ରାତିର ଅନ୍ଧକାରରେ ଗତି କରିପାରେ ଏବଂ ତାହାର ଖାଦ୍ୟ ସଂଗ୍ରହ କରେ । ଏହା ସେ କିପରି କରିପାରେ ! ବାଦୁଡ଼ି ରାତିରେ ଉଡ଼ିଲାବେଳେ ଅବିରତ ଭାବରେ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗ ନିର୍ଗତ କରେ ଓ ତାହାର ପ୍ରତିଧ୍ୱନିକୁ ଗ୍ରହଣ କରି ତାର ଚତୁଃପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା ବସ୍ତୁମାନଙ୍କୁ ଜାଣିପାରେ । ଚିତ୍ର 9.18 । ବାଦୁଡ଼ି ଉଚ୍ଚ ତାରତ୍ୱ (high pitch) ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ପଲ୍‌ସମାନଙ୍କୁ ନିର୍ଗତ କରି ପ୍ରେରଣ କରେ ଯାହା ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ ବାଦୁଡ଼ି

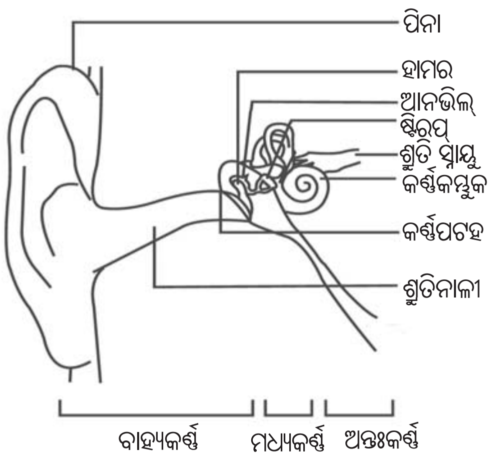


ଚିତ୍ର **9.18** ବାଦୁଡ଼ିର ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ପ୍ରେରଣ ଓ ଗ୍ରହଣ

କାନ ପାଖକୁ ଫେରିଆସେ । ପ୍ରତିଫଳିତ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗର ଲକ୍ଷଣରୁ ବାଦୁଡ଼ି ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ବା ପ୍ରତିଫଳକର ଉପସ୍ଥିତି, ଆକୃତି ଓ ପ୍ରକୃତି ଜାଣିପାରେ । ତେଣୁ ନିଜ ଖାଦ୍ୟ ପାଖରେ ସେ ଅନ୍ଧାର ରାତିରେ ବିନା ବାଧାରେ ପହଞ୍ଚିଯାଏ । ପ୍ରାକୃତିକ ଉପାୟରେ ବାଦୁଡ଼ି ପ୍ରୟୋଗ କରୁଥିବା ଏହି କୌଶଳ ହିଁ ସୋନାରରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଛି ।

9.6 ମାନବ କର୍ଣ୍ଣର ଗଠନ (Structure of Human Ear)

ଆମେ କିପରି ଶୁଣୁ ? କର୍ଣ୍ଣ ସାହାଯ୍ୟରେ ଆମେ ଶୁଣୁ । ଆସ, ଏହି କର୍ଣ୍ଣର ଗଠନ ଓ କାର୍ଯ୍ୟ ବିଷୟରେ ଏଠାରେ କିଛି ଜାଣିବା । ବାହ୍ୟ କର୍ଣ୍ଣକୁ ପିନା (pinna) କୁହାଯାଏ । ଏହା ଚତୁଃପାର୍ଶ୍ୱର ଧ୍ୱନିକୁ ଗ୍ରହଣ କରେ ଯାହା କାନର ଶ୍ରୁତିନାଳୀ (auditory canal) ବାଟଦେଇ ଭିତରକୁ ଯାଏ । କର୍ଣ୍ଣ ଭିତରେ ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର ଓ ପତଳା ଝିଲ୍ଲୀ ଥାଏ, ତାହାକୁ କର୍ଣ୍ଣପଟହ (ear drum) ବା ଟିମ୍ପାନିକ୍ ଝିଲ୍ଲୀ କୁହାଯାଏ ।



ଚିତ୍ର **9.19** ମାନବ କର୍ଣ୍ଣ

ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମର ସଂପୀଡ଼ନ କର୍ଣ୍ଣପଟହରେ ପହଞ୍ଚିଲେ ତାହା କର୍ଣ୍ଣପଟହକୁ ଅଧିକ ଚାପ ପ୍ରଦାନ କରେ ଓ ତାହାକୁ ଭିତରକୁ ଠେଲିଦିଏ । ସେହିଭଳି ଯେତେବେଳେ ବିରଳନ କର୍ଣ୍ଣପଟହ ନିକଟରେ ପହଞ୍ଚେ ସେତେବେଳେ କର୍ଣ୍ଣପଟହ ଉପରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ଚାପ ହ୍ରାସ ପାଏ, ତେଣୁ କର୍ଣ୍ଣପଟହ ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଟିକେ ବାହାରକୁ ଚାଲିଆସେ । ଏହାଦ୍ୱାରା କର୍ଣ୍ଣପଟହ ବାରମ୍ବାର ଆଗପଛ ହୋଇ କମ୍ପିତ ହୁଏ । ଏହି କମ୍ପନ ମଧ୍ୟ କର୍ଣ୍ଣରେ ଥିବା ତିନୋଟି ହାଡ଼ ଯଥା : ହାମର, ଆନ୍‌ଭିଲ ଓ ଷ୍ଟିରପ୍ ଦ୍ୱାରା ବହୁଗୁଣିତ ହୋଇଥାଏ । ମଧ୍ୟ କର୍ଣ୍ଣ ଏହି ଚାପର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ଅନ୍ତଃକର୍ଣ୍ଣ (inner ear)କୁ ପଠାଏ । ସେଠାରେ କର୍ଣ୍ଣକମ୍ବୁକ (cochlea) ଥାଏ, ଯାହା ଚାପର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସିଗନାଲସ୍‌ରେ ପରିଣତ କରେ । ଏହି ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସିଗନାଲସ୍ ଶ୍ରୁତି ସ୍ନାୟୁ (auditory nerve) ବାଟଦେଇ ମସ୍ତିଷ୍କକୁ ଯାଏ ଏବଂ ମସ୍ତିଷ୍କ ଏହାକୁ ବାଖ୍ୟାକରି ଧ୍ୱନି ଭାବରେ ବୁଝିପାରେ ।

ଆମେ କ'ଣ ଶିଖିଲେ ?

- ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁର କମ୍ପନହେତୁ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ।
- ଧ୍ୱନି ଏକ ଜଡ଼ୀୟ ମାଧ୍ୟମରେ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ ଭାବରେ ଗତିକରେ ।
- ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ୱନି କ୍ରମାନ୍ୱୟରେ ସଂପୀଡ଼ନ ଓ ବିରଳନ ସୃଷ୍ଟିକରି ଗତିକରେ ।
- ଧ୍ୱନି ସଞ୍ଚାରଣ ବେଳେ ମାଧ୍ୟମର କଣିକାମାନେ କେବଳ ନିଜ ସ୍ଥାନରେ ଦୋଳିତ ହୁଅନ୍ତି ମାତ୍ର ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଅନ୍ତି ନାହିଁ । କେବଳ ଧ୍ୱନି ଶକ୍ତି ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଏ ଓ ତାହା ମାଧ୍ୟମରେ ଗତି କରେ ।
- ଧ୍ୱନି ଶୂନ୍ୟ ମାଧ୍ୟମରେ ଗତିକରି ପାରେ ନାହିଁ ।
- ଦୁଇଟି କ୍ରମିକ ସଂପୀଡ଼ନ ବା ଦୁଇଟି କ୍ରମିକ ବିରଳନର ମଧ୍ୟ ବିନ୍ଦୁ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାକୁ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ (λ) କୁହାଯାଏ ।
- ମାଧ୍ୟମରେ ତରଙ୍ଗ ଗତି କରୁଥିବା ସମୟରେ ମାଧ୍ୟମର ଏକକ କଣିକା ଗୋଟିଏ ଥର ପୂର୍ଣ୍ଣ ଦୋଳନ କରିବାକୁ ଯେତିକି ସମୟ ନିଏ, ତାହାକୁ ତରଙ୍ଗର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ (T) କୁହାଯାଏ ।
- ଧ୍ୱନି ଗତି କରୁଥିବା ମାଧ୍ୟମରେ ଗୋଟିଏ କଣିକା ଏକକ ସମୟରେ ଯେତେଥର ଦୋଳିତ ହୁଏ ତାହାକୁ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି (f) କୁହାଯାଏ । $\left(f = \frac{1}{T}\right)$
- ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ, ଆବୃତ୍ତି ଓ ବେଗ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସଂପର୍କ ହେଲା – $v = f\lambda$

  କିମ୍ବା $f = \frac{v}{\lambda}$

  କିମ୍ବା $\lambda = \frac{v}{f}$
- ଧ୍ୱନିର ବେଗ ତାହା ସଞ୍ଚାରିତ ହେଉଥିବା ମାଧ୍ୟମର ପ୍ରକୃତି ଓ ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ୱନିର ବେଗ ଅଲଗା ହୋଇଥାଏ ।
- ଧ୍ୱନି ପ୍ରତିଫଳନ ନିୟମଗୁଡ଼ିକ ହେଲା :
  (i) ଧ୍ୱନିର ପ୍ରତିଫଳନ ସମୟରେ ଆପତନ କୋଣ ପ୍ରତିଫଳନ କୋଣ ସହିତ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।
  (ii) ଆପତିତ ଧ୍ୱନି, ପ୍ରତିଫଳତ ଧ୍ୱନି ଏବଂ ଆପତନ ପୃଷ୍ଠରେ ଆପତନ ବିନ୍ଦୁରେ ଅଙ୍କିତ ଅଭିଲମ୍ବ ଏକ ସମତଳରେ ଅବସ୍ଥାନ କରନ୍ତି ।
- ମୂଳ ଧ୍ୱନି ଓ ପ୍ରତିଫଳିତ ଧ୍ୱନି ମଧ୍ୟରେ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ ଅତି କମ୍‌ରେ 0.1s ହେଲେ ପ୍ରତିଧ୍ୱନି ସ୍ପଷ୍ଟ ଶୁଣାଯାଏ ।
- ଧ୍ୱନିର ବିଶେଷ ଗୁଣଗୁଡ଼ିକ ହେଲା– ତାରତ୍ୱ, ପ୍ରବଳତା ଓ ଗୁଣାତ୍ମକ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ । ଏହା ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଧର୍ମ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ । ଏହି ଗୁଣମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଗୋଟିଏ ଧ୍ୱନିକୁ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଧ୍ୱନିରୁ ଅଲଗା ବୋଲି ବାରିହୁଏ ।
- ଧ୍ୱନି ସଞ୍ଚାଳନର ଅଭିଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ମଧ୍ୟଦେଇ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ଅତିକ୍ରମ କରୁଥିବା ଧ୍ୱନି ଶକ୍ତିର ପରିମାଣକୁ ଧ୍ୱନିର ତୀବ୍ରତା କହନ୍ତି ।
- ଜଣେ ସାଧାରଣ ମାନବର ଧ୍ୱନି ଶ୍ରବଣ ଆବୃତ୍ତିର ପରିସର 20Hz ରୁ 20kHz ଅଟେ ।

- ଧ୍ୱନିର ପ୍ରବଳତା, କାନରେ ଧ୍ୱନି ଶ୍ରବଣର ତୀବ୍ରତାର ଏକ ଇନ୍ଦ୍ରିୟାନୁଭୂତି । ସମାନ ତୀବ୍ରତାର ଧ୍ୱନି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ବ୍ୟକ୍ତିଙ୍କ କାନରେ ଅଲଗା ଅଲଗା ଧ୍ୱନି ପ୍ରବଳତା ସୃଷ୍ଟି କରିପାରେ ।
- ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି 20Hzରୁ କମ୍ ହେଲେ ତାହାକୁ ଇନ୍‌ଫ୍ରାସୋନିକ ଏବଂ 20kHzରୁ ଅଧିକ ହେଲେ ତାହାକୁ ଅଲ୍‌ଟ୍ରାସୋନିକ ବା ଅଲ୍‌ଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ କୁହାଯାଏ ।
- ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡକୁ ଚିକିତ୍ସା ବିଜ୍ଞାନ ଓ ଉଦ୍ୟୋଗରେ ବିଭିନ୍ନ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ ।
- ସୋନାର ପଦ୍ଧତି ବ୍ୟବହାର କରି ସମୁଦ୍ରର ଗଭୀରତା ମପାଯାଇ ପାରେ ଏବଂ ସମୁଦ୍ର ଜଳରେ ବୁଡ଼ି ରହିଥିବା ପାହାଡ଼, ଉପତ୍ୟକା, ବଡ଼ ବରଫ ଖଣ୍ଡ ଓ ବୁଡ଼ାଜାହାଜର ଅବସ୍ଥିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇପାରେ ।

ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ଧ୍ୱନି କାହାକୁ କୁହାଯାଏ ଏବଂ ଏହା କିପରି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ?
2. ନିମ୍ନରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରଶ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଚାରିଗୋଟି ସମ୍ଭାବ୍ୟ ଉତ୍ତର ମଧ୍ୟରୁ ଠିକ୍ ଉତ୍ତର ବାଛି ଲେଖ ।

   (a) ଧ୍ୱନି ନିମ୍ନୋକ୍ତ କେଉଁ ମାଧ୍ୟମରେ ଆଦୌ ଗତି କରିପାରିବ ନାହିଁ ?
   (i) କଠିନ (ii) ତରଳ (iii) ଗ୍ୟାସ (iv) ଶୂନ୍ୟ

   (b) ହର୍ଜ୍ ହେଉଛି–
   (i) ସେକେଣ୍ଡ (ii) ସେକେଣ୍ଡ$^{-1}$ (iii) ମିଟର (iv) ମିଟର$^{-1}$

   (c) ସମୁଦ୍ରର ଗଭୀରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ କେଉଁ ଯନ୍ତ୍ର ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ?
   (i) ସୋନାର (ii) ରେଡ଼ାର (iii) ମିଟର ସ୍କେଲ (iv) ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ନୁହେଁ ।

   (d) କେଉଁ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ୱନିର ବେଗ ସର୍ବାଧିକ ?
   (i) କଠିନ (ii) ତରଳ (iii) ଗ୍ୟାସ (iv) ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ନୁହେଁ ।
3. ଧ୍ୱନିର ଏକ ଉତ୍ସ ନିକଟରେ ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ ସଂପୀଡ଼ନ ଓ ବିରଳନ କିପରି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ, ନାମାଙ୍କିତ ଚିତ୍ର ମାଧ୍ୟମରେ ବୁଝାଅ ।
4. ଧ୍ୱନି ସଞ୍ଚାରଣ ପାଇଁ ଏକ ମାଧ୍ୟମ ଆବଶ୍ୟକ – ଏକ ସରଳ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଏହାକୁ ବୁଝାଅ ।
5. ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗକୁ କାହିଁକି ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ କୁହାଯାଏ ?
6. ଏକ ଅନ୍ଧାର ଘରେ ବସିଥିବା ତୁମ ବନ୍ଧୁଙ୍କ ଆବାଜରୁ ବନ୍ଧୁଙ୍କ ଉପସ୍ଥିତି ତୁମେ ଧ୍ୱନିର କେଉଁ ଗୁଣଯୋଗୁ ଜାଣିପାର ?
7. ବିଜ୍ଞାନ ସମ୍ମତ କାରଣ ଦର୍ଶାଅ ।
   (a) ଏକା ସମୟରେ ବିଜୁଳି ଓ ଘଡ଼ଘଡ଼ି ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିଲେ ମଧ୍ୟ ପ୍ରଥମେ ବିଜୁଳି ଦେଖାଯାଏ ଏବଂ ତାହାର କିଛି ସମୟପରେ ଘଡ଼ଘଡ଼ି ଶୁଣାଯାଏ ।
   (b) ବାଦୁଡ଼ି ଅନ୍ଧାର ରାତିରେ ତାହାର ଶିକାର ଧରିବାକୁ ସକ୍ଷମ ହୁଏ ?

8. ସାଧାରଣ ମଣିଷର ଧ୍ୱନି ପରିସର 20Hz ରୁ 20kHz । ଏହି ଦୁଇ ଆବୃତ୍ତିର ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ କେତେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । (v = 344m/s)

9. ତୁମର ଦୁଇ ସାଙ୍ଗ ଗୋଟିଏ ଏଲୁମିନିୟମ ଦଣ୍ଡର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ବସିଛନ୍ତି । ଜଣେ ସାଙ୍ଗ ଗୋଟିଏ ପଥର ଦ୍ୱାରା ଏଲୁମିନିୟମ୍ ଦଣ୍ଡକୁ ଆଘାତ କଲା । ଅନ୍ୟ ସାଙ୍ଗ ପାଖକୁ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ବାୟୁରେ ଏବଂ ଏଲୁମିନିୟମରେ ପହଞ୍ଚିବା ସମୟର ଅନୁପାତ କେତେ ?

10. ଏକ ଧ୍ୱନି ଉତ୍ସର ତରଙ୍ଗ ଆବୃତ୍ତି 100Hz ହେଲେ, ଏହା ଏକ ମିନିଟରେ କେତେ ଥର କମ୍ପିତ ହେବ ?

11. ଆଲୋକ ପ୍ରତିଫଳନ ନିୟମ, ଧ୍ୱନି ପ୍ରତିଫଳନ ପାଇଁ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ କି ? ଏହାକୁ ବୁଝାଅ ।

12. ଏକ ଦୂର ବସ୍ତୁରୁ ଧ୍ୱନି ଯେତେବେଳେ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୁଏ, ପ୍ରତିଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଯଦି ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ଏବଂ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟିର ଉତ୍ସ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା ସମାନ ରହେ, ତାହାହେଲେ ଏକ ଉତ୍ତପ୍ତ ଦିନରେ ତୁମେ ପ୍ରତିଧ୍ୱନି ଶୁଣିପାରିବ କି ?

13. ଧ୍ୱନି ପ୍ରତିଫଳନର ଦୁଇଟି ବ୍ୟବହାରିକ ପ୍ରୟୋଗ ଲେଖ ।

14. ଗୋଟିଏ ପୋଖରୀ କୂଳକୁ ଲାଗି 500m ଉଚ୍ଚର ଏକ ଟାୱାର ଅଛି । ଏହି ଟାୱାର ଶୀର୍ଷରୁ ଗୋଟିଏ ପଥର ପୋଖରୀର ପାଣିକୁ ଖସିପଡ଼ିଲା । ପଥରର ପାଣିରେ ପଡ଼ିବାର ଶବ୍ଦ କେତେ ସମୟ ପରେ ଶୁଣାଯିବ ? ($g = 10m/s^2$ ଏବଂ v = 340m/s)

15. ଏକ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ 334m/s ବେଗରେ ଗତି କରେ । ଏହାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ 1.5cm ହେଲେ, ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି କେତେ ହେବ ? ଏହା ଶୁଣାଯିବ କି ନାହିଁ ।

16. ପ୍ରତିନାଦ କାହାକୁ କୁହାଯାଏ ? ଏହାକୁ କିପରି କମ୍ କରାଯାଇ ପାରିବ ?

17. ଧ୍ୱନିର ତୀବ୍ରତା କାହାକୁ କହନ୍ତି ? ଏହା କେଉଁ କେଉଁ କାରକ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ?

18. ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ ଯନ୍ତ୍ରପାତିକୁ ପରିଷ୍କାର କରିବାରେ ଅଲ୍ଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ କିପରି ସହାୟକ ହୁଏ ?

19. ସୋନାରର କାର୍ଯ୍ୟପ୍ରଣାଳୀ ଏବଂ ପୟୋଗକୁ ବୁଝାଅ ।

20. ଏକ ବୁଡ଼ାଜାହାଜରେ ଥିବା ସୋନାରଦ୍ୱାରା ଏକ ସିଗ୍ନାଲ ପଠାଗଲା ଏବଂ ତାହାର ପ୍ରତିଧ୍ୱନି 5 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ପହଞ୍ଚିଲା । ଯଦି ବୁଡ଼ାଜାହାଜଠାରୁ ବସ୍ତୁର ଦୂରତା 3625m ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ଜଳରେ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ବେଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

21. ଏକ ଧାତବ ବ୍ଲକରେ ଥିବା ବିଚ୍ୟୁତିକୁ କିପରି ଅଲ୍ଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ପଦ୍ଧତିରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇପାରିବ ?

22. ମାନବ କର୍ଣ୍ଣର ଏକ ନାମାଙ୍କିତ ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କର ।

23. ଆମେ କାନଦ୍ୱାରା କିପରି ଶୁଣୁ, ତାହାକୁ ବୁଝାଅ ।

24. ଜାହାଜରେ ଥିବା ଏକ ସୋନାରରୁ ଅଲ୍ଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ତରଙ୍ଗ ସମୁଦ୍ରର ନିମ୍ନଦେଶକୁ ପଠାଇ ପୁଣି ପ୍ରତିଫଳିତ ତରଙ୍ଗକୁ ଗ୍ରହଣ କରିବା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସମୟର ବ୍ୟବଧାନ 2.1 ସେକେଣ୍ଡ । ସମୁଦ୍ରର ଗଭୀରତା 1400m ହେଲେ, ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ବେଗ କେତେ ?

●●●

ତୁମର ଏହି ବହିରେ ବିଭିନ୍ନ ଅଧ୍ୟାୟରେ ବ୍ୟବହୃତ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଓଡ଼ିଆ ଶବ୍ଦଗୁଡ଼ିକର ଇଂରାଜୀ ଶବ୍ଦ ଲେଖ ।

ଓଡ଼ିଆ ଶବ୍ଦ	ଇଂରାଜୀ ଶବ୍ଦ	ଓଡ଼ିଆ ଶବ୍ଦ	ଇଂରାଜୀ ଶବ୍ଦ
ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନ –	Sublimation	ଜଡ଼ତ୍ୱ –	
ବିନ୍ଦୁକ –		ସଂବେଗ –	
ପ୍ରତିଦୀପ୍ତ ନଳୀ –		ସଂଘାତ –	
ଗୁପ୍ତତାପ –		ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳ –	
ରଞ୍ଜକ –		ମହାକର୍ଷଣ –	
ବର୍ଣ୍ଣକଣା –		ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ତ୍ୱରଣ –	
ପଠନାଙ୍କ –		ପ୍ଲବତା –	
ମୌଳିକ –		ଶକ୍ତି –	
ଯୌଗିକ –		ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି –	
ଉପଧାତୁ –		ଗତିଜ ଶକ୍ତି –	
ଅଧାତୁ –		ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି –	
ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ –		ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ –	
ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ –		ସଞ୍ଚାରଣ –	
ଅଣୁ –		ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ –	
ପରମାଣୁ –		ଅନୁପ୍ରସ୍ଥ ତରଙ୍ଗ –	
ଯୋଜ୍ୟତା –		ବିଚଳନ –	
ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ –		ପ୍ରତିଧ୍ୱନି –	
ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା –		ପ୍ରତିନାଦ –	
ତ୍ୱରଣ –		ଆବୃତ୍ତି –	
ଆଲେଖ –		ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ –	
ସମବୃତ୍ତୀୟ ଗତି –		ଆବର୍ତ୍ତକାଳ –	