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 ଗୋଟିଏ 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 ।

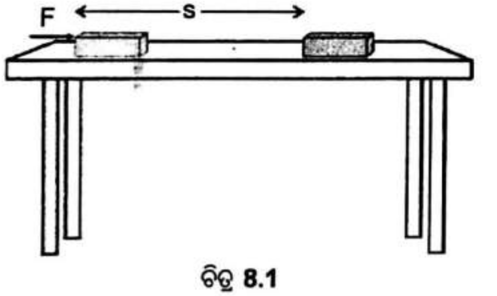
ଉପରୋକ୍ତ ଉଦାହରଣଗୁଡ଼ିକୁ ଭଲଭାବରେ ଅନୁଧ୍ୟାନ କଲେ ଜଣାଯାଏ ଯେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବା ପାଇଁ ଅନ୍ତତଃ ଦୁଇଟି କାରକର ଆବଶ୍ୟକତା ରହିଛି । ଏଥିରେ ପ୍ରଥମଟି ହେଲା ବଳର ପ୍ରୟୋଗ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟଟି ହେଲା ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଅନ୍ୟ ସ୍ଥାନକୁ ବସ୍ତୁଟିର ବିସ୍ଥାପନ ।

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

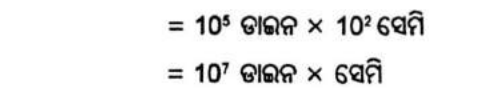
= 10^7 ଡାଇନ × ସେମି

= 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

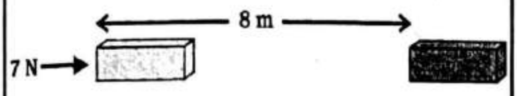
ବିସ୍ଥାପନ, s = 2 ମିଟର

ସମ୍ପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟ, W = Fs

= 5 ନିଉଟନ × 2 ମିଟର = 10 ଜୁଲ୍

ପ୍ରଶ୍ନ :

ଏକ 7 ନିଉଟନ ପରିମାଣର ବଳ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇ ବସ୍ତୁଟିକୁ ବଳ ଦିଗରେ 8 ମିଟର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବିସ୍ଥାପନ କରିପାରିଲା (ଚିତ୍ର 8.3) । 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 / ସେ²)

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 / ସେ² × 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 ।

୪.2 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 : ୪.2

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 ମାରତୁଲରେ ପ୍ରହାର କଲେ ଲୁହାକଣ୍ଟାଟି କାଠ ଭିତରକୁ ପଶିଯାଏ । ଛୋଟ ପିଲାମାନଙ୍କର ଚାବିଦିଆ ଖେଳନା କାରରେ 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 ।

8.2.1 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 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 ।

ଜେମସ୍ ପ୍ରେସକଟ୍ ଜୁଲ୍
(1818-1889)

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

$$v^2 = u^2 + 2as \text{ ......(8.2)}$$

କିମ୍ବା, $v^2 - u^2 = 2as$

$$s = \frac{v^2 - u^2}{2a} \text{ ......(8.3)}$$

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 $W = \frac{1}{2}m\left(v^2 - u^2\right)$

$$= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2 \text{ ......(8.4)}$$

ଯଦି ପ୍ରାରମ୍ଭରୁ ବସ୍ତୁ ସ୍ଥିର ରହିଥାଏ ତେବେ ତାହାର ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ବେଗ (u) ଶୂନ୍ୟ ଅଟେ । ତେଣୁ ସେ କ୍ଷେତ୍ରରେ

$$W = \frac{1}{2}mv^2 \text{ ......(8.5)}$$

ଏହି କାର୍ଯ୍ୟ ବାହ୍ୟବଳ ଦ୍ୱାରା ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଛି । ଏହା ସମପରିମାଣର ଗତିଜ ଶକ୍ତି (E_k) ଭାବରେ ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ରହେ ।

ତେଣୁ $E_k = W$

କିମ୍ବା $E_k = W = \frac{1}{2}mv^2$ ......(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 :

$$1 \text{ କିମି / ଘଣ୍ଟା} = \frac{5}{18} \text{ ମି / ସେ}$$]

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 ଲମ୍ୱା 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 ଲମ୍ୱା 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 ।

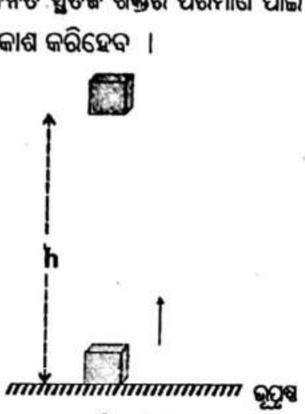
8.2.4 ଉଚ୍ଚ ସ୍ଥାନରେ ଥିବା ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି :

(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,

$$E_p = W = mgh .... (8.7)$$

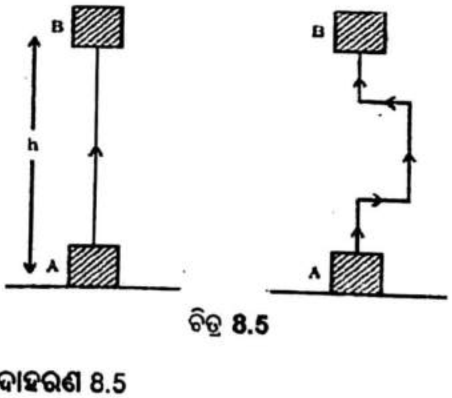
ଏଣୁ ଭୂପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ବସ୍ତୁର ଅବସ୍ଥାନ ଜନିତ ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି, ତାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ (m), ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ (g), ଏବଂ ଭୂପୃଷ୍ଠରୁ ବସ୍ତୁର ଉଚ୍ଚତା (h) ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

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 / ସେ²)

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, $mgh + \frac{1}{2}mv^2$ = ସ୍ଥିର (constant) .... (୫.୫)

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 : ୫.୫

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 $E_k = ½mv^2$ (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

ମନୋଜର ଦୁଇଜଣ ବାଳକ A ଏବଂ B ଙ୍କର ଓଜନ ସମାନ । ଦୁଇଜଣଯାକ 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,

$$\text{ତେବେ ତାହାର ପାୱାର, } P = \frac{\text{କାର୍ଯ୍ୟ}}{\text{ସମୟ}}$$

$$\text{କିମ୍ବା} \quad P = \frac{W}{t} \;\ldots\ldots\; (8.9)$$

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 କାର୍ଯ୍ୟକରିପାରୁଥିବା 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 : 8.7

A ଓ B ନାମକ ଦୁଇଜଣ ବାଳିକା ଏକ ଦଉଡ଼ିକୁ ଧରି ପୃଥକ ପୃଥକ ଭାବେ 8 ମି ଉଚ୍ଚତା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଚଢ଼ିଗଲେ । ପ୍ରତ୍ୟେକଙ୍କର 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 = 8 ମି

ସମୟ (t) = 20 ସେ

ସମୀକରଣ (8.9) ଅନୁସାରେ

$$\text{ପାୱାର (P)} = \frac{\text{କାର୍ଯ୍ୟ}}{\text{ସମୟ}} = \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{400 \text{ ନିଉଟନ} \times 8 \text{ ମି}}{20 \text{ ସେ}} = 160 \text{ ୱାଟ୍}$$

(ii) B ବାଳକାର ପାୱାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ -

B ବାଳିକାର ଓଜନ, mg = 400 ନିଉଟନ୍

ବିସ୍ଥାପନ (ଉଚ୍ଚତା) h = 8 ମି

ସମୟ (t) = 50 ସେ

$$\text{କ୍ଷମତା} = \frac{mgh}{t}$$

$$= \frac{400 \text{ ନିଉଟନ} \times 8 \text{ ମି}}{50 \text{ ସେ}} = 64 \text{ ୱାଟ୍}$$

∴ A ବାଳିକାର ପାୱାର 160 ୱାଟ୍ ଓ B ବାଳିକାର ପାୱାର 64 ୱାଟ୍ ଅଟେ ।

ଉଦାହରଣ : 8.8

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 । ($g = 10$ମି / 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 (8.9) 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 କିଲୋଓ୍ଵାଟ ଘଣ୍ଟା (kwh) କୁହାଯାଏ । ଏକ କିଲୋଓ୍ଵାଟ ଘଣ୍ଟା କହିଲେ କ'ଣ ବୁଝ ?

ମନେକର ଆମ ପାଖରେ ଏକ କିଲୋଓ୍ଵାଟ୍‌ର ଗୋଟିଏ ମେସିନ୍ ଅଛି ଯାହାକି କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାପାଇଁ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ **1000** ଜୁଲ୍ ପରିମାଣର ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକ କରେ । ଏହି ଏକ କିଲୋଓ୍ଵାଟ୍ ମେସିନ୍ ଏକ ଘଣ୍ଟା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କାର୍ଯ୍ୟ କଲେ ଯେତିକି ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରେ ତାହାକୁ ଏକ କିଲୋଓ୍ଵାଟ୍ ଘଣ୍ଟା **(1kwh)** କୁହାଯାଏ ।

$$1kwh = 1kw \times 1h$$
$$= 1000w \times 3600s$$
$$= 1000\ J/s \times 3600\ s$$
$$= 36,00,000J$$

$\therefore$ **1 କିଲୋଓ୍ଵାଟ ଘଣ୍ଟା (kwh) = 3.6×10^6 ଜୁଲ୍**

ଆମ ଘରେ ଏବଂ କଳକାରଖାନାମାନଙ୍କରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ବିଜୁଳି ଶକ୍ତିର ପରିମାଣକୁ ସାଧାରଣତଃ 'କିଲୋଓ୍ଵାଟ ଘଣ୍ଟା'ରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଥାଏ । ଆମମାନଙ୍କ ଘରେ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଶକ୍ତିର ମାସିକ ପରିମାଣକୁ ଯେଉଁ ୟୁନିଟ୍ (unit) ବା ଏକକରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଥାଏ, ତାହା ହେଉଛି ଏକ କିଲୋଓ୍ଵାଟ୍ ଘଣ୍ଟା (kwh) ଏକକ । ଆମେ ଆମ ଘରେ ମାସକୁ ଯେତିକି କିଲୋଓ୍ଵାଟ୍ ଘଣ୍ଟା ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରୁ ସେହି ଅନୁସାରେ ପଇସା ଦେଉ ।

ଉଦାହରଣ : ୫.୨

ଗୋଟିଏ 60 ଓ୍ଵାଟର ବଲ୍‌ବ ପ୍ରତିଦିନ 6 ଘଣ୍ଟା ଲେଖାଁଏ ଜଳିଲେ କେତେ ପରିମାଣର ଶକ୍ତି ଗୋଟିଏ ଦିନରେ ଖର୍ଚ୍ଚ ହେବ ?

ଉତ୍ତର :

ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବଲ୍‌ବର ପାଓ୍ଵାର = 60 ଓ୍ଵାଟ୍ = **0.06** କିଲୋଓ୍ଵାଟ୍

ଦୈନିକ ଜଳିବା ସମୟ t = 6 ଘଣ୍ଟା

ବ୍ୟବହୃତ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ = ପାଓ୍ଵାର × ସମୟ

= 0.06 କିଲୋଓ୍ଵାଟ × 6 ଘଣ୍ଟା

= 0.36 କିଲୋଓ୍ଵାଟ ଘଣ୍ଟା

= 0.36 ୟୁନିଟ୍ (unit)

$\therefore$ 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 ଅନୁଧ୍ୟାନ 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 କୂଅରୁ 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 ।

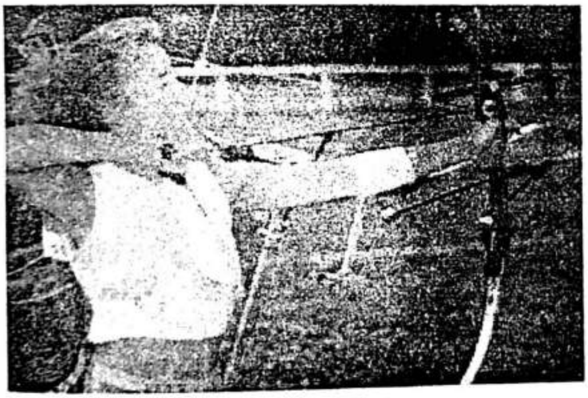
4. ତମେ ସାଇକେଲ୍ ଚଳାଇବା ବେଳେ ଶକ୍ତି କେଉଁ ରୂପରୁ କେଉଁ ରୂପକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଥାଏ, ତାହା ବର୍ଣ୍ଣନା କର ।

5. ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରିକ ହିଟରର ପାୱାର 1500 ୱାଟ୍ । ଏହା 10 ଘଣ୍ଟାରେ କେତେ ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରିବ ?

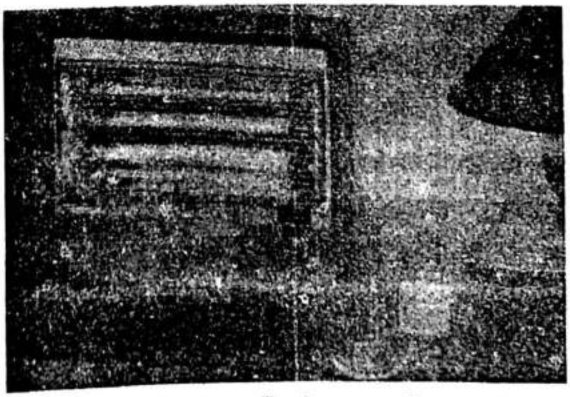
6. (m) ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଥିବା ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିବେଗ (v) ରେ ଗତି କରୁଛି । ଏହି ବସ୍ତୁକୁ ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାକୁ ଆଣିବାକୁ ହେଲେ କେତେ ପରିମାଣର କାର୍ଯ୍ୟ କରିବାକୁ ହେବ ?

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 ?