8

ଘନ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ଗୁଣ ଧର୍ମ

(ELASTIC PROPERTIES OF SOLIDS)

ବଳ ପ୍ରଭାବରେ ଏକ ବସ୍ତୁର ବିସ୍ଥାପନ ସଂପର୍କରେ ତୁମେ ପୂର୍ବ ଅଧ୍ୟାୟରେ ପଢ଼ିଛ । ଏକ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବଳ ଯୋଗୁଁ ଏହାର ଆକୃତି କିମ୍ବା ଆକାରରେ ମଧ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୋଇପାରେ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ, ଗୋଟିଏ ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ୍‌ରେ ଉପଯୁକ୍ତ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ଏହାର ଆକୃତି ଓ ଆକାର ମଧ୍ୟ ବଦଳେ । କିନ୍ତୁ ତୁମେ ଏହି ବଳକୁ କାଢ଼ି ନେଲେ, ଏହା ପୁନରାୟ ମୂଳ ଅବସ୍ଥାକୁ ଫେରି ଆସିବ । କିଛି ଚକଟା ମାଟି ବା ତରଳ ମହମ ଭଳି କିଛି ବସ୍ତୁ ଉପରେ ବର୍ତ୍ତମାନ ଏକ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କର । ବଳକୁ କାଢ଼ି ନେବା ପରେ ଏମାନେ ନିଜର ପୂର୍ବାବସ୍ଥାକୁ ଫେରୁଛନ୍ତି କି ? ସେମାନେ ମୂଳ ଆକୃତି ଓ ଆକାର ଫେରି ପାଇବେ ନାହିଁ । ତେଣୁ କେତେକ ବସ୍ତୁ ସେମାନଙ୍କର ମୂଳ ଆକାର ଓ ଆକୃତି ଫେରି ପାଆନ୍ତି ଅଥଚ ଅନ୍ୟମାନେ ତାହା ଫେରି ପାଆନ୍ତି ନାହିଁ । ବସ୍ତୁର ଏଭଳି ଆଚରଣ ପଦାର୍ଥର ଯେଉଁ ଧର୍ମ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ତାହାକୁ **ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକତା** (elasticity) କୁହାଯାଏ ।

ଆମର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନଯାତ୍ରାରେ ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ଧର୍ମର ଅପରିହାର୍ଯ୍ୟ ଗୁରୁତ୍ୱ ଅଛି । କେବଲ କାର୍ (cable car) , କ୍ରେନ୍ (crane), ଲିଫ୍ଟ (lift) ଇତ୍ୟାଦିରେ ଓଜନିଆ ବସ୍ତୁକୁ ଉଠାଇବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ କେବଲ (cable) ର କ୍ଷମତା ଜାଣିବାରେ ଏହା ଆମକୁ ସାହାଯ୍ୟ କରେ । ଅଟ୍ଟାଳିକା ଓ ପୋଲ ତିଆରିରେ ବ୍ୟବହୃତ ବିମ୍ (beam) ମାନଙ୍କର ସାମର୍ଥ୍ୟ ଜାଣିବାକୁ ଆମେ ଏହି ଧର୍ମର ଉପଯୋଗ କରୁ । ପରିବର୍ତ୍ତନର ପ୍ରକାର ଏବଂ କେଉଁଭଳି ଭାବେ ସେମାନଙ୍କୁ ବର୍ଣ୍ଣନା କରି ହେବ, ତାହା ତୁମେ ଏହି ବିଭାଗରେ ଅଧ୍ୟୟନ କରିବ ।

ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ

ଏହି ପାଠର ଅଧ୍ୟୟନ ପରେ ତୁମେ:

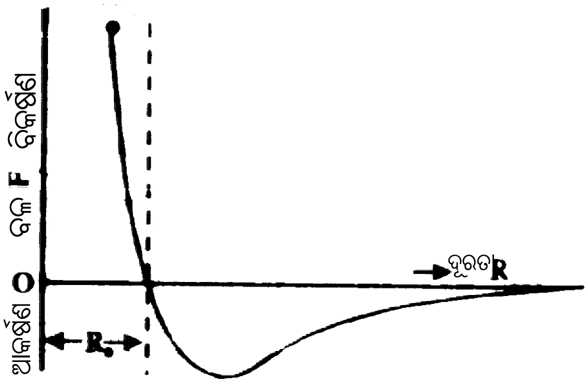
- *ଅଣୁ ତତ୍ତ୍ୱ (molecular theory) ଭିତ୍ତିରେ ଜଡ଼ର ତିନିଟି ଅବସ୍ଥା ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ ଜାଣିବ;*
- *ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ଓ ନମନୀୟ (plastic) ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଭେଦ ଜାଣିବ;*
- *ପ୍ରତିବଳ (stress) ଓ ଚାପ ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଜାଣିବ;*
- *ଏକ ସ୍ଥିତି-ସ୍ଥାପକ ଘନବସ୍ତୁର ପ୍ରତିବଳ-ବିକୃତି ବକ୍ର ଲେଖ ଅଧ୍ୟୟନ କରିବ, ଏବଂ*
- *ୟଙ୍ଗ ଗୁଣାଙ୍କ, ଆୟତନ ଗୁଣାଙ୍କ, ଦୃଢ଼ତା ଗୁଣାଙ୍କ ଏବଂ ପୟଜନ୍ ଅନୁପାତର ସଂଜ୍ଞା ଦେଇପାରିବ ।*

8.1 ଜଡ଼ର ଅଣୁତତ୍ତ୍ୱ : ଆନ୍ତଃ-ଆଣବିକ ବଳ ସମୂହ

ଆମେ ଜାଣିଛୁ ଯେ ଅଣୁ ଓ ପରମାଣୁ ସମାହାରରେ ଜଡ଼ ଗଠିତ । ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ବଳ ଯୋଗୁଁ ଜଡ଼ର ଗଠନ ସମ୍ଭବ ହୋଇଛି । ଅଣୁମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ପାରସ୍ପରିକ ବଳକୁ ଆନ୍ତଃ ଆଣବିକ ବଳ କୁହାଯାଏ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

ଆନ୍ତଃ-ଆଣବିକ ଦୂରତା ସହିତ ଆନ୍ତଃ-ଆଣବିକ ବଳର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଚିତ୍ର ୫.1 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର ୫.1 ଆନ୍ତଃ-ଆଣବିକ ବଳ ଓ ଆନ୍ତଃ-ଆଣବିକ ଦୂରତା ମଧ୍ୟରେ ଗ୍ରାଫ୍

ଦୂରତା ଅଧିକ ହେଲେ, ଦୁଇଟି ଅଣୁ ମଧ୍ୟରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ବଳ ଆକର୍ଷକ ଏବଂ ଦୁର୍ବଳ । ଦୂରତା କମିଲେ, ସମଗ୍ର ଆକର୍ଷକ ବଳ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମୂଲ୍ୟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବୃଦ୍ଧି ପାଏ ଏବଂ ତା'ପରେ ବଳ ବିକର୍ଷକ ହୋଇଯାଏ । $R=R_0$ ଦୂରତାରେ ଅଣୁମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ସମଗ୍ର ବଳ ଶୂନ୍ ହୋଇଯାଏ । ଏହି ଦୂରତାକୁ **ସନ୍ତୁଳନ ଦୂରତା** (equilibrium separation) କୁହାଯାଏ । ତେଣୁ ଆନ୍ତଃ-ଆଣବିକ ଦୂରତା $R>R_0$ ପାଇଁ ଅଣୁମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ଆକର୍ଷକ ବଳ ରହିବ । $R<R_0$ ହେଲେ, ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ବିକର୍ଷକ ବଳ କାର୍ଯ୍ୟ କରିବ ।

ଘନପଦାର୍ଥରେ, ସନ୍ତୁଳନ ଦୂରତାରେ ଅଣୁମାନ ପରସ୍ପରର ଅତି ନିକଟରେ ରହନ୍ତି ($\sim10^{-10}$m) । ଅତ୍ୟୁଚ୍ଚ ଆନ୍ତଃ-ଆଣବିକ ବଳ ଯୋଗୁଁ ସେମାନେ ସ୍ୱସ୍ଥାନରେ ପ୍ରାୟ ଅବିଚଳ ରହନ୍ତି । ତୁମେ ବର୍ତ୍ତମାନ ବୁଝିପାରିବ ଯେ ଏକ ବସ୍ତୁର କାହିଁକି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆକୃତି ରହିପାରେ ।

ତରଳ ପଦାର୍ଥରେ ଅଣୁମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା କିଛି ଅଧିକ ($\sim10^{-8}$m) । ଆକର୍ଷକ ବଳ ଦୁର୍ବଳ ଏବଂ ଅଣୁମାନ ସମଗ୍ର ତରଳ ପଦାର୍ଥ ମଧ୍ୟରେ ଗତି କରିବାକୁ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ସ୍ୱାଧୀନ । ତୁମେ ବର୍ତ୍ତମାନ ବୁଝି ପାରିବ କାହିଁକି ତରଳ ପଦାର୍ଥର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆକୃତି ନାହିଁ । ଯେଉଁ ପାତ୍ରରେ ରଖାଯାଏ, ଏହା ସେହି ପାତ୍ରର ଆକୃତି ଧାରଣ କରେ ।

ଗ୍ୟାସ୍‌ରେ ଆନ୍ତଃ-ଆଣବିକ ଦୂରତା ଯଥେଷ୍ଟ ଅଧିକ ଏବଂ ଆନ୍ତଃ-ଆଣବିକ ବଳ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଦୁର୍ବଳ (ପ୍ରାୟ ନାହିଁ କହିଲେ ହେବ) । ଏକ ଗ୍ୟାସର ଅଣୁମାନ ତାକୁ ଧରି ରଖିଥିବା ପାତ୍ର ମଧ୍ୟରେ ମୁକ୍ତ ଭାବରେ ଗତି କରନ୍ତି । ସେଥିପାଇଁ ଗ୍ୟାସର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆକାର ଓ ଆକୃତି ନାହିଁ ।

ପରମାଣୁ ଗଠନ ସଂପର୍କରେ ପ୍ରାଚୀନ ଭାରତୀୟ ମତବାଦ

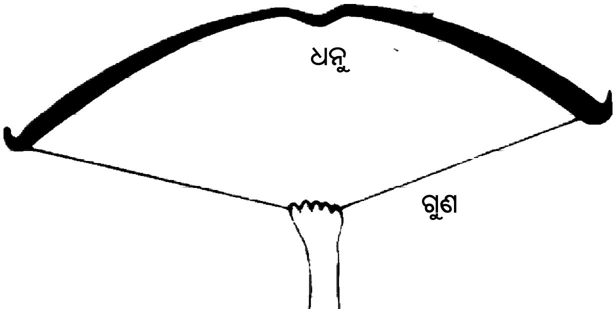
ଅଣୁର ଧାରଣା ପୃଥିବୀରେ ପ୍ରଥମେ ଦେଇଥିଲେ କନଡ଼ (Kanada) । ସେ ଖ୍ରୀଷ୍ଟପୂର୍ବ ଷଷ୍ଠ ଶତାବ୍ଦୀର ଲୋକ । ତାଙ୍କର ବାସସ୍ଥଳୀ ଥିଲା ପ୍ରଭାସରେ (ଆଲାହାବାଦ ପାଖରେ) ।

ତାଙ୍କ ମତାନୁସାରେ, ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡର ସବୁ ପଦାର୍ଥ ପର୍ମନୁ (Paramanu) ବା ପରମାଣୁକୁ ନେଇ ଗଠିତ । ସେମାନେ ଶାଶ୍ୱତ (eternal) ଓ ଅବିନାଶୀ (indestructible) । ପରମାଣୁମାନ ଏକତ୍ର ହୋଇ ବିଭିନ୍ନ ଅଣୁ ଗଠନ କରନ୍ତି । ଦୁଇଟି ପରମାଣୁ ଏକତ୍ର ହୋଇ ଯଦି ଗୋଟିଏ ଅଣୁ କରନ୍ତି, ତାହାକୁ ଦ୍ୱୟାନୁକ (duyanuka) ଏବଂ ତିନିଟି ପରମାଣୁ ଥିବା ଅଣୁକୁ ତ୍ରିୟାନୁକ (triyanuka) କୁହାଯାଏ । ସେ 'ବୈଶେଷିକ ସୂତ୍ର' ନାମକ ପୁସ୍ତକର ରଚୟିତା ।

ପରମାଣୁର ଆକାର ମଧ୍ୟ ଆକଳନ ହୋଇଥିଲା । ବୁଦ୍ଧଙ୍କ ଆତ୍ମଜୀବନୀ (ଲଳିତ ବିସ୍ତାର)ରେ ପରମାଣୁର ଆକାର ପ୍ରାୟ 10^{-10} ମି. ବୋଲି ଉଲ୍ଲେଖ ଅଛି । ଆଧୁନିକ ସମୟରେ ନିରୂପିତ ପରମାଣୁର ଆକାର ଏହା ପାଖାପାଖି ।

8.2 ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକତା (Elasticity)

ତୁମେ ଦେଖିଥିବ ଏକ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ବାହ୍ୟ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ ଏହାର ଆକୃତି ଏବଂ ଆକାର (କିମ୍ବା ଉଭୟ) ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ଅର୍ଥାତ ବିକୃତି ହୁଏ । ବସ୍ତୁର ଜଡ଼, ବସ୍ତୁର ଆକୃତି ଓ ବାହ୍ୟ ବଳ ଉପରେ ବିକୃତିର ପରିମାଣ ନିର୍ଭର କରେ । ବିରୂପଣୀ - ବଳ କାଢ଼ି ନେଲେ, ବସ୍ତୁଟି ତାହାର ମୂଳ ଆକାର ଓ ଆକୃତି ଫେରି ପାଇବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରେ ।



ଚିତ୍ର 8.2 ଧନୁର ଗୁଣ (String) ରେ ବଳ ପ୍ରୟୋଗରେ ଧନୁର ଆକୃତି ବଦଳେ

ଯେଉଁ ଧର୍ମଯୋଗୁଁ ବିରୂପଣୀ ବଳ କାଢ଼ି ନେବା ପରେ ଜଡ଼ ତାହାର ମୂଳ ଆକୃତି ଓ ଆକାରକୁ ଫେରି ଆସେ, ତାହାକୁ **ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକତା** କୁହାଯାଏ ।

8.2.1 ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ଓ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ବସ୍ତୁ (Elastic and plastic bodies)

ବିରୂପଣୀ ବଳ (deforming force) କାଢ଼ି ନେବା ପରେ ଯେଉଁ ବସ୍ତୁ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବେ ତାହାର ମୂଳ ଅବସ୍ଥାକୁ ଫେରିଆସେ, ତାହାକୁ **ଆଦର୍ଶ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ବସ୍ତୁ** କୁହାଯାଏ । ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ ବିରୂପଣୀ ବଳ କାଢ଼ି ନେବା ପରେ ମଧ୍ୟ ଯଦି ଏହା ପରିବର୍ତ୍ତିତ ରୂପରେ ରହେ ଅର୍ଥାତ୍ ବିକୃତିରୁ ଉଦ୍ଧାର ହେବାର କୌଣସି ପ୍ରବୃତ୍ତି ନ ଦେଖାଏ, ତେବେ ଏହାକୁ **ଆଦର୍ଶ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ବସ୍ତୁ** କୁହାଯାଏ । ଯାହା ହେଲେ ବି ବାସ୍ତବ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁମାନ ଏହି ଦୁଇ ସୀମା ମଧ୍ୟରେ ଥା'ନ୍ତି । ପ୍ରକୃତିରେ ଆଦର୍ଶ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ କି ଆଦର୍ଶ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ବସ୍ତୁ ନାହିଁ । କ୍ୱାର୍ଜ-ତନ୍ତୁ ହେଉଛି ଆଦର୍ଶ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ବସ୍ତୁର ନିକଟତମ ଏବଂ ଆଦର୍ଶ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ବସ୍ତୁର ନିକଟତମ ଉଦାହରଣ ହେଉଛି ସାଧାରଣ ପୁଟି (putty) । ଏଠାରେ ଆହୁରି ମଧ୍ୟ କୁହାଯାଇପାରେ ଯେ ଯେଉଁ ବସ୍ତୁ ବିରୂପଣକୁ ଅଧିକ ବାଧା ଦିଏ, ତାହା ଅଧିକ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ । ଏହା ନିଃସନ୍ଦେହ ଯେ ବିଜ୍ଞାନ ଓ ପ୍ରଯୁକ୍ତି ବିଦ୍ୟାରେ ସ୍ଥିତି ସ୍ଥାପକୀୟ ବିରୂପଣର ପ୍ରାଧାନ୍ୟ ଯଥେଷ୍ଟ କିନ୍ତୁ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ପଦ୍ଧତିରେ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକୀୟ ବିରୂପଣର ମଧ୍ୟ ପ୍ରାଧାନ୍ୟ ଅଛି । ଧାତୁ ଖଣ୍ଡରେ ମୋହର ମାରିବା, ତାହାକୁ ବଙ୍କା କରିବା ଏବଂ ହାତୁଡ଼ିରେ ପିଟିବା ତୁମେ ଦେଖିଥିବ । ଏହା ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ବିରୂପଣ ଯୋଗୁଁ ହିଁ ସମ୍ଭବ ।

ଆନ୍ତଃ-ଆଣବିକ ବଳର ସଂଜ୍ଞାରେ ସ୍ଥିତି ସ୍ଥାପକତା ବିଷୟ ବୁଝାଯାଇପାରିବ ।

8.2.2. ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକତାର ଅଣୁ-ତତ୍ତ୍ୱ :

ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କ୍ରମରେ ସଜ୍ଜିତ ବହୁସଂଖ୍ୟକ ପରମାଣୁ ଦ୍ୱାରା ଏକ ଘନ ବସ୍ତୁ ଗଠିତ ହୋଇଛି । ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରମାଣୁ ଉପରେ ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ପରମାଣୁମାନଙ୍କ ଯୋଗୁଁ ବଳମାନ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୁଏ । ଆନ୍ତଃ-ପରମାଣବିକ ବଳ ଯୋଗୁଁ ଘନବସ୍ତୁ ଏପରି ଆକୃତି ଲାଭ କରେ ଯେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରମାଣୁ ସ୍ଥାୟୀ ସନ୍ତୁଳନରେ ରହେ । ବସ୍ତୁର ବିରୂପଣ ହେଲେ, ପରମାଣୁମାନ ତାଙ୍କର ମୂଳ ଅବସ୍ଥାନରୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଅନ୍ତି ଏବଂ ଆନ୍ତଃ-ପାରମାଣବିକ ଅନ୍ତର ବଦଳେ । ବିକୃତି ଫଳରେ ଯଦି ଦୂରତା ସେମାନଙ୍କର ସନ୍ତୁଳନ ଦୂରତାରୁ ଅଧିକ ହୁଏ (ଅର୍ଥାତ୍ $R>R_0$) ତେବେ ତୀବ୍ର (strong) ଆକର୍ଷକ ବଳ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଅନ୍ୟଥା, ଯଦି ଆନ୍ତଃ-ପାରମାଣବିକ ଅନ୍ତର କମେ (ଅର୍ଥାତ $R<R_0$) ତେବେ ତୀବ୍ର ବିକର୍ଷକ ବଳ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଏହି ବଳମାନଙ୍କୁ ପ୍ରତ୍ୟାନୟନ ବଳ (restoring force) କୁହାଯାଏ ଏବଂ ଏମାନେ ପରମାଣୁମାନଙ୍କୁ ମୂଳ ଅବସ୍ଥାକୁ ଫେରାଇ ଆଣନ୍ତି । ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ଅନେକ ଗୁଡ଼ିଏ ପେଣ୍ଡୁ ଗୁନ୍ଥା ହୋଇଥିବା ଏକ ତନ୍ତ ସହିତ ଏକ ଘନ ପଦାର୍ଥରେ ପରମାଣୁର ଆଚରଣ ତୁଳନା କରାଯାଇପାରେ ।

ଟିପ୍ପଣୀ

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁରେ ବିକୃତି ସୃଷ୍ଟି କରିବାକୁ ବଳ କିପରି ପ୍ରୟୋଗ ହୁଏ, ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ତାହା ଅଧ୍ୟୟନ କରିବା ।

8.2.3 ପ୍ରତିବଳ

ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ଏକ ବା ଏକାଧିକ ବାହ୍ୟ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ ହେଲେ ବଳର ପ୍ରକୃତି ଅନୁସାରେ ବସ୍ତୁଟିର ଆକୃତି ବା ଆକାରରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ । ଆମେ କହି ସାରିଛୁ ଯେ ବିରୂପଣ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ସନ୍ତୁଳନ ଅବସ୍ଥାନରୁ ଅଣୁର ବିସ୍ଥାପନ ଯୋଗୁଁ ଆଭ୍ୟନ୍ତରିକ ପ୍ରତ୍ୟାନୟନ ବଳ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଆଭ୍ୟନ୍ତରିକ ପ୍ରତ୍ୟାନୟନ ବଳ ବିରୂପଣ ବଳକୁ ବାଧା ଦିଏ । ଏକ **ବିରୂପିତ ବସ୍ତୁର ପ୍ରସ୍ଥଛେଦ (cross section) ର ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ପ୍ରତି କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ପ୍ରତ୍ୟାନୟନ ବଳକୁ ପ୍ରତିବଳ କୁହାଯାଏ ।** ସନ୍ତୁଳିତ ଅବସ୍ଥାରେ, ପ୍ରତ୍ୟାନୟନ ବଳର ପରିମାଣ ବାହ୍ୟ ବିରୂପଣୀ ବଳ ସହିତ ସମାନ ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ଦିଗ ବିପରୀତ । ତେଣୁ ସନ୍ତୁଳିତ ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ରସ୍ଥଛେଦର ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ପ୍ରତି କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ବାହ୍ୟ ବଳ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିବଳ ମାପ ହୁଏ । ବିରୂପଣ ବଳର ପରିମାଣ ଯଦି F ହୁଏ ଏବଂ ଏହା A କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଉପରେ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହେଉଛି, ତେବେ ଆମେ ଲେଖି ପାରିବା

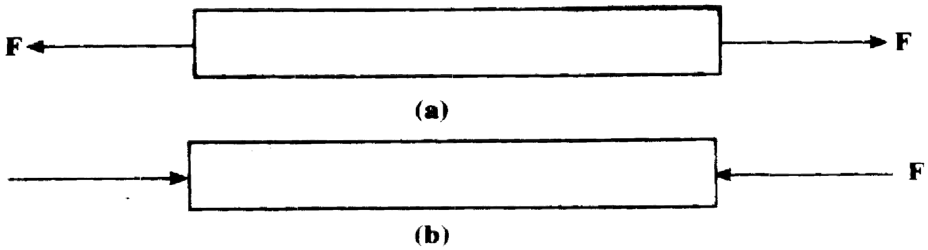
$$\text{ପ୍ରତିବଳ} = \frac{\text{ପ୍ରତ୍ୟାନୟନ ବଳ}}{\text{କ୍ଷେତ୍ରଫଳ}} = \frac{\text{ବିରୂପଣୀ ବଳ } (F)}{\text{କ୍ଷେତ୍ରଫଳ } (A)}$$

କିମ୍ବା
$$\text{ପ୍ରତିବଳ} = \frac{F}{A} \qquad (8.1$$

ପ୍ରତିବଳର ଏକକ ହେଉଛି Nm^{-2} । ପ୍ରତିବଳ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ (longitudinal), ଅଭିଲମ୍ବ (normal), କିମ୍ବା ଅପରୂପଣ (shearing) ହୋଇପାରେ । ସେମାନଙ୍କୁ ଗୋଟିଏ ପରେ ଗୋଟିଏ ଲେଖାଏଁ ପଢ଼ାଯାଉ ।

(i) ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ପ୍ରତିବଳ :

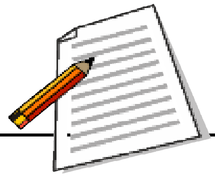
ଯଦି ବିରୂପଣୀ ବଳ ବସ୍ତୁର ଲମ୍ବ ଦିଗରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ, ତେବେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ପ୍ରତିବଳକୁ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ପ୍ରତିବଳ କୁହାଯାଏ । ଏହା ଚିତ୍ର ୪.3(a) ଓ ଚିତ୍ର ୪.3(b) ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଚି ।



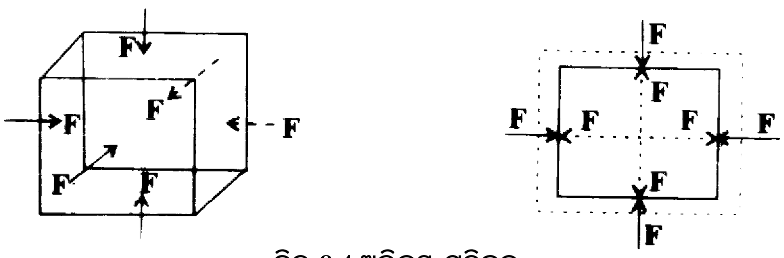
ଚିତ୍ର 8.3 (a) ତନ୍ୟ (tensik) ପ୍ରତିବଳ, (b) ସଂପୀଡ଼କ (compressive) ପ୍ରତିବଳ

(ii) ଅଭିଲମ୍ବ ପ୍ରତିବଳ :

ଯଦି ବିରୂପଣୀ ବଳ ବସ୍ତୁର ସମଗ୍ର ପୃଷ୍ଠତଳରେ ସମ ଭାବରେ ଏବଂ ଅଭିଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଏପରି ପ୍ରୟୋଗ ହୁଏ ଯେ ବସ୍ତୁର ଆକୃତିରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ନ ହୋଇ କେବଳ ଆୟତନରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ (ଚିତ୍ର ୪.4) ତେବେ ଉତ୍ପନ୍ନ ପ୍ରତିବଳକୁ ଅଭିଲମ୍ବ ପ୍ରତିବଳ କୁହାଯାଏ । ତୁମେ ବସ୍ତୁର ସମଗ୍ର ପୃଷ୍ଠତଳରେ ବଳ ସମ ଭାବରେ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଅଭିଲମ୍ବ ପ୍ରତିବଳ ଉତ୍ପନ୍ନ କରିପାରିବ । ଏକକ ପୃଷ୍ଠତଳ ପ୍ରତି ବିରୂପଣୀ ଅଭିଲମ୍ବ ବଳକୁ **ଚାପ** କୁହାଯାଏ । କିନ୍ତୁ ବସ୍ତୁର ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ପ୍ରତି ଅଭିଲମ୍ବ ଦିଗରେ ସୃଷ୍ଟ ପ୍ରତ୍ୟାନୟନ ବଳକୁ **ପ୍ରତିବଳ** କୁହାଯାଏ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

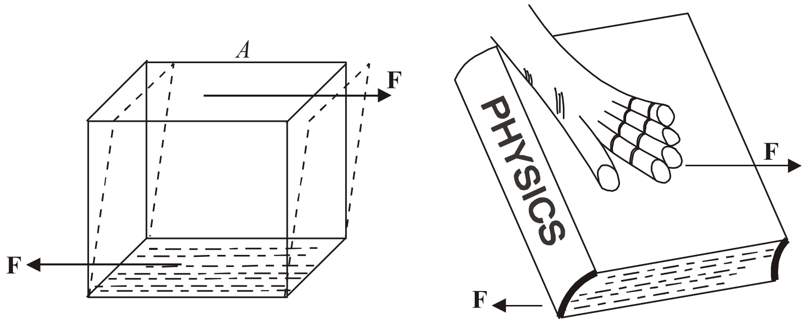


(a) ଚିତ୍ର 8.4 ଅଭିଲମ୍ବ ପ୍ରତିବଳ (b)

(iii) ଅପରୂପଣ ପ୍ରତିବଳ :

ଯଦି ବିରୂପଣୀ ବଳ ବସ୍ତୁର ପୃଷ୍ଠତଳ ପ୍ରତି ସ୍ପର୍ଶକ ବା ସମାନ୍ତର ଭାବରେ ଏପରି କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୁଏ (ଚିତ୍ର ୪.5(a)) ଯେ ବସ୍ତୁର ଆୟତନ ନ ବଦଳି କେବଳ ଆକୃତି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ, ତେବେ ପ୍ରତିବଳକୁ **ଅପରୂପଣ ପ୍ରତିବଳ** କୁହାଯାଏ ।

ଅପରୂପଣ ପ୍ରତିବଳର ଏକ ଉଦାହରଣ ଚିତ୍ର ୪.5(b) ରେ ଦିଆଯାଇଛି ଯେଉଁଥିରେ କି ବହିଟିକୁ ଗୋଟିଏ ପାଖକୁ ଠେଲା ଯାଉଛି । ଏହାର ବିପରୀତ ପାର୍ଶ୍ୱରୁ ଘର୍ଷଣ ବଳ ଯୋଗୁଁ ବହିଟି ସ୍ଥିର ରହୁଛି ।



ଚିତ୍ର 8.5 : (a) ଅପରୂପୀ ପ୍ରତିବଳ (b) ବହିକୁ ଗୋଟିଏ ପାଖରୁ ଠେଲିବା

8.2.5 ବିକୃତି (Strain)

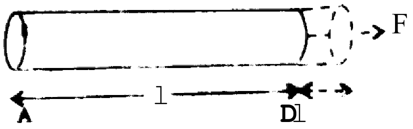
ବିରୂପଣୀ ବଳମାନ ବସ୍ତୁର ବିସ୍ତାର (dimension) ରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରନ୍ତି । ବିକୃତିର ସାଧାରଣ ସଂଜ୍ଞା ହେଉଛି **ବସ୍ତୁର ଏକକ ବିସ୍ତାର ପ୍ରତି ବିସ୍ତାରରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ (ଯଥା ଦୈର୍ଘ୍ୟ, ଆକୃତି ବା ଆୟତନ) ।** ବିକୃତି ଦୁଇଟି ସମାନ ରାଶିର ଅନୁପାତ ହୋଇଥିବାରୁ ଏହା ବିମିତିବିହୀନ (dimensionless) ରାଶି ।

ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ପ୍ରତିବଳ ଅନୁସାରେ, ବିକୃତି ହେଉଛି ତିନି ଶ୍ରେଣୀର (i) ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିକୃତି (ii) ଆୟତନ (ପରିମାଣ) ବିକୃତି (iii) ଅପରୂପଣ ବିକୃତି

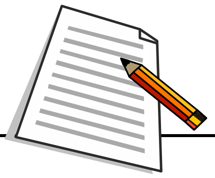
(i) ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିକୃତି :

ଯଦି ଏକ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିରୂପଣୀ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ ଫଳରେ, ଏକ ବସ୍ତୁର ଦୈର୍ଘ୍ୟ l ରେ Δl ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ (ଚିତ୍ର ୪.6) ତେବେ,

$$\text{ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିକୃତି} = \frac{\text{ଦୈର୍ଘ୍ୟର ପରିବର୍ତ୍ତନ}}{\text{ମୂଳ ଦୈର୍ଘ୍ୟ}} = \frac{\Delta l}{l}$$



ଚିତ୍ର 8.6 ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିକୃତି

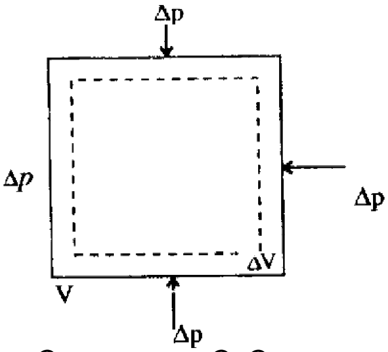


ଟିପ୍ପଣୀ

(ii) ଆୟତନ ବିକୃତି :

ସମଚାପ Δp ପ୍ରୟୋଗରେ ଯଦି ଆକୃତି ପରିବର୍ତ୍ତନ ନ ହୋଇ ଏକ ବସ୍ତୁର ଆୟତନ V ରେ ΔV ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ (ଚିତ୍ର ୪.7) ତେବେ,

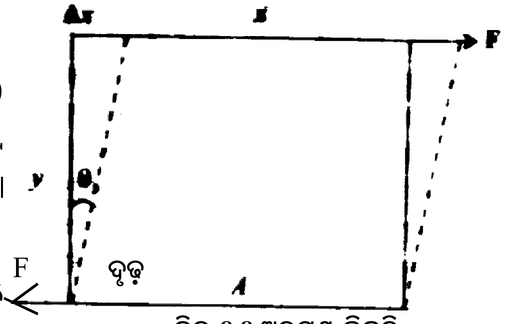
$$\text{ଆୟତନ ବିକୃତି} = \frac{\text{ଆୟତନର ପରିବର୍ତ୍ତନ}}{\text{ମୂଳ ଆୟତନ}} = \frac{\Delta V}{V}$$



ଚିତ୍ର 8.7 ଆୟତନ ବିକୃତି

(iii) ଅପରୂପଣ ବିକୃତି :

ବିରୂପଣୀ ବଳ ସ୍ପର୍ଶକୀୟ (ଚିତ୍ର ୪.୪) ହେଲେ, ଦୃଢ଼ (fixed) ତଳ ପ୍ରତି ଏକ ଅଭିଲମ୍ବ ରେଖା ବିରୂପଣ ଯୋଗୁଁ ମୋଡ଼ (turned) ନେଉଥିବା କୋଣ θ କୁ ଅପରୂପଣ ବିକୃତି କୁହାଯାଏ ।



ଚିତ୍ର 8.8 ଅରୂପଣ ବିକୃତି

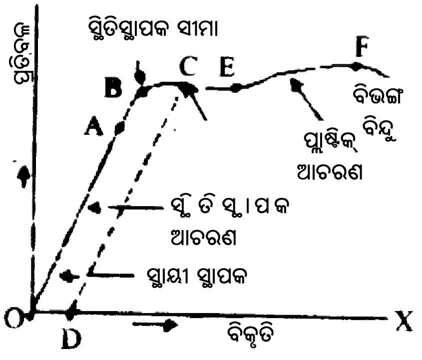
8.2.5 ଏକ ଧାତବ ତାର ନିମିତ୍ତ ପ୍ରତିବଳ - ବିକୃତି ବକ୍ରଲେଖ (Stress strain curve for a metallic wire)

ଚିତ୍ର ୪.9 କୁ ଦେଖ । ଏଠାରେ ଏକ ସମ ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ ବିଶିଷ୍ଟ ଧାତବ ତାରରେ ଭାର (load) ବୃଦ୍ଧି ସମୟରେ ବିକୃତି ଯୋଗୁଁ ପ୍ରତିବଳର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

ଏହି ବକ୍ରଲେଖରେ ଥିବା ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ବିନ୍ଦୁ ଓ ଅଂଶମାନଙ୍କ ସଂପର୍କରେ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

(i) ସମାନୁପାତିକ ଅଂଶ

OA ହେଉଛି ଏକ ସରଳରେଖା । ଏଥିରୁ ଜଣାଯାଛି ଯେ ଏହି ଅଂଶରେ ପ୍ରତିବଳ ବିକୃତିର ରୈଖୀୟ ଆନୁପାତିକ ଏବଂ ବସ୍ତୁଟି ଆଦର୍ଶ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ବସ୍ତୁର ଆଚରଣ କରେ ।

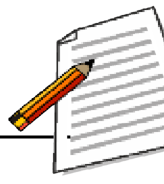


ଚିତ୍ର 8.9 ଏକ ଇସ୍ପାତ ତାର ନିମିତ୍ତ ପ୍ରତିବଳ-ବିକୃତି ବକ୍ରଲେଖ

(ii) ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ସୀମା : ଆମେ ବିକୃତିକୁ A ପରେ ସାମାନ୍ୟ ବୃଦ୍ଧି କଲେ, ଦେଖିବା ଯେ ପ୍ରତିବଳ ବିକୃତିର ରୈଖିକ ଅନୁପାତ ନୁହେଁ । ଅବଶ୍ୟ, ତାରଟି ଏବେ ମଧ୍ୟ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ସୀମାରେ ଅଛି ଅର୍ଥାତ୍ ବିରୂପଣୀ ବଳ (ଭାର) କାଢ଼ି ନେଲେ, ଏହା ମୂଳ ଅବସ୍ଥାକୁ ଫେରି ଆସେ । ବିକୃତିର ଯେଉଁ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ମୂଲ୍ୟ ପାଇଁ, ଏକ ବସ୍ତୁ (ତାର) ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ଧର୍ମ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ, ତାହାକୁ **ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ସୀମା** କୁହାଯାଏ । ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ସୀମା ପରେ ବସ୍ତୁଟି ଏକ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ୍ ବସ୍ତୁ ଭଳି ଆଚରଣ କରେ ।

(iii) C ବିନ୍ଦୁ :

ତାରକୁ B ସୀମା ଠାରୁ ଅଧିକ ବିସ୍ତାରିତ କରାଗଲେ, ବିକୃତି ଅଧିକ ହାରରେ ବୃଦ୍ଧି ପାଏ ଏବଂ ବସ୍ତୁଟି ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ହୋଇଯାଏ । ଏହାର ଅର୍ଥ, ବିରୂପଣୀ ବଳ କାଢ଼ି ନେଲେ ମଧ୍ୟ ତାର ତାହାର ମୂଳ ଦୈର୍ଘ୍ୟକୁ ଫେରି ପାରିବ ନାହିଁ । ଭାର ଧୀରେ ଧୀରେ ହ୍ରାସ କଲେ, ବସ୍ତୁଟି ଗ୍ରାଫ୍‌ରେ ବିନ୍ଦୁ ଚିହ୍ନିତ ରେଖା CD କୁ



ଟିପ୍ପଣୀ

ଅନୁସରଣ କରିବ । ଭାର ଶୂନ୍ ବେଳକୁ ଅବଶିଷ୍ଟ ବିକୃତିକୁ **ସ୍ଥାୟୀ ସ୍ଥାପକ** (permanet set) କୁହାଯାଏ । ବକ୍ରଲେଖରେ E ବିନ୍ଦୁପରେ, କୌଣସି ପ୍ରସାରଣ ପରେ ପୂର୍ବାବସ୍ଥା ପ୍ରାପ୍ତ ହେବନାହିଁ ।

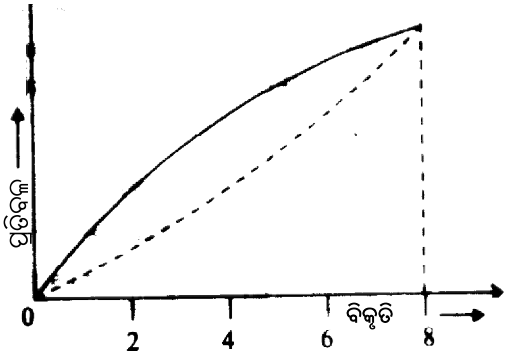
(iv) ବିଭଙ୍ଗ ବିନ୍ଦୁ (Breaking Point) F :

E ବିନ୍ଦୁପରେ ବିକୃତି ଅତ୍ୟଧିକ ହାରରେ ବୃଦ୍ଧି ପାଏ ଏବଂ F ବିନ୍ଦୁ ନିକଟରେ ଭାର ବୃଦ୍ଧି ନ କରି ମଧ୍ୟ ତାରର ଲମ୍ବ ଅବିଶ୍ରାନ୍ତ ବୃଦ୍ଧି ପାଏ । F ବିନ୍ଦୁରେ ତାର ଛିଣ୍ଡିଯାଏ ଏହାକୁ **ବିଭଙ୍ଗ ବିନ୍ଦୁ** (breaking point) ବା **ଖଣ୍ଡନ ବିନ୍ଦୁ** (fracture point) କୁହାଯାଏ ଏବଂ ସଂପୃକ୍ତ ପ୍ରତିବଳକୁ **ବିଭଙ୍ଗ ପ୍ରତିବଳ** କୁହାଯାଏ ।

ବିଭଙ୍ଗ ବିନ୍ଦୁ F ର ସଂପୃକ୍ତ ପ୍ରତିବଳକୁ **ବିଭଙ୍ଗ ପ୍ରତିବଳ** ବା ତନ୍ୟ ସାମର୍ଥ୍ୟ (tensile strength) କୁହାଯାଏ । ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ସୀମା ମଧ୍ୟରେ, ଯେଉଁ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ପ୍ରତିବଳ ଏକ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇପାରିବ, ତାହାକୁ **କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ପ୍ରତିବଳ** (working stress) କୁହାଯାଏ ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ପ୍ରତିବଳ ଓ ବିଭଙ୍ଗ ପ୍ରତିବଳର ଅନୁପାତକୁ ନିରାପତ୍ତା ଗୁଣାଙ୍କ (factor of safety) କୁହାଯାଏ । ଇଂଲଣ୍ଡରେ ଏହା 10 ଏବଂ ଯୁକ୍ତରାଷ୍ଟ୍ର ଆମେରିକାରେ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ 5 ନିଆଯାଏ । ଆମେ ଇଂଲଣ୍ଡର ପଦ୍ଧତି ଅନୁସରଣ କରୁଛୁ । ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ସୀମା ଓ ବିଭଙ୍ଗ ବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ଯଦି ଅତ୍ୟଧିକ ବିରୂପଣ ହୁଏ, ତେବେ ପଦାର୍ଥକୁ ତନ୍ୟ ବା ନମନୀୟ ପଦାର୍ଥ (ductile) କୁହାଯାଏ । ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ସୀମା ପରେ ପରେ ଯଦି ଏହା ଛିଣ୍ଡିଯାଏ, ତେବେ ଏହାକୁ ଭଙ୍ଗୁର (brittle) କୁହାଯାଏ, ଉଦାହରଣ ଗ୍ଲାସ୍ ।

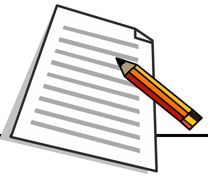
8.2.6 ରବର ନିମିତ୍ତ ପ୍ରତିବଳ - ବିକୃତି ବକ୍ରଲେଖ

ଏକ ରବର ଫିତାକୁ ଟାଣି ତା'ର ସାଧାରଣ ଲମ୍ବଠାରୁ କେତେଗୁଣ ବୃଦ୍ଧି କରିବା ପରେ ବଳ କାଢ଼ିନେଲେ ଏହା ତାର ମୂଳ ଲମ୍ବକୁ ଫେରିଆସେ, ଅର୍ଥାତ୍ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ପରିସର ବୃହତ୍ ଏବଂ ସୁଚିହ୍ନିତ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ୍ ପ୍ରବହ ଅଞ୍ଚଳ ନାହିଁ । ଅଧିକ ବିକୃତି ସଂପନ୍ନ ପଦାର୍ଥକୁ **ଇଲାସ୍ଟୋମର** (elastomer) କୁହାଯାଏ । ସେମାନଙ୍କର ଅଣୁ-ବିନ୍ୟାସ ଯୋଗୁଁ ଏହି ଧର୍ମ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ରବର ନିମିତ୍ତ ପ୍ରତିବଳ-ବିକୃତି ବକ୍ରଲେଖ ଏକ ଧାତବ ତାରଠାରୁ ନିଶ୍ଚିତ ଭାବେ ଭିନ୍ନ । ଚିତ୍ର 8.10 କୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ କଲେ ଦୁଇଟି ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ବିଷୟ ଦେଖିବ । ପ୍ରଥମତଃ ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ ଆନୁପାତିକ ଅଂଶ ନାହିଁ । ଦ୍ୱିତୀୟତଃ ବିରୂପଣୀ ବଳକୁ ଧୀରେ ଧୀରେ ହ୍ରାସ କଲେ, ମୂଳ ବକ୍ରଲେଖ ଦେଇ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ନାହିଁ ଯଦିଚ ଶେଷରେ ପଦାର୍ଥଟି ତାର ସ୍ୱାଭାବିକ ଲମ୍ବକୁ ଫେରିଆସେ । ପଦାର୍ଥଟି ମୂଳ ଆକୃତିକୁ ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତନ ନିମିତ୍ତ ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟର ପରିମାଣ ବିରୂପଣୀ ବଳ ଦ୍ୱାରା ସଂପାଦିତ କାର୍ଯ୍ୟଠାରୁ କମ୍ ।



ଚିତ୍ର 8.10 ରବର ନିମିତ୍ତ ପ୍ରତିବଳ ବିକୃତି ବକ୍ରଲେଖ

ଏହି ବଳକା ଶକ୍ତି ପଦାର୍ଥ ଦ୍ୱାରା ଅବଶୋଷିତ ହୁଏ ଏବଂ ତାପ ରୂପରେ ମିଳେ । (ରବର ଫିତାକୁ ତୁମ ଓଠରେ ସ୍ପର୍ଶ କଲେ ତୁମେ ଏହା ଜାଣିପାରିବ) ଏହି ପରିଘଟଣାକୁ **ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ଶୈଥିଲ୍ୟ** (elastic hysteresis) କୁହାଯାଏ । ଶକ୍ ଆବ୍‌ଜରବର୍ (shock absorber) ରେ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ଶୈଥିଲ୍ୟର ଏକ ବିଶେଷ ଉପଯୋଗ ଅଛି । ବିରୂପଣୀ ବଳ ଦ୍ୱାରା ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ବଳର କିଛି ଅଂଶ ଶକ୍ ଆବଜର୍‌ବର୍ ଧରି ରଖେ ଏବଂ ଏହାର ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ରାଂଶ ମାତ୍ର ଶକ୍ ଆବଜର୍‌ବର୍ ସଂଯୁକ୍ତ ବସ୍ତୁକୁ ସଞ୍ଚରିତ ହୁଏ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

8.2.7 ରବର ତୁଳନାରେ ଇସ୍ପାତ ଅଧିକ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ

ଅଧିକ ପରିମାଣର ବିରୂପଣୀ ବଳ ପ୍ରୟୋଗରେ ଯଦି ଉତ୍ପନ୍ନ ବିକୃତି କମ୍ ହୁଏ, ତେବେ ବସ୍ତୁ ଅଧିକ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ କୁହାଯାଏ । ତୁମେ ଯଦି ଏକାଭଳି ଦୁଇଟି ରବର ଓ ଇସ୍ପାତ ସୂତା ନେବ ଏବଂ ଉଭୟ ଉପରେ ସମାନ ବିରୂପଣୀ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିବ, ତେବେ ଦେଖିବ ଇସ୍ପାତ ତାରରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ପ୍ରସାରଣ ରବର ତାରର ପ୍ରସାରଣଠାରୁ କମ୍ । କିନ୍ତୁ ଉଭୟ ତାରରେ ସମାନ ବିକୃତି ଲାଭ କରିବାକୁ ଇସ୍ପାତ ତାରରେ ରବର ତାର ତୁଳନାରେ ଯଥେଷ୍ଟ ଅଧିକ ପ୍ରତିବଳ ଆବଶ୍ୟକ । ଇସ୍ପାତର ବିରୂପଣ ନିମିତ୍ତ ଅତ୍ୟଧିକ ପ୍ରତିବଳର ଆବଶ୍ୟକତା ଦର୍ଶାଉଛି ଯେ ଇସ୍ପାତରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ଆଭ୍ୟନ୍ତରିକ ପ୍ରତ୍ୟାନୟନ ବଳ ରବର ତୁଳନାରେ ଅଧିକ ତେଣୁ ରବର ତୁଳନାରେ ଇସ୍ପାତ ଅଧିକ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ।

ଉଦାହରଣ 8.1

ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ 0.10 cm^2 ଓ 1.0 ମି. ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଏକ ତାରରେ 100 କେଜି ଭାର ଝୁଲିଛି । ତାରଟି 0.20 cm ବିସ୍ତାରିତ ହୋଇଛି । ହିସାବ କର (i) **ତନ୍ୟ ପ୍ରତିବଳ** (tensile stress) ଏବଂ (ii) ତାରରେ ବିକୃତି ।

ଦତ୍ତ : $g = 9.8\ ms^{-2}$

ସମାଧାନ : (i) ତନ୍ୟ ପ୍ରତିବଳ $= \dfrac{F}{A} = \dfrac{Mg}{A} = \dfrac{(100kg)(9.80ms^{-2})}{0.10 \times 10^{-4}}$

$= 9.8 \times 10^7 Nm^2$

(ii) ତନ୍ୟ ବିକୃତି $= \dfrac{\Delta l}{l} = \dfrac{0.20 \times 10^{-2} m}{1.0m}$

$= 0.20 \times 10^{-2}$

ଉଦାହରଣ 8.2

କେତେ ସର୍ବାଧିକ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଏକ ଇସ୍ପାତ ତାର ଝୁଲାଇଲେ, ତାହା ନିଜ ଓଜନ ଯୋଗୁଁ ଛିଣ୍ଡିଯିବ ନାହିଁ ।

ଦତ୍ତ, ଭଂଜନ ପ୍ରତିବଳ $= 4.0 \times 10^8\ Nm^{-2}$, ସାନ୍ଦ୍ରତା $= 7.9 \times 10^3\ kg\ m^{-3}$

ଏବଂ $g = 9.80\ ms^{-2}$

ସମାଧାନ : ତାରର ଓଜନ $w = A l r g$

ଏଠାରେ A ହେଉଛି ତାରର ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ, l ହେଉଛି ସର୍ବାଧିକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଏବଂ r ହେଉଛି ତାରର ସାନ୍ଦ୍ରତା । ତେଣୁ ନିଜ ଓଜନ ଯୋଗୁଁ ତାରରେ ଉତ୍ପନ ବିଭଙ୍ଗ ପ୍ରତିବଳ ହେଉଛି $W/A = r l g$ । ଆମକୁ ଦିଆଯାଇଛି ବିଭଙ୍ଗ ପ୍ରତିବଳର ମୂଲ୍ୟ $4.0 \times 10^8 Nm^{-2}$

ତେଣୁ $l = \dfrac{4.0 \times 10^8 Nm^{-2}}{(7.9 \times 10^3 kg\, m^{-3})(9.8ms^{-2})}$

$= 0.05 \times 10^5 m$

$= 5 \times 10^3 m = 5\ km$

ବର୍ତ୍ତମାନ ଟିକିଏ ବିରାମ ଓ ତୁମେ କ'ଣ ବୁଝିଛ, ଜାଣିବା ଦରକାର ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ 8.1

1. ଏକ ବସ୍ତୁ ଉପରେ ବିରୂପଣୀ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ ଯୋଗୁଁ ଆନ୍ତଃ-ପାରମାଣବିକ ଦୂରତା (i) ବୃଦ୍ଧି ହେବ (ii) ହ୍ରାସ ପାଇବ ? ଆନ୍ତଃ-ପାରମାଣବିକ ବଳମାନଙ୍କର ଆଚରଣ କିଭଳି ହେବ ?

....

2. ଯଦି ଆମେ ଗୋଟିଏ ଦଣ୍ଡର ଏକ ପ୍ରାନ୍ତକୁ ଦୃଢ଼ ଭାବରେ ଖିଲ (clamp) ଦେବା ଏବଂ ଅନ୍ୟ ପ୍ରାନ୍ତରେ ଏହାର ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ ପ୍ରତି ଏକ ଅଭିଲମ୍ବ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା, ତେବେ କି ପ୍ରକାର ପ୍ରତିବଳ ଓ ବିକୃତି ହେବ, ଉଲ୍ଲେଖ କର ।

....

3. ଏକ ଧାତବ ତାର ନିମିତ୍ତ ପ୍ରତିବଳ ଓ ବିକୃତିର ଅନୁପାତ ସ୍ୱଳ୍ପ ବିରୂପଣ ନିମିତ୍ତ ଧ୍ରୁବକ । ଅଧିକ ବିରୂପଣ ହେଲେ, ଏହି ଅନୁପାତରେ କ'ଣ ସବୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ?

....

4. କେଉଁ ଅବସ୍ଥାରେ, ପ୍ରତିବଳକୁ ବିଭଙ୍ଗ ପ୍ରତିବଳ କୁହାଯାଏ ?

....

5. 0.64 ମିମି ବ୍ୟାସ ଓ 4 ମି. ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଭୂଲମ୍ବ ତାରର ଏକ ପ୍ରାନ୍ତରେ 4 କେଜିର ଏକ ଜଡ଼ ଝୁଲାଇଲେ, ତାରର ବିସ୍ତାର 0.60 ମିମି ହୁଏ । ତନ୍ୟ ପ୍ରତିବଳ ଓ ବିକୃତି ହିସାବ କର ।

....

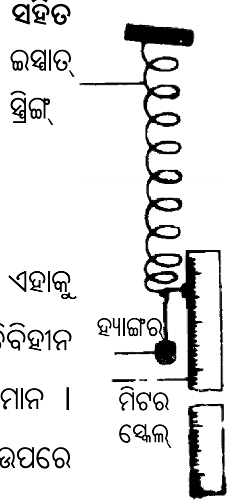
8.3 ହୁକ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ

1678 ଖ୍ରୀଷ୍ଟାବ୍ଦରେ ରବର୍ଟ ହୁକ୍ ଅନେକଗୁଡ଼ିଏ ବସ୍ତୁ ନିମିତ୍ତ ପରୀକ୍ଷଣ ସାହାଯ୍ୟରେ ପ୍ରତିବଳ - ବିକୃତି ବକ୍ରଲେଖ ଅଙ୍କନ କଲେ ଏବଂ ହୁକ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ନାମରେ ଏକ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକତା ନିୟମ ପ୍ରଚଳନ କଲେ, ଏହି ନିୟମ ଅନୁସାରେ : **ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ସୀମା ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରତିବଳ ସଂପୃକ୍ତ ବିକୃତି ସହିତ ସମାନୁପାତୀ ।**

ଅର୍ଥାତ୍, ପ୍ରତିବଳ $\propto$ ବିକୃତି

କିମ୍ବା $$\frac{\text{ପ୍ରତିବଳ}}{\text{ବିକୃତି}} = \text{ଧ୍ରୁବକ } (E) \qquad (8.2)$$

ଏହି ଆନୁପାତିକ ଧ୍ରୁବକ E ବସ୍ତୁର ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକତାର ଏକ ମାପନ ଏବଂ ଏହାକୁ **ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକତା ଗୁଣାଙ୍କ** (modulus of elasticity) କୁହାଯାଏ । ବିକୃତି ଏକ ବିମିତିବିହୀନ ରାଶି ହୋଇଥିବାରୁ, ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକତା ଗୁଣାଙ୍କର ବିମିତି (ଏକକ ମଧ୍ୟ) ପ୍ରତିବଳ ସହିତ ସମାନ । ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରତିବଳ ଓ ବିକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ ବରଂ ବସ୍ତୁର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଏହା ଦେଖିବାକୁ, ତୁମେ ନିମ୍ନଲିଖିତ କାର୍ଯ୍ୟଟି କରିପାର ।



ଚିତ୍ର 8.11

ଟିପ୍ପଣୀ

ସାରଣୀ 8.1	
କେତେକ ବିଶିଷ୍ଟ ଜଡ଼ର ୟଙ୍ଗ ଗୁଣାଙ୍କ	
ଜଡ଼ର ନାମ	$Y(10^9 Nm^{-2})$
ଆଲୁମିନିୟମ୍	70
ତମ୍ବା	120
ଲୁହା	190
ଇସ୍ପାତ	200
କାଚ	65
ହାଡ଼	9
ପଲିସ୍ଟିରିନ୍	3

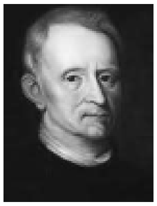
ତୁମ ପାଇଁ କାମ 8.1

ଚିତ୍ର 8.11 ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଭଳି ଏକ ଇସ୍ପାତ ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ୍‌ର ଉପର ମୁଣ୍ଡ କାନ୍ଥରେ ଦୃଢ଼ ଭାବରେ ଝୁଲାଅ ଏବଂ ତାହା ପାଖରେ ଏକ ମିଟର ସ୍କେଲ ରଖ । ହ୍ୟାଙ୍ଗରର ତଳ ମୁଣ୍ଡରେ ଥରକୁ 100 ଗ୍ରାମ୍ ଭାର କ୍ରମାଗତ ଯୋଗକର । ଏହାର ଅର୍ଥ ପ୍ରତି ଥର 100 ଗ୍ରାମ୍ ଭାର ବୃଦ୍ଧି ଯୋଗୁଁ ବିସ୍ତାରଣ ବଳର 1 ନିଉଟନ୍ ବୃଦ୍ଧି ହେଉଛି । ବିସ୍ତାରଣ ମାପ । 500 ଗ୍ରାମ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ କରି ପ୍ରତ୍ୟେକଥର ବିସ୍ତାରଣ ଉଲ୍ଲେଖ କର ।

ଭାର ଓ ବିସ୍ତାରଣ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କର । ଗ୍ରାଫ୍‌ର ଆକୃତି କିଭଳି ? ଏହା ହୁକ୍‌ଙ୍କ ନିୟମକୁ ପାଳନ କରୁଛି କି ? $\frac{\text{ଭାର}}{\text{ବିସ୍ତାରଣ}}$ ଅନୁପାତ ଧ୍ରୁବକ ଦର୍ଶାଇ ଗ୍ରାଫଟି ଏକ ସରଳରେଖା ହେବା ଆବଶ୍ୟକ ।

ଏହି କାର୍ଯ୍ୟଟି ରବର ଏବଂ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଜଡ଼ ନେଇ ପୁନରାବୃତ୍ତି କର ।

ତୁମେ ଜାଣିବା ଆବଶ୍ୟକ ଯେ ଯେଉ ପଦାର୍ଥମାନ ହୁକ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ମାନନ୍ତି, ସେମାନେ ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ ତରାଜୁ କିମ୍ବା ବଳ ମାପକ ଯନ୍ତ୍ର ଭାବେ ଚିତ୍ର 8.11 ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ଭଳି ବ୍ୟବହାର ହୁଏ । ତୁମେଦେଖି ପାରନ୍ତ ଯେ ପଲାରେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ରଖିଲେ, ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ୍‌ର ଲମ୍ବ ବୃଦ୍ଧିପାଏ । ସ୍କେଲ ଉପରେ ଥିବା ଏକ ସୂଚକ ସାହାଯ୍ୟରେ ଲମ୍ବର ବୃଦ୍ଧି ଜଣାଯାଏ ଏବଂ ଏହାକୁ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବଳ (ଅର୍ଥାତ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ଭାର)ର ମାପନ ଭାବେ ନିଆଯାଏ ।



ରବର୍ଟ ହୁକ୍ (1635 - 1703)

ସପ୍ତଦଶ ଶତାବ୍ଦୀର ପ୍ରଭାବଶାଳୀ ପ୍ରୟୋଗବିଦ୍ ରବର୍ଟ ହୁକ୍ ସାର୍ ଆଇଜାକ୍ ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କ ସମସାମୟିକ ଥିଲେ । ତାଙ୍କର ବିଭିନ୍ନ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବ୍ୟୁତ୍ପତ୍ତି ଥିଲା ଏବଂ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ, ଜ୍ୟୋର୍ତିବିଜ୍ଞାନ, ରସାୟନ ବିଜ୍ଞାନ, ଜୀବ ବିଜ୍ଞାନ, ଭୂବିଜ୍ଞାନ, ସ୍ଥାପତ୍ୟ ବିଜ୍ଞାନ, ଜୀବାଶ୍ମ ବିଜ୍ଞାନ ଏବଂ ନୌବିଜ୍ଞାନ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାଙ୍କର ଅବଦାନ ରହିଛି । ତାଙ୍କର ଅନ୍ୟାନ୍ୟ କୃତି ମଧ୍ୟରେ ଅଛି ଏକ ସାର୍ବଜନୀନ ସନ୍ଧି (universal joint) , ଯାହାକି ଆଜିର ରେସ୍ପିରେଟରର ଏକ ପ୍ରାଥମିକ ରୂପ, ଆଇରିସ୍ ପଟ୍ଟଳ (iris diaphragam), ଲଙ୍ଗର ମୁକ୍ତିଯନ୍ତ୍ର (anchor escapement) ଏବଂ ଘଡ଼ି ନିମନ୍ତେ ସନ୍ତୁଳନ (balancing) ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ୍ । 1966 ର ପ୍ରଚଣ୍ଡ ଅଗ୍ନି ଦୁର୍ବିପାକ ପରେ ମୁଖ୍ୟ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷକ ଭାବେ ଲଣ୍ଡନର ପୁନର୍ନିର୍ମାଣରେ ସହଯୋଗ କରିଥିଲେ । ସେ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକତାର ହୁକ୍‌ଙ୍କ ନିୟମ ଏବଂ ଜ୍ୱଳନର ସଠିକ ତତ୍ତ୍ୱ ଉପସ୍ଥାପନ କରିଥିଲେ । ବାରୋମିଟର (barometer), ଆନେରୋମିଟର (anerometer) ଏବଂ ହାଇଗ୍ରୋମିଟର (hygrometer) ଭଳି ପାଣିପାଗ ସମ୍ପର୍କୀୟ ଯନ୍ତ୍ରମାନଙ୍କର ଉଦ୍ଭାବନ କିମ୍ବା ଉନ୍ନତିକରଣର ଶ୍ରେୟ ମଧ୍ୟ ତାଙ୍କର ପ୍ରାପ୍ୟ ।

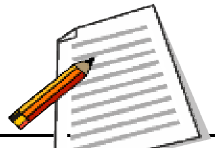
8.3.1 ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକତାର ଗୁଣାଙ୍କ (Moduli of Elasticity)

ପୂର୍ବ ଅଂଶରେ ତୁମେ ପଢ଼ିଛ ଯେ ତିନି ଶ୍ରେଣୀର ବିକୃତି ଅଛି । ତେଣୁ ଏହା ସ୍ପଷ୍ଟ ଯେ ଏହି ବିକୃତିମାନଙ୍କ ସହିତ ସଂପୃକ୍ତ ତିନିଟି ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ଗୁଣାଙ୍କ ରହିବ । ଏମାନେ ହେଲେ, ଯଥାକ୍ରମେ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିକୃତି, ଆୟତନ ବିକୃତି ଓ ଅପରୂପଣ ବିକୃତି ସହିତ ସଂପୃକ୍ତ **ୟଙ୍ଗ ଗୁଣାଙ୍କ** (Young's modulus), **ଆୟତନ ଗୁଣାଙ୍କ** (Bulk modulus) ଏବଂ **ଦୃଢ଼ତା ଗୁଣାଙ୍କ** (Modulus of rigidity)

ଆମେ ବର୍ତ୍ତମାନ ଏମାନଙ୍କୁ ଗୋଟିଏ ପରେ ଗୋଟିଏ ଲେଖାଏଁ ଅଧ୍ୟୟନ କରିବା ।

(i) ୟଙ୍ଗ୍ ଗୁଣାଙ୍କ :

ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ପ୍ରତିବଳ ଓ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିକୃତିର ଅନୁପାତ ବସ୍ତୁକୁ ଗଠନ କରିଥିବା ଜଡ଼ର ୟଙ୍ଗ ଗୁଣାଙ୍କ କୁହାଯାଏ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ମନେକର, L ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ A ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ତାର F ପରିମାଣ ବଳ ଦ୍ୱାରା ବିସ୍ତାରିତ ହେଲେ, ଦୈର୍ଘ୍ୟର ପରିବର୍ତ୍ତନ DL ସହିତ ସମାନ । ତେବେ,

$$\text{ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ପ୍ରତିବଳ} = \frac{F}{A}$$

$$\text{ଏବଂ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିକୃତି} = \frac{\Delta L}{L}$$

$$\text{ତେଣୁ ୟଙ୍ଗ୍ ଗୁଣାଙ୍କ } Y = \frac{F/A}{\Delta L/L} = \frac{F \times L}{A \times \Delta L}$$

ଏକ ଦୃଢ଼ ଅବଲମ୍ବନରୁ ଯଦି r ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ତାର ଅଭିଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଝୁଲାଯାଏ ଏବଂ ଏହାର ତଳ ମୁଣ୍ଡରେ M ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଜଡ଼ ଟଙ୍ଗାଯାଏ, ତେବେ $A = p\,r^2$ ଓ $F = Mg$

$$\backslash\ Y = \frac{MgL}{\pi r^2 \Delta L} \qquad (8.3)$$

Y ର SI ଏକକ ହେଉଛି Nm^{-2} । ସାରଣୀ 8.1 ରେ କେତେକ ବିଶିଷ୍ଟ ଜଡ଼ର ୟଙ୍ଗ୍ ଗୁଣାଙ୍କର ତାଲିକା ଦିଆଯାଇଛି । ଲକ୍ଷ୍ୟ କର, ଇସ୍ପାତ ସବୁଠୁ ଅଧିକ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ।

(ii) ଆୟତନ ଗୁଣାଙ୍କ :

ଅଭିଲମ୍ବ ପ୍ରତିବଳ ଓ ଆୟତନ ବିକୃତିର ଅନୁପାତ ବସ୍ତୁକୁ ଗଠନ କରିଥିବା ଜଡ଼ର ଆୟତନ ଗୁଣାଙ୍କ କୁହାଯାଏ ।

ଚାପର ପରିମାଣ P ବୃଦ୍ଧିକଲେ ବସ୍ତୁର ଆକୃତି ପରିବର୍ତ୍ତନ ନ ହୋଇ ଯଦି ଆୟତନ Vରୁ DV ହ୍ରାସ ପାଏ, ତେବେ

ଅଭିଲମ୍ବ ପ୍ରତିବଳ = DP

ଆୟତନ ବିକୃତି = DV/V

$$\text{ଆୟତନ ଗୁଣାଙ୍କ } B = \frac{\Delta P}{\Delta V/V} = V\frac{\Delta P}{\Delta V} \qquad (8.4)$$

ଆୟତନ ଗୁଣାଙ୍କର ବ୍ୟୁତ୍କ୍ରମ (reciprocal) କୁ ସଂପୀଡ଼ନ କୁହାଯାଏ ।

$$k = \frac{1}{B} = \frac{1}{V}\frac{\Delta V}{\Delta P} \qquad (8.5)$$

ଗ୍ୟାସ ସର୍ବାଧିକ ସଂପୀଡ଼୍ୟ ହୋଇଥିବାରୁ ଏହା ସର୍ବନିମ୍ନ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ଏବଂ ଘନ ପଦାର୍ଥ ସର୍ବାଧିକ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ବା ସର୍ବନିମ୍ନ ସଂପୀଡ଼୍ୟ ଅର୍ଥାତ

$$B_{\text{ଘନ}} > B_{\text{ତରଳ}} > B_{\text{ଗ୍ୟାସ}}$$

(iii) ଦୃଢ଼ତା ଗୁଣାଙ୍କ କିମ୍ବା ଅପରୂପଣ ମାପାଙ୍କ : ଅପରୂପଣ ପ୍ରତିବଳ ସହିତ ଅପରୁପଣ ବିକୃତିର ଅନୁପାତ ବସ୍ତୁକୁ ଗଠନ କରିଥିବା ଜଡ଼ର ଦୃଢ଼ତା ଗୁଣାଙ୍କ କୁହାଯାଏ ।

ଯଦି A କ୍ଷେତ୍ରଫଳରେ ଏକ ସ୍ପର୍ଶକୀୟ ବଳ F କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହେଉଛି ଏବଂ ଅପରୂପଣ ବିକୃତି q ଉତ୍ପନ୍ନ କରୁଛି, ତେବେ ଦୃଢ଼ତା ଗୁଣାଙ୍କ ହେଉଛି

$$h = \frac{\text{ଅପରୂପଣ ପ୍ରତିବଳ}}{\text{ଅପରୂପଣ ବିକୃତି}} = \frac{F/A}{\theta} = \frac{F}{A\theta} \qquad (8.6)$$

ଟିପ୍ପଣୀ

ତୁମର ଜାଣିବା ଆବଶ୍ୟକ ଯେ ଘନ ପଦାର୍ଥ ଓ ପ୍ରବହ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ ଗୁଣାଙ୍କ ଅଛି । କିନ୍ତୁ ପ୍ରବହ ପଦାର୍ଥର ୟଙ୍ଗ୍ ଗୁଣାଙ୍କ ଓ ଅପରୂପଣ ଗୁଣାଙ୍କ ନାହିଁ କାରଣ ପ୍ରବହ ପଦାର୍ଥ ପକ୍ଷରେ ତନ୍ୟ କିମ୍ବା ଅପରୂପଣ ପ୍ରତିବଳ ବଜାୟ ରଖିବା ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ ।

ଉଦାହରଣ 8.3 :

ପୃଷ୍ଠଚ୍ଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ 0.1 cm^2 ଥିବା ଏକ ଇସ୍ପାତ ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 50% ବୃଦ୍ଧି କରିବାକୁ ଆବଶ୍ୟକ ବଳ ହିସାବ କର । ଦତ୍ତ $Y = 2 \times 10^{11}\, Nm^{-2}$

ସମାଧାନ : ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବୃଦ୍ଧି = 50% । ଯଦି ΔL ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବୃଦ୍ଧି ଓ ତାରର ସ୍ୱାଭାବିକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ L ହୁଏ ତେବେ $\frac{\Delta L}{L} = \frac{1}{2}$

$$\therefore Y = \frac{F \times L}{A \times \Delta L}$$

କିମ୍ବା $$F = \frac{Y \times A \times \Delta L}{L} = \frac{(2 \times 10^{11}\, Nm^{-2})(0.1 \times 10^{-4}\, m^2) \times 1}{2} = 0.1 \times 10^7$$

$$= 10^6 N$$

ଉଦାହରଣ 8.4

ଏକ ଘନ ରବର ପେଣ୍ଡୁକୁ ଗୋଟିଏ ହ୍ରଦର ପୃଷ୍ଠରୁ ନିମ୍ନତମ ତଳକୁ ନେଲେ ଏହାର ଆୟତନ 0.0012% ହ୍ରାସ ପାଏ । ହ୍ରଦର ଗଭୀରତା 360 ମି. । ହ୍ରଦ ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ହେଉଛି $10^3\, kgm^{-3}$ ଏବଂ ସେହି ସ୍ଥାନର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣୀୟ ତ୍ୱରଣ ହେଉଛି $10\, ms^{-2}$ । ରବରର ଆୟତନ ଗୁଣାଙ୍କ ହିସାବ କର ।

ସମାଧାନ : ପେଣ୍ଡୁ ଉପରେ ଚାପ ବୃଦ୍ଧି $P = h\rho g = 360 \times 10^3\, kgm^{-3} \times 10\, ms^{-2}$

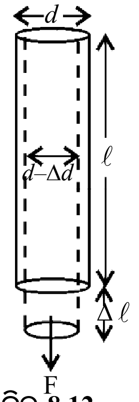
$$= 3.6 \times 10^6\, Nm^{-2}$$

ଆୟତନ ବିକୃତି $$\Delta V/V = \frac{0.0012}{100} = 1.2 \times 10^{-5}$$

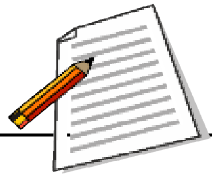
ଆୟତନ ଗୁଣାଙ୍କ $$B = \frac{PV}{\Delta V} = \frac{3.6 \times 10^6}{1.2 \times 10^{-5}} = 3.0 \times 10^{11}\, Nm^{-2}$$

8.3.2 ପଏସନଙ୍କ ଅନୁପାତ

ତୁମେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିବ ଯେ ଗୋଟିଏ ରବର ନଳୀକୁ ଲମ୍ବ ଦିଗରେ ବିସ୍ତାରିତ କଲେ, ଏହାର ବ୍ୟାସ ହ୍ରାସ ପାଏ (ଚିତ୍ର 8.12) । (ଏହା ଏକ ତାର ପାଇଁ ମଧ୍ୟ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ, କିନ୍ତୁ ଖାଲି ଆଖିରେ ଜାଣି ହୁଏ ନାହିଁ ।) ବଳ ଦିଗରେ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବୃଦ୍ଧି ହେବା ସହିତ ତା' ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ଦିଗରେ ସଂକୋଚନ ହୁଏ । ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ବଳ ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ଦିଗରେ ହେଉଥିବା ବିକୃତିକୁ ପାର୍ଶ୍ୱୀୟ ବିକୃତି (lateral strain) କୁହାଯାଏ । ପଏସନ୍ ଦର୍ଶାଇଲେ ଯେ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ସୀମା ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଶ୍ୱୀୟ ବିକୃତି ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିକୃତିର ସମାନୁପାତିକ ଅର୍ଥାତ୍ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁକୁ ଗଠନ କରିଥିବା ଜଡ଼ ପାଇଁ ପାର୍ଶ୍ୱୀୟ ବିକୃତି ଓ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିକୃତିର ଅନୁପାତ ଏକ ଧ୍ରୁବକ ଏବଂ ଏହାକୁ **ପଏସନ୍‌ଙ୍କ ଅନୁପାତ** କୁହାଯାଏ ।



ଚିତ୍ର 8.12
ଏକ ପ୍ରସାରିତ ରବରନଳୀ



ଟିପ୍ପଣୀ

ଏହାକୁ ଗ୍ରୀକ୍ ଅକ୍ଷର s (ସିଗ୍‌ମା) ଦ୍ୱାରା ସୂଚାଯାଏ । ଯଦି a ଓ b ଯଥାକ୍ରମେ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିକୃତି ଓ ପାର୍ଶ୍ୱୀୟ ବିକୃତି ହୁଏ, ତେବେ

$$s = b / a$$

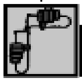
ଯଦି 1 ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ d ବ୍ୟାସ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ତାର (ଦଣ୍ଡ କିମ୍ବା ନଳୀ) କୁ ଏକ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ ଫଳରେ D1 ପରିମାଣରେ ପ୍ରସାରିତ କରାଯାଏ ଏବଂ ଏହାର ବ୍ୟାସ Dd ପରିମାଣରେ ହ୍ରାସ ପାଏ, ତେବେ

$$a = \frac{\Delta l}{l}$$

ପାର୍ଶ୍ୱୀୟ ବିକୃତି $b = \frac{\Delta d}{d}$

ଏବଂ ପଏସନ୍ ଅନୁପାତ $s = \frac{\Delta d / d}{\Delta l / l} = \frac{l}{d} \frac{\Delta d}{\Delta l}$ (8.7)

ପଏସନ୍ ଅନୁପାତ ଦୁଇଟି ବିକୃତିର ଅନୁପାତ ହୋଇଥିବାରୁ ଏହା କେବଳ ଗୋଟିଏ ସଂଖ୍ୟା । ପଏସନ୍ ଅନୁପାତର ମୂଲ୍ୟ କେବଳ ଜଡ଼ର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ଏବଂ ଅଧିକାଂଶ ବସ୍ତୁ ପାଇଁ ଏହା 0.2 ରୁ 0.4 ମଧ୍ୟରେ ରହେ । ତାନ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ଏକ ବସ୍ତୁରେ ଯଦି ଆଦୌ ଆୟତନ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ନାହିଁ ଅର୍ଥାତ୍ ବସ୍ତୁଟି ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଅସଂପୀଡ଼୍ୟ ତେବେ ପଏସନ୍ ଅନୁପାତ ସର୍ବାଧିକ ଅର୍ଥାତ୍ 0.5 ହୁଏ । ତାତ୍ତ୍ୱିକ ଦୃଷ୍ଟିରୁ, ପଏସନ୍ ଅନୁପାତର ସୀମା –1 ଏବଂ 0.5 ।



ତୁମ ପାଇଁ କାମ 8.2

ଦୁଇଟି ଏକା ଭଳି ତାର ନିଅ । ଗୋଟିଏ ତାରରେ କିଛି ସମୟ ପାଇଁ ମୋଡ଼ନୀୟ କଂପନ ସୃଷ୍ଟି କରାଅ । କିଛି ସମୟ ପରେ, ଅନ୍ୟ ତାରଟିରେ ମଧ୍ୟ ଏକା ଭଳି କଂପନ କରାଅ । ଦୁଇଟି ତାରର କଂପନର ହ୍ରାସର ହାର ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ।

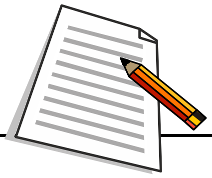
ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ ଯେଉଁ ତାରଟି ଅଧିକ ସମୟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କମ୍ପନ କରୁଥିଲା, ସେଥିରେ କମ୍ପନର କ୍ଷୟ ଦ୍ରୁତ ହାରରେ ହୁଏ । ତାରଟି କ୍ଳାନ୍ତ ବା ପରିଶ୍ରାନ୍ତ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ କମ୍ପନ ଜାରି ରଖିବା କଷ୍ଟସାଧ ହୁଏ । ଏହି ପରିଘଟଣାକୁ **ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ କ୍ଳାନ୍ତି** (elastic fatigue) କୁହାଯାଏ ।

ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକତା ସଂପର୍କରେ ଆହୁରି କିଛି ତଥ୍ୟ :

1. ଗୋଟିଏ ଧାତୁରେ ଉପଯୁକ୍ତ ଖାଦ ମିଶ୍ରଣ କଲେ, ଏହାର ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ଧର୍ମର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ଲୁହାରେ ଯଦି ଅଙ୍ଗାରକ ଯୋଗ ହୁଏ କିମ୍ବା ସୁନାରେ ଯଦି ପୋଟାସିୟମ ମିଶାଯାଏ, ତେବେ ସେମାନଙ୍କର ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକତା ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ ।

2. ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ସହିତ ଜଡ଼ର ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକତା ହ୍ରାସ ପାଏ । ଉଦାହରର ସ୍ୱରୂପ, ଅଙ୍ଗାରକ ସାଧାରଣ ତାପମାତ୍ରାରେ ଅତ୍ୟନ୍ତ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ କିନ୍ତୁ ଏହା ମଧ୍ୟରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସ୍ରୋତ ପ୍ରବାହିତ କରି ଉତ୍ତପ୍ତ କଲେ ଏହା ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ହୋଇଯାଏ । ସେହିଭଳି, ତରଳ ବାୟୁରେ ଶୀତଳ କଲେ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ଅତ୍ୟନ୍ତ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ହୋଇଥାଏ ।

3. ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକତା ଗୁଣାଙ୍କର ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରତିବଳ ଓ ବିକୃତିର ପରିମାଣ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ନାହିଁ । ଏହା କେବଳ ବସ୍ତୁକୁ ଗଠନ କରିଥିବା ଜଡ଼ର ପ୍ରକୃତି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

ଉଦାହରଣ 8.5 :

20 cm ପାର୍ଶ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଧାତବ ଘନ ଉପରେ $10^4\,Nm^{-2}$ର ଅପରୂପଣ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଛି । ନିମ୍ନ ପୃଷ୍ଠ ତୁଳନାରେ ଉପର ପୃଷ୍ଠ ଯଦି 0.01cm ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତ ହୁଏ ତେବେ ଦୃଢ଼ତା ଗୁଣାଙ୍କ ନିରୂପଣ କର ।

ସମାଧାନ :

ଅପରୂପଣ ପ୍ରତିବଳ = $10^4 Nm^{-2}$, $Dx = 0.01$ cm, $y = 20$ cm

$$\text{ଅପରୂପଣ ବିକୃତି} = \frac{\Delta x}{y} = \frac{0.01\text{cm}}{20\text{cm}} = 0.005$$

$$\text{ଅତଏବ, ଦୃଢ଼ତା ଗୁଣାଙ୍କ } h = \frac{\text{ଅପରୂପଣ ପ୍ରତିବଳ}}{\text{ଅପରୂପଣ ବିକୃତି}}$$

$$= \frac{10^4\,Nm^{-2}}{0.005} = 2 \times 10^7 Nm^{-2}$$

ଉଦାହରଣ 8.6 :

5 m ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ 1 mm ବ୍ୟାସ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ତମ୍ବା ତାରର ଗୋଟିଏ ମୁଣ୍ଡରେ ଏକ 10 kg ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଜଡ଼ ଝୁଲାଯାଇଛି । ଯଦି ପଏସନ୍ ଅନୁପାତ 0.25 ହୁଏ, ପ୍ରସାରଣ ଓ ପାର୍ଶ୍ୱୀୟ ବିକୃତି ହିସାବ କର । ଦତ୍ତ, ତାରର ୟଙ୍ଗ ଗୁଣାଙ୍କ = $11 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$

ସମାଧାନ : ଏଠାରେ $L = 5$m, $r = 0.05 \times 10^{-3}$ m, $Y = 11 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$

$F = 10 \times 9.8$N ଏବଂ $s = 0.25$

$$\text{ତାରରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ପ୍ରସାରଣ } Dl = \frac{Fl}{\pi r^2 Y} = \frac{(10kg)\times(9.8ms^{-2})\times(5m)}{3.14(0.5\times10^{-3}m)^2 \times(11\times10^{10}Nm^{-2})}$$

$$= \frac{490}{8.63\times10^4}\,m = 5.6 \times 10^{-3}\ m$$

$$\text{ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିକୃତି} = a = \frac{\Delta l}{l} = \frac{5.6\times10^{-3}m}{5m} = 1.12 \times 10^{-2}$$

$$\text{ପଏସନ୍ ଅନୁପାତ } (6) = \frac{\text{ପାର୍ଶ୍ୱୀୟ ବିକୃତି } (b)}{\text{ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିକୃତି } (a)}$$

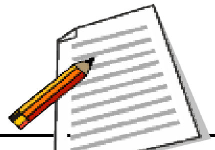
ପାର୍ଶ୍ୱୀୟ ବିକୃତି $b = s \times a = 0.125 \times 1.12 \times 10^{-2} = 0.14 \times 10^{-3}$

ତୁମେ କେତେ ଆଗେଇଛ ଜାଣିବା ପାଇଁ ଅଟକାଯାଉ ।

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ 8.2

1. ରୈଖିକ ପ୍ରତିବଳର ଏକକ ୟଙ୍ଗଙ୍କ ଗୁଣାଙ୍କର ଏକକ ସହିତ ସମାନ କି ? ତୁମ ଉତ୍ତର ନିମିତ୍ତ କାରଣ ଦିଅ ।

....



ଟିପ୍ପଣୀ

2. ଘନ ଜଡ଼ ତରଳ ଓ ଗ୍ୟାସୀୟ ଜଡ଼ଠାରୁ ଅଧିକ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ । ଯଥାର୍ଥତା ପ୍ରତିପାଦନ କର ।

....

3. ଖଣ୍ଡେ ତାରକୁ ଲମ୍ୱାରେ ଅଧାରେ କାଟି ଦିଆଗଲା । ଏକ ଦଣ୍ଡତାରର, ଦୈର୍ଘ୍ୟ ବୃଦ୍ଧି ଉପରେ କି ପ୍ରଭାବ ପଡ଼ିବ ?

....

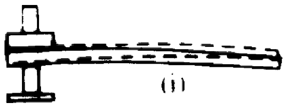
4. ସମାନ ଧାତୁରେ ଦୁଇଟି ତାର ତିଆରି ହୋଇଛି । ପ୍ରଥମ ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଦ୍ୱିତୀୟ ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଅଧା ଏବଂ ଏହାର ବ୍ୟାସ ଦ୍ୱିତୀୟ ତାରର ଦୁଇଗୁଣ । ଉଭୟ ତାରରେ ସମାନ ଭାର ପ୍ରୟୋଗ ହେଲେ, ସେମାନଙ୍କର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ପ୍ରସାରଣ ଅନୁପାତ ହିସାବ କର ।

....

5. $1 \times 10^{8}\ Nm^{-2}$ ପ୍ରତିବଳ ପ୍ରୟୋଗରେ ଖଣ୍ଡେ ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ମୂଳ ଦୈର୍ଘ୍ୟର 10^{-3} ଗୁଣ ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ । ତାରର ଜଡ଼ର ୟଙ୍ଗ୍ ଗୁଣାଙ୍କ ହିସାବ କର ।

....

ଜଡ଼ର ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ଆଚରଣର ପ୍ରୟୋଗ



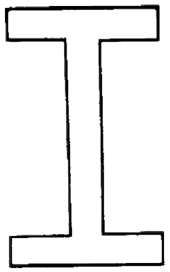
ଆମର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନଯାତ୍ରାରେ ଜଡ଼ର ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ଆଚରଣର ଏକ ଭୂମିକା ଅଛି । ସ୍ତମ୍ଭ (Pillar) ଓ କଡ଼ି (beam) ମାନ ଆମର ଘର ତିଆରିରେ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଅଂଶ । ଗୋଟିଏ ମୁଣ୍ଡରେ ଖିଲ ହୋଇ ଅନ୍ୟ ମୁଣ୍ଡରେ ଭାର ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଥିବା ସମକଡ଼ିକୁ ଏକ କାଣ୍ଟିଲିଭର କୁହାଯାଏ । ଋଷିକେଶର ଝୁଲା ପୋଲ, ଲକ୍ଷ୍ମଣ ଝୁଲା ଓ କୋଲକାତାର ବିଦ୍ୟାସାଗର ସେତୁ କାଣ୍ଟିଲିଭରରେ ଧାରଣ କରାଯାଇଛି ।

ଦୈର୍ଘ୍ୟ **l** ପ୍ରସ୍ଥ b ଓ ମୋଟେଇ d ର ଏକ କାଣ୍ଟିଲିଭର୍‌ରେ M ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଭାର ମୁକ୍ତ ପ୍ରାନ୍ତରେ ରଖିଲେ ତାହା d ପରିମାଣ ତଳକୁ ଯାଏ

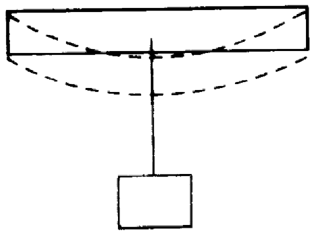
$$\delta = \frac{4M\,g\,\ell^{3}}{\gamma\,b\,d^{3}}$$

ଖମ୍ବ ଓ ରେଲ୍ ମାନଙ୍କର ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦକୁ କାହିଁକି **I-** ଆକୃତି (ଚିତ୍ର ii)ରଖାଯାଏ ତାହା ବର୍ତ୍ତମାନ ବୁଝିବା ସହଜ । ଅନ୍ୟ ସମସ୍ତ ବିଷୟ ସମାନ ରହି, d a d^{-3} । ତେଣୁ ମୋଟେଇ ବୃଦ୍ଧି କରି, ସମାନ ଭାରରେ ତଳକୁ ଝୁଲିବା ପରିମାଣ ଯଥେଷ୍ଟ କମିଯାଇପାରେ । ଉଭୟ ମୁଣ୍ଡରେ ଖିଲ ଦିଆଯାଇଥିବା ଏବଂ ମଧ୍ୟସ୍ଥଳରେ ଭାର ରଖାଯାଇଥିବା ଗୋଟିଏ କଡ଼ି ତୁଳନାରେ ସାମର୍ଥ୍ୟ କମେ ନାହିଁ କିନ୍ତୁ ଏହା ଫଳରେ ତିଆରିରେ ଆବଶ୍ୟକ ବସ୍ତୁର ପରିମାଣ କମେ ଅର୍ଥାତ୍ ସଞ୍ଚୟ ହୁଏ ।

$$\delta = \frac{M\,g\,\ell^{3}}{4\,b\,d^{3}\gamma}$$



(ii)



(iii)

ଅତଏବ, ଏକ ଦଣ୍ଡ ଭାର ନିମିତ୍ତ d କମ୍ ରଖିବାକୁ ଆମେ ୟଙ୍ଗ୍ ମାପାଙ୍କ ଅଧିକ ଥିବା ଏକ ପଦାର୍ଥ ବାଛିବା ଏବଂ ଏହାର ମୋଟେଇ ମଧ୍ୟ ଅଧିକ ହୋଇଥିବ । ତଥାପି, ଏକ ଖାଲୁଆ (deep) କଡ଼ି ବଙ୍କା ହୋଇଯିବାର ସମ୍ଭାବନା ଅଛି । ଏହାକୁ ଏଡ଼ିବା ପାଇଁ ଏକ ଅଧିକ ଭାରବାହୀ ପୃଷ୍ଠ ରଖାଯାଏ । **I-** ଆକାର (ଚିତ୍ର-iv) ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦରେ ଉଭୟ ଆବଶ୍ୟକତା ପୂରଣ ହୁଏ ।

(iv)

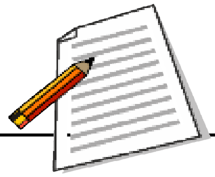
କ୍ରେନ୍‌ରେ ଓଜନିଆ ଭାର ଉଠାଇବାକୁ ଏବଂ ଏକ ସ୍ଥାନରୁ ଅନ୍ୟ ସ୍ଥାନକୁ ନେବାକୁ ଆମେ ମୋଟା ଧାତୁ ନିର୍ମିତ ଦଉଡ଼ି ବ୍ୟବହାର କରୁ । ବିଭଙ୍ଗ ସାମର୍ଥ୍ୟ (yield strength) 300 ମେଗାପାସ୍କାଲ ଥିବା ଏକ ଇସ୍ପାତ ରଜ୍ଜୁ ସାହାଯ୍ୟରେ 10 ମେଟ୍ରିକ୍ ଟନ୍‌ର ଭାର ଉତ୍ତୋଳନ ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ସର୍ବନିମ୍ନ ପ୍ରସ୍ଥଚ୍ଛେଦ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ହେଉଛି ପ୍ରାୟ 10 ବର୍ଗ ସେମି. । ଏହି ବ୍ୟାସର ଏକ ତାର ବସ୍ତୁତଃ ଏକ ଦୃଢ଼ ଦଣ୍ଡ ହେବ । ସେଥିପାଇଁ ଅନେକଗୁଡ଼ିଏ ଘେର ସରୁ ତାରକୁ ବେଣୀ (braid) କରି ରଜ୍ଜୁ ତିଆରି କରାଯାଏ ।

ଏହା ଫଳରେ ପ୍ରସ୍ତୁତିରେ ସୁବିଧା, ନମନୀୟତା ଓ ସାମର୍ଥ୍ୟ ଉପଲବ୍ଧ ହୁଏ ।

ତୁମେ ଜାଣିଛ କି ପୃଥିବୀରେ କୌଣସି ପର୍ବତର ସର୍ବୋଚ୍ଚ ଉଚ୍ଚତା ପ୍ରାୟ 10 କି.ମି. ହୋଇପାରେ ନ ହେଲେ ଏହା ତଳେ ଥିବା ପଥରଗୁଡ଼ିକ ଏହାର ଓଜନରେ ଭାଙ୍ଗି ପଡ଼ିବ ।

ତୁମେ କ'ଣ ଶିଖିଲ ?

- ଯେଉଁ ବଳଟି ବସ୍ତୁରେ ବିରୂପଣ ସୃଷ୍ଟି କରେ, ତାହାକୁ ବିରୂପଣୀ ବଳ କୁହାଯାଏ ।
- ବିରୂପଣ ଫଳରେ, ବସ୍ତୁରେ ଆନ୍ତଃପ୍ରତ୍ୟାନୟନ ବଳ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ଏବଂ ବିରୂପଣୀ ବଳ ଚାଲିଯିବା ପରେ ତାହାକୁ ମୂଳ ଆକୃତି ଓ ଆକାରକୁ ଫେରିବାରେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ ।
- ବିରୂପଣୀ ବଳ ଚାଲିଯବା ପରେ ଯେଉଁ ଧର୍ମ ଯୋଗୁଁ ଜଡ଼ର ମୂଳ ଆକୃତି ଓ ଆକାର ଫେରିପାଏ, ତାହାକୁ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକତା କୁହାଯାଏ ।
- ବିରୂପଣୀ ବଳ ଚାଲିଯିବା ପରେ ଯେଉଁ ବସ୍ତୁ ନିଜର ମୂଳ ଅବସ୍ଥାକୁ ଫେରି ଆସେ ତାହାକୁ ଆଦର୍ଶ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ବସ୍ତୁ କୁହାଯାଏ ।
- ବିରୂପଣୀ ବଳ ଚାଲିଯିବା ପରେ ଯଦି ବସ୍ତୁଟି ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଭାବେ ନିଜର ପରିବର୍ତ୍ତିତ ରୂପରେ ରହେ ତେବେ ବସ୍ତୁକୁ ଆଦର୍ଶ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ କୁହାଯାଏ ।
- ପ୍ରତିବଳ ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ପ୍ରତି ଆନ୍ତଃପ୍ରତ୍ୟାନୟନ ବଳ ସହିତ ସମାନ । ଏହାର ଏକକ ହେଉଛି Nm^{-2}
- ଏକକ ବିମିତିରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ (ଯଥା ଦୈର୍ଘ୍ୟ, ଆୟତନ ବା ଆକୃତି) ସହିତ ବିକୃତି ସମାନ ଅଟେ । ବିକୃତିର ଏକକ ନାହିଁ ।
- ସ୍ୱାଭାବିକ ଅବସ୍ଥାରେ, ପରମାଣୁ ଉପରେ ଉଦ୍‌ବୃତ୍ତ ଆନ୍ତଃ-ପାରମାଣବିକ ବଳ ଶୂନ୍ ଅଟେ । ଯଦି ପରମାଣୁ ମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଅନ୍ତର ସ୍ୱାଭାବିକ ଅବସ୍ଥାଠାରୁ ଅଧିକ ହୁଏ, ଆନ୍ତଃ-ପାରମାଣବିକ ବଳ ଆକର୍ଷକ ହୁଏ । ଅବଶ୍ୟ, ଅନ୍ତର କମ୍ ହେଲେ ଏହି ବଳମାନ ବିକର୍ଷକ ହୁଏ ।
- ପ୍ରତିବଳର ଯେଉଁ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ମୂଲ୍ୟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ଆଚରଣ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ, ତାହାକୁ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ସୀମା କୁହାଯାଏ । ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ସୀମା ପରେ ବସ୍ତୁ ଏକ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ୍ ବସ୍ତୁ ଭାବେ ଆଚରଣ କରେ ।



ଟିପ୍ପଣୀ

- ହୁକ୍‌ଙ୍କ ନିୟମାନୁସାରେ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ସୀମା ମଧ୍ୟରେ, ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ପ୍ରତିବଳ ବିକୃତି ସହିତ ସମାନୁପାତୀ ।
- ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ପ୍ରତିବଳ ଓ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିକୃତିର ଅନୁପାତକୁ ୟଙ୍ଗ୍ ଗୁଣାଙ୍କ କୁହାଯାଏ ।
- ଅଭିଲମ୍ବ ପ୍ରତିବଳ ଓ ଆୟତନ ବିକୃତିର ଅନୁପାତକୁ ଆୟତନ ଗୁଣାଙ୍କ କୁହାଯାଏ ।
- ଅପରୂପଣ ପ୍ରତିବଳ ଓ ଅପରୂପଣ ବିକୃତିର ଅନୁପାତକୁ ଦୃଢ଼ତା ଗୁଣାଙ୍କ କୁହାଯାଏ ।
- ପାର୍ଶ୍ୱୀୟ ବିକୃତି ଓ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ବିକୃତିର ଅନୁପାତକୁ ପଏସନ୍‌ଙ୍କ ଅନୁପାତ କୁହାଯାଏ ।

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକତାର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ । ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ଓ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ବସ୍ତୁର ଉଦାହରଣ ଦିଅ ।
2. ପ୍ରତିବଳ, ବିକୃତି ଓ ହୁକ୍‌ଙ୍କ ନିୟମମାନ ବୁଝାଅ ।
3. ଆନ୍ତଃ-ପାରମାଣବିକ ବଳ ଭିତ୍ତିରେ ଜଡ଼ର ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ଧର୍ମ ବୁଝାଅ ।
4. ୟଙ୍ଗ୍ ଗୁଣାଙ୍କ, ଆୟତନ ଗୁଣାଙ୍କ ଏବଂ ଦୃଢ଼ତା ଗୁଣାଙ୍କର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ ।
5. ପ୍ରତିବଳ - ବିକୃତି ଗ୍ରାଫ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ଭାର ବୃଦ୍ଧି ସହିତ ଏକ ଧାତବ ତାରର ଆଚରଣ ଆଲୋଚନା କର ।
6. ଇସ୍ପାତ୍ କାହିଁକି ରବର ତୁଳନାରେ ଅଧିକ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ?
7. ପଏସନ୍ ଅନୁପାତର କାହିଁକି ଏକକ ନାହିଁ ?
8. ଜଡ଼ର ତିନି ରୂପ ଯଥା ଘନ, ତରଳ ଏବଂ ଗ୍ୟାସ, କେଉଁଟି ଅଧିକ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ଓ କାହିଁକି ?
9. 4m ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ 1 mm ବ୍ୟାସ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଧାତବ ତାରକୁ 4 କେଜିର ଜଡ଼ ସାହାଯ୍ୟରେ ଦୀର୍ଘିକରଣ କରାଯାଇଛି । ଉତ୍ପନ୍ନ ବିସ୍ତାର ନିରୂପଣ କର । ଦତ୍ତ, ତାରର ଜଡ଼ର ୟଙ୍ଗ ଗୁଣାଙ୍କ 13.78×10^{10} Nm^{-2} ।
10. ଏକ 1 କି.ମି. ଗଭୀର ସମୁଦ୍ରର ନିମ୍ନ ଦେଶକୁ ଗୋଟିଏ ଗୋଲକକୁ ନେବା ଫଳରେ ଆୟତନ 0.02% କମେ । ଗୋଲକର ଜଡ଼ର ଆୟତନ ଗୁଣାଙ୍କ ହିସାବ କର । ତୁମେ ସମୁଦ୍ର ଜଳର ସାନ୍ଦ୍ରତା ପାଇଁ 1000 kgm^{-3} ଏବଂ $g = 9.8\ ms^{-2}$ ନେଇପାର ।
11. 0.2 mm ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଧାତବ ତାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ 0.2% ବୃଦ୍ଧି କରିବାକୁ କେତେ ବଳ ଆବଶ୍ୟକ ? ଦତ୍ତ, $Y = 9 \times 10^{10}\ Nm^{-2}$
12. ଅପରୂପଣ ପ୍ରତିବଳ, ଅପରୂପଣ ବିକୃତି ଏବଂ ଦୃଢ଼ତା ଗୁଣାଙ୍କର ସଂଜ୍ଞା ଲେଖ ।
13. ଏକ 10 cm ପାର୍ଶ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ଘନର ନିମ୍ନ ପାର୍ଶ୍ୱ ଅବିଚଳିତ ରଖି 5×10^5 N ମୂଲ୍ୟର ଏକ ସ୍ପର୍ଶକୀୟ ବଳ ପ୍ରୟୋଗରେ ଉପର ପାର୍ଶ୍ୱ ନିଜ ପ୍ରତି ସମାନ୍ତର ଦିଗରେ 2 mm ବିସ୍ଥାପିତ ହୁଏ । ବିକୃତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।
14. ଆମ ଜୀବନରେ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ଧର୍ମର ଅପରିହାର୍ଯ୍ୟ ଗୁରୁତ୍ୱ ଅଛି । ପ୍ଲାଷ୍ଟିକତ୍ୱ ଆମକୁ କି ଭଳି ସାହାଯ୍ୟ କରେ ?

ଟିପ୍ପଣୀ

15. L ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ r ବିଶିଷ୍ଟ ଖଣ୍ଡେ ତାର ଏକ ପ୍ରାନ୍ତରେ ଦୃଢ଼ ଭାବରେ ସଂଧର କରାଯାଇଛି । ତାରର ଅନ୍ୟ ପ୍ରାନ୍ତଟିରେ F ମୂଲ୍ୟର ବଳ ପ୍ରୟୋଗ ଫଳରେ ଏହାର ଦୈର୍ଘ୍ୟ x ବୃଦ୍ଧି ପାଏ । ସମାନ ଜଡ଼ରୁ ତିଆରି $2L$ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ $2r$ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ତାରରେ $2F$ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କଲେ, ଏହାର ଦୈର୍ଘ୍ୟର ପରିବର୍ତ୍ତନ କେତେ ହେବ ?

ପାଠଗତ ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀର ଉତ୍ତର

8.1

1. (i) ଯଦି $R > R_0$ ବଳର ପ୍ରକୃତି ଆକର୍ଷକ ଏବଂ (ii) ଯଦି $R < R_0$, ଏହା ବିକର୍ଷକ ।
2. ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ପ୍ରତିବଳ ଏବଂ ରୈଖିକ ବିକୃତି ।
3. ଅନୁପାତ ହ୍ରାସ ପାଇବ ।
4. ବିଭଙ୍ଗ ବିନ୍ଦୁ ସଂପୃକ୍ତ ପ୍ରତିବଳକୁ ବିଭଙ୍ଗ ପ୍ରତିବଳ କୁହାଯାଏ ।
5. 0.12×10^{10} Nm^{-2}

8.2.

1. ଉଭୟଙ୍କର ସମାନ ଏକକ ଥାଏ କାରଣ ବିକୃତିର ଏକକ ନାହିଁ ।
2. ଯେହେତୁ ଘନ ଜଡ଼ଠାରୁ ତରଳ ଓ ଗ୍ୟାସୀୟ ଜଡ଼ର ସଂପୀଡ଼ତା ଅଧିକ, ଆୟତନ ଗୁଣାଙ୍କ ସଂପୀଡ଼ତାର ବ୍ୟୁତ୍କ୍ରମ । ତେଣୁ ଘନ ଜଡ଼ ତରଳ ଓ ଗ୍ୟାସୀୟ ଜଡ଼ଠାରୁ ଅଧିକ ସ୍ଥିତିସ୍ଥାପକ ।
3. ଅଧା
4. 1:8
5. 1×10^{11} Nm^{-2}

ପାଠାନ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନମାନଙ୍କର ଉତ୍ତର

9. 0.15 m

10. 4.9×10^{-10} $N\ m^{-2}$

11. 22.7 N

13. 2×10^{-2}

15 x