QSAIQR

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 ।

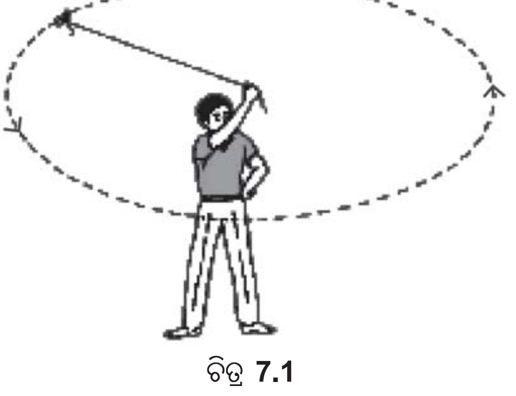
7.1 ମହାକର୍ଷଣ (Gravitation)

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 ?

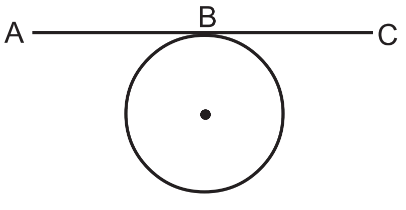


ଚିତ୍ର 7.1

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

$$a \propto \frac{1}{m}$$

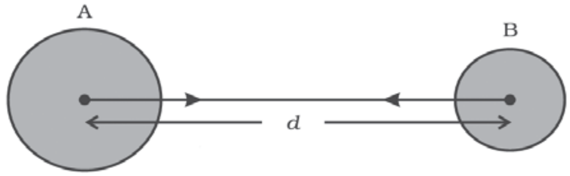
ଏକ ସ୍ଥିର ବଳଦ୍ୱାରା ବସ୍ତୁରେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ତ୍ୱରଣ ବସ୍ତୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସହିତ ପ୍ରତିଲୋମାନୁପାତୀ ହୋଇଥାଏ । ଯେହେତୁ ପୃଥିବୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସେଓର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଠାରୁ ଯଥେଷ୍ଟ ବେଶି ତେଣୁ ସେଓର ଆକର୍ଷଣ ବଳ ଦ୍ୱାରା ପୃଥିବୀରେ ଅତି ଅଳ୍ପ ଓ ନଗଣ୍ୟ ତ୍ୱରଣ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ତେଣୁ ପୃଥିବୀ ସେଓ ଆଡ଼କୁ ଗତି କରିବା ଜଣାପଡ଼େନା । ଏହି କାରଣରୁ ହିଁ ପୃଥିବୀ ମଧ୍ୟ ଚନ୍ଦ୍ର ଚାରିପଟେ 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,

$$F \propto M \times m \quad \text{.................... (7.1)}$$

ଏବଂ $$F \propto \frac{1}{d^2} \quad \text{.................... (7.2)}$$

(7.1) ଓ (7.2) ଦ୍ୱୟକୁ ଏକତ୍ର କରି ଲେଖିଲେ,

$$F \propto \frac{M \times m}{d^2} \quad \text{.................... (7.3)}$$

କିମ୍ବା $$F = G\,\frac{M \times m}{d^2} \quad \text{.................... (7.4)}$$

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 ମି^{2}/କିଗ୍ରା^{2}

∴ ପୃଥିବୀ ଚନ୍ଦ୍ର ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ କରୁଥିବା ବଳ

$$F = G\frac{Mm}{d^2}$$

$$= \frac{6.7\times10^{-11}\text{ନିଉଟନ୍.ମି}^2/\text{କିଗ୍ରା}^2 \times 6\times10^{24}\text{କିଗ୍ରା} \times 7.4\times10^{22}\text{ କିଗ୍ରା}}{(3.84\times10^{8}\text{ମି})^2}$$

= 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 ଗତିକଲାବେଳେ 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/ସେ^{2} 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,

$$F = mg \quad ....(7.5)$$

ସମୀକରଣ (7.4) ଓ (7.5) ଦ୍ୱୟକୁ ଏକତ୍ର କରି ଆମେ ପାଇବା,

$$mg = G\frac{M\times m}{d^2} \quad ....(7.6)$$

କିମ୍ବା, $$g = \frac{GM}{d^2} \quad ....(7.7)$$

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,

$$g = \frac{GM}{R^2} \quad ....(7.8)$$

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 / ସେ^{2} × 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 = ½ gt^2

= ½ × 10 ମି / ସେ^{2} × (0.5 ସେ)^2

= ½ × 10 ମି / ସେ^{2} × 0.25 ସେ^{2}

= 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 ପହଞ୍ଚଗଲେ ବସ୍ତୁର ପରିବେଗର ପରିମାଣ ଶୁନ ହୋଇଯାଏ । ତେଣୁ

ଅନ୍ତିମ ପରିବେଗ v = 0 ମି / ସେ

ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣଜନିତ ତ୍ୱରଣ g = 9.8 ମି / ସେ^{2}

ସମୀକରଣ (7.11) ରୁ

$v^2 = u^2 + 2gs$

⇒ 0 = u^2 + 2 × (-9.8 ମି / ସେ^{2}) × 10 ମି.

(ବସ୍ତୁଟି ତଳୁ ଉପରକୁ ଉଠୁଥିବାରୁ ତ୍ୱରଣ ବିଯୁକ୍ତାତ୍ମକ ନିଆଯିବ)

⇒ u^2 = 2 × 9.8 × 10 ମି^{2} / ସେ^{2} = 196 ମି^{2} / ସେ^{2}

⇒ 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, $W_m = \frac{W_e}{6}$

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 $\frac{W_m}{W_e} = \frac{m.g_m}{m.g_e} = \frac{g_m}{g_e} = \frac{1}{6}$

ତେଣୁ $g_m = \frac{g_e}{6}$

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 / ସେ²

ବସ୍ତୁର ଓଜନ W = m × g

= 10 କି.ଗ୍ରା × 9.8 ମି / ସେ²

= 98 କି.ଗ୍ରା.ମି/ ସେ²

= 98 ନିଉଟନ୍

ଉଦାହରଣ : 7.5

ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁର ଓଜନ 10 ନିଉଟନ ହେଲେ ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଷ୍ଠରେ ଏହାର ଓଜନ କେତେ ?

ଉତ୍ତର :

ଚନ୍ଦ୍ରପୃଷ୍ଠରେ ବସ୍ତୁର ଓଜନ

$= \frac{1}{6} \times$ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ସେହି ବସ୍ତୁର ଓଜନ ।

$\Rightarrow W_m = \frac{W_e}{6} = \frac{10}{6}$ 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] = [illegible]

କିମ୍ବା $P = \frac{F}{A}$

ଯେଉଁଠି P = ପୃଷ୍ଠତଳ ଉପରେ ଚାପ, F = ପୃଷ୍ଠତଳ ଉପରେ ସଂଘାତ ଓ A = ପୃଷ୍ଠତଳର କ୍ଷେତ୍ରଫଳ । ଚାପର ଏକକ ହେଉଛି ନିଉଟନ / ମି² ।

ବୈଜ୍ଞାନିକ ପାଶ୍‌କାଲ (Pascal)ଙ୍କ ସମ୍ମାନାର୍ଥେ ଏହି ଏକକକୁ ପାଶକାଲ୍ (Pa) ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଏ ।

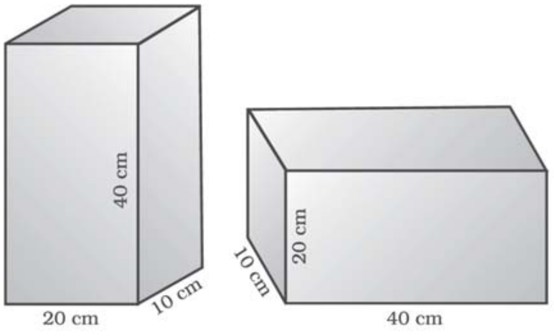
1 ପାଶ୍‌କାଲ = 1ନିଉଟନ / $ମି^2$

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/ମି² (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

[illegible] = [illegible] (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

[illegible] = [illegible]

$= \frac{49 \text{ ନିଉଟନ}}{0.04 \text{ ବ ମି}}$

= 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 ।

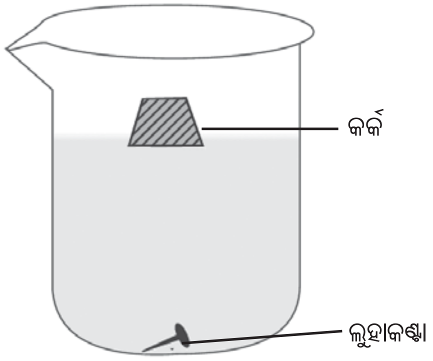
ଏଠାରେ ଜଳ, ବୋତଲ ଉପରେ ଯେଉଁ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲା ତାହାକୁ ପ୍ଲବନ ବଳ କୁହାଯାଏ । ପ୍ଲବନ ବଳ ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ବୁଡ଼ିଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକ ବସ୍ତୁ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରିଥାଏ । ଏହି ବଳର ପରିମାଣ ତରଳପଦାର୍ଥର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

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 ?

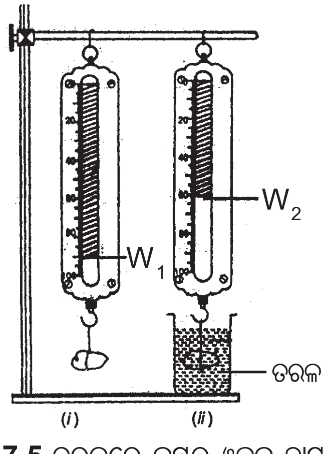
(ii) ପ୍ଲବତା କ'ଣ ?

(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 ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱମୁଖୀ 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 ଅନୁଧାନ 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 ?)

∴ 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, ($g = 10$ମି / 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 ? ($g = 10$ମି/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 ପ୍ଳବନ 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}) ।

●●●