CSM—20/22

CIVIL ENGINEERING

ସିଭିଲ୍ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ

PAPER—I

Time : 3 Hours

ସମୟ : ୩ ଘଣ୍ଟା

Full Marks : 250

ପୂର୍ଣ୍ଣ ସଂଖ୍ୟା : ୨୫୦

The figures in the right-hand margin indicate marks.

ପ୍ରଶ୍ନପତ୍ରର ଡ଼ାହାଣ ପଟେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରଶ୍ନର ମାର୍କ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

Candidates should attempt ***any*** **10** ***(ten)*** *questions of* **GROUP—A** *with word limit of 250 words and should attempt* ***any*** **5** ***(five)*** *questions from* **GROUP—B** *with word limit of 300 words.*

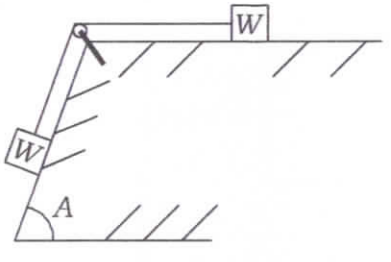
ପରୀକ୍ଷାର୍ଥୀମାନେ **GROUP—A** ରୁ ଯେକୌଣସି **୧୦**ଟି ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ୨୫୦ ଶବ୍ଦ ମଧ୍ୟରେ ଏବଂ **GROUP—B** ରୁ ଯେକୌଣସି **୫**ଟି ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ୩୦୦ ଶବ୍ଦ ମଧ୍ୟରେ ସୀମିତ ରଖିବେ ।

Candidate must not write on this margin.

GROUP—A

1. Two blocks of equal weight W connected by an inextensible string are placed over a pulley and rest over one horizontal plane and an inclined plane as shown in the figure below. If the coefficient of friction is $1/\sqrt{3}$ for all contiguous surfaces, find the minimum value of the angle A such that the two blocks will start to slide down. 15

ନିମ୍ନ ଚିତ୍ରରେ ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ପରି ସମାନ ଓଜନ Wର ଦୁଇଟି ବ୍ଲକ ଏକ inextensible string ଦ୍ୱାରା ସଂଯୁକ୍ତ ଏକ pulley ଉପରେ ଏବଂ ଗୋଟିଏ ଭୂସମାନ୍ତରାଳ ସମତଳ (horizontal plane) ଏବଂ inclined plane ଉପରେ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଯଦି ମସୃଣ ସଂଲଗ୍ନ ପୃଷ୍ଠଗୁଡ଼ିକ ପାଇଁ ଭଗ୍ନାଂଶର coefficient $1/\sqrt{3}$ ହୁଏ, ତେବେ A କୋଣର ସର୍ବନିମ୍ନ ମୂଲ୍ୟ ଖୋଜିବାହାର କର ଯେପରି ଦୁଇଟି ବ୍ଲକ slide down ହେବା ଆରମ୍ଭ କରିବ ।



Candidate must not write on this margin.

2. A horizontal rigid bar of length L = 1600 mm is hinged to a support at A and supported by two vertical wires attached at points C and D. Both the wires have same cross-sectional area of 16 mm^2 and are made up of same material of Young's modulus $E = 2{\cdot}0 \times 10^5$ N/mm^2. The wire at C (AC = 0·5 m) is of 0·4 m long and the wire at D (AD = 1·2 m) is of 0·8 m long. Determine the tensile stresses in both the wires. 15

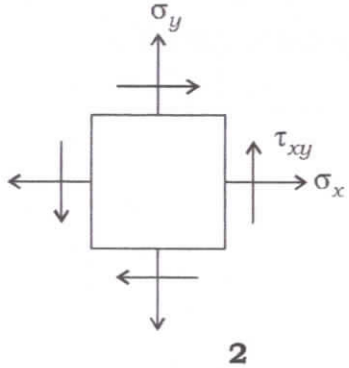
L = 1600 mm ଲମ୍ବର ଏକ ଭୂସମାନ୍ତର କଠିନ ଦଣ୍ଡ A ର ସପୋର୍ଟରେ ଲାଗିଥାଏ ଏବଂ C ଓ D ବିନ୍ଦୁରେ ସଂଲଗ୍ନ ହୋଇଥିବା ଭୂଲମ୍ବ ଦ୍ୱାରା ସମର୍ଥିତ । ଉଭୟ ତାରଗୁଡ଼ିକର ସମାନ cross-sectional କ୍ଷେତ୍ର 16 mm^2 ଏବଂ Young's modulus $E = 2{\cdot}0 \times 10^5$ N/mm^2 ର ସମାନ ପଦାର୍ଥରେ ନିର୍ମିତ । C (AC = 0·5 m) ରେ ଥିବା ତାର 0·4 m ଏବଂ D (AD = 1·2 m) ରେ ଥିବା ତାର 0·8 m ଲମ୍ବା । ଉଭୟ ତାରରେ ଥିବା tensile stresses ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

3. A gun having a constant muzzle velocity is aimed to hit an enemy target on the horizontal plane. The shell falls 10 m short of the target if the angle of projection is 15° and it overshoots the target by 25 m, if the angle of projection is 40°. Neglecting air resistance, determine the distance of the target and the correct angle of projection to hit the target. 15

କ୍ରମାଗତ muzzle velocity ଥିବା ଏକ ବନ୍ଧୁକ ଭୂସମାନ୍ତ ବିମାନରେ ଶତ୍ରୁ ଲକ୍ଷ୍ୟକୁ ଆଘାତ କରିବା ପାଇଁ ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପ୍ରୋଜେକ୍ଟନର କୋଣ ଯଦି 15° ହୁଏ, ତେବେ ସେଲ ଟାରଗେଟ୍‌ରୁ 10 m କମ୍ ଦୂରରେ ପଡ଼େ ଏବଂ ଯଦି ପ୍ରୋଜେକ୍ଟନର କୋଣ 40° ହୁଏ, ତେବେ ଏହା ଟାରଗେଟ୍ ଠାରୁ 25 m ଅଧିକ ଦୂରରେ ପଡ଼େ । ବାୟୁ ପ୍ରତିରୋଧକୁ ଗୁରୁତ୍ୱ ନ ଦେଇ, ଟାରଗେଟ୍‌ର ଦୂରତା ଏବଂ ଟାରଗେଟ୍ କୁ ମାରିବା ପାଇଁ ପ୍ରୋଜେକ୍ଟନର ଠିକ୍ କୋଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

4. For the state of stress shown, the normal and shearing stresses are directed as shown in the figure below with normal stress $\sigma_x = 60$ N/mm^2 and shearing stress $\tau_{xy} = 35$ N/mm^2. Determine the principal stresses and orientation of the principal planes. 15

ଦର୍ଶାଯାଇଥିବା ଚାପର ସ୍ଥିତି ପାଇଁ, normal stress $\sigma_x = 60$ N/mm^2 ଏବଂ shearing stresses $\tau_{xy} = 35$ N/mm^2 ସହିତ ନିମ୍ନ ଚିତ୍ରରେ ଦେଖାଯାଇଥିବାପରି normal ଏବଂ shearing ଚାପକୁ ନିର୍ଦ୍ଦେଶିତ କରାଯାଇଛି । ପ୍ରମୁଖ ସମତଳ ଗୁଡ଼ିକର ମୁଖ୍ୟ stress ଏବଂ orientation କୁ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।



/100

5. A steel pipe of 100 mm external diameter and 2·4 m long is fixed to an immovable support rigidly at one end. It supports two identical loads of 2·2 kN each at midspan and at the other end. If permissible normal stress of the material is 165 N/mm^2, determine the thickness of the pipe. Pipes are available in 2 mm increment in thickness. 15

Candidate must not write on this margin.

100 mm ବାହ୍ୟବ୍ୟାସ ଏବଂ 2·4 m ଲମ୍ବ ଏକ ଷ୍ଟିଲ ପାଇପ୍ ଗୋଟିଏ ମୁଣ୍ଡରେ ଦୃଢ଼ ଭାବେ ଏକ ଚଳନହୀନ ସହାୟକ ସହ ସ୍ଥିର ହୋଇ ରଖାଯାଇଛି । ଏହାର ମଧ୍ୟଭାଗ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ମୁଣ୍ଡରେ 2·2 kN ର ଦୁଇଟି ସମାନ ଭାରକୁ ସମର୍ଥନ କରେ । ଯଦି ପଦାର୍ଥର ଅନୁମୋଦନ ପ୍ରାପ୍ତ ସାଧାରଣ ଚାପ 165 N/mm^2 ହୁଏ, ତେବେ ପାଇପ୍‌ର ମୋଟେଇ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର, ପାଇପଗୁଡ଼ିକ 2 mm ବର୍ଦ୍ଧିତ ମୋଟେଇରେ ଉପଲବ୍ଧ ।

6. What are liquid limit and plastic limit of a soil? The Atterberg limits of a soil sample are W_L = 50%, W_P = 30% and W_S = 15%. If the specimen of this soil shrinks from a volume of 10 cm^3 at liquid limit to 5·94 cm^3 when it is oven dried, calculate shrinkage ratio and specific gravity of the soil. 15

ଗୋଟିଏ ମାଟିର liquid limit ଏବଂ plastic limit କ'ଣ? ଗୋଟିଏ ମାଟି ନମୁନାର Atterberg ହେଉଛି W_L = 50%, W_P = 30% ଏବଂ W_S = 15% । ଯଦି ଏହି ମାଟିର ନମୁନା ଘନତ୍ୱ 10 cm^3 ରୁ liquid limit 5·94 cm^3 ହ୍ରାସ ପାଏ ଯେତେବେଳେ ଏହା oven dried ହୁଏ, ମାଟିର ସଙ୍କୋଚନ ଅନୁପାତ ଏବଂ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଗଣନ କର ।

7. A three-hinged parabolic arch *ABC* of span 30 m has its supports at depths of 4 m at *A* and 16 m at *B* below the crown hinge *C*. The arch carries a point load of 60 kN at a distance of 5 m from the crown *C* in the segment *AB* and a point load of 120 kN at a distance of 10 m from the crown *C* in the segment *BC*. Find the support reactions and bending moments under the loads. 15

Span 30 m ର ଏକ ତିନି hinged ବିଶିଷ୍ଟ parabolic arch *ABC* ର 4 m ଗଭୀରତା *A* ରେ ଏବଂ crown hinge *C* ର *B* ତଳେ 16 m ରେ ଏହାର ସମର୍ଥନ ରହିଛି । *AB* ସେଗମେଣ୍ଟରେ crown ଠାରୁ 5 m ଦୂରରେ 60 kN ର ଏକ point load ଏବଂ *BC* ସେଗମେଣ୍ଟରେ crown *C* ଠାରୁ 10 m ଦୂରରେ 120 kN point load ବହନ କରେ । ଏହି ଭାର ଅଧୀନରେ support reaction ଏବଂ bending moments କୁ ଖୋଜି ବାହାର କର ।

8. A masonry retaining wall of trapezoidal section is 6 m high and 1 m wide at the top retaining soil level with its top. Find the minimum width of the wall at the base so that tension will not be induced at the base of the retaining wall. Unit weights of masonry and soil are 23 kN and 16 kN per cubic meter respectively. Angle of repose of the soil is 30° and back face of the wall supporting the soil is vertical. 15

Trapezoidal section ର ଏକ masonry retaining wall 6 m ଉଚ୍ଚ ଏବଂ ଏହାର ଉପର ସହିତ ମୃତ୍ତିକା ସ୍ତରର ଶୀର୍ଷରେ 1 m ଚଉଡା । ମୂଳ କାନ୍ଥର ସର୍ବନିମ୍ନ ଓସାର ଖୋଜି ବାହାର କର, ଯାହାଫଳରେ retaining wall ର ମୂଳରେ tension ସୃଷ୍ଟି ହେବ ନାହିଁ । Masonry ଏବଂ ମାଟିର ଏକକ ଓଜନ ଯଥାକ୍ରମେ କ୍ୟୁବିକ୍ ମିଟର ପ୍ରତି 23 kN ଏବଂ 16 kN । ମୃତ୍ତିକାର repose କୋଣ ହେଉଛି 30° ଏବଂ ମାଟିର ମସର୍ଥନ କରୁଥିବା କାନ୍ଥର ପଛ ମୁଖ ଭୂଲମ୍ବ ଅଟେ ।

9. A cable of span L has its ends at heights h_1 and h_2 above the lowest point of the cable. It carries a uniformly distributed load of W per unit run of the span. Determine the vertical and horizontal reactions at each end. 15

Span L ର ଏକ କେବୁଲର ଉଚ୍ଚତା h_1 ଏବଂ h_2 କେବୁଲର ସର୍ବନିମ୍ନ ବିନ୍ଦୁଠାରୁ ଅଧିକ । ଏହା span unit ରନ ପ୍ରତି W ର ସମାନ ଭାବେ ଆବଣ୍ଟିତ ଭାର ଧାରଣ କରେ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ମୁଣ୍ଡରେ ଭୂଲମ୍ବ ଏବଂ ଭୂସମାନ୍ତର ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

10. What is a stream function? A velocity field is specified as $\vec{V} = ax^2\hat{i} + bxy\hat{j}$, where a = 2 $m^{-1}s^{-1}$ and b = –4 $m^{-1}s^{-1}$ and the co-ordinates are measured in meters. Calculate the velocity components at (2, 1/2, 0). Develop an equation for the streamline passing through this point. 15

Stream function କ'ଣ? ବର୍ଗକ୍ଷେତ୍ର $\vec{V} = ax^2\hat{i} + bxy\hat{j}$ ଭାବେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ହୋଇଛି ଯେଉଁଠାରେ $a = 2\ m^{-1}s^{-1}$ ଏବଂ $b = -4\ m^{-1}s^{-1}$ ଏବଂ co-ordinate ଗୁଡ଼ିକ ମିଟରରେ ମାପ କରାଯାଏ । Velocity component ଗୁଡ଼ିକୁ (2, 1/2, 0) ରେ ମାପ କର । ଏହି ବିନ୍ଦୁମାଧ୍ୟମରେ streamline ପାଇଁ ଏକ ସମୀକରଣ ବିକାଶ କର ।

11. Derive the momentum equation for an incompressible and inviscid fluid. 15

Incompressible ଏବଂ inviscid ତରଳ ପାଇଁ momentum equation ବାହାର କର ।

Candidate must not write on this margin.

12. A short circular column 6 m long is to carry a characteristic load of 250 kN. Assuming both the ends of the column are fully restrained, design the column size and the vertical reinforcement. 15

6 m ଲମ୍ବର ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର ବୃତ୍ତାକାର ସ୍ତମ୍ଭ 250 kN ର ଏକ ପ୍ରକୃତ ଭାର ବହନ କରେ । ସ୍ତମ୍ଭର ଉଭୟପ୍ରାନ୍ତକୁ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ରୂପେ ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ବୋଲି ମନେକରି ସ୍ତମ୍ଭର ଆକାର ଏବଂ ଭୂଲମ୍ବ ଦୃଢ଼ୀକରଣକୁ ଡିଜାଇନ କର ।

Candidate must not write on this margin.

GROUP—B

13. A simply supported beam of span 5 m carries a uniform load of 32 kN/m over the entire span. The beam is built of a wooden member of cross-section of width 150 mm and depth 250 mm. To strengthen the wooden beam, two steel plates of 150 mm width and 50 mm thick are attached both at the top and bottom faces of this wooden beam such that no slip occurs at the interfaces. Determine the maximum normal stress in the wooden and the steel part of the beam. The modulli of elasticity of wood and steel are 210 GPa and 110 GPa respectively. 20

Span 5 m ର ଏକ ସରଳ ସମର୍ଥିତ ବିମ୍ ସମଗ୍ର span ଉପରେ 32 kN/m ର ସମାନ ଭାର ବହନ କରିଥାଏ । ବିମ୍ 150 mm ଓସାର ଏବଂ 250 mm ଗଭୀର cross-section ର ଏକ wooden member ଦ୍ୱାରା ନିର୍ମିତ । କାଠ ବିମ୍‌କୁ ମଜବୁତ କରିବା ପାଇଁ, 150 mm ଓସାର ଏବଂ 50 mm ମୋଟା ଦୁଇଟି ଷ୍ଟିଲ ପ୍ଲେଟ ଏହି କାଠ ବିମର ଉପର ଓ ତଳ ମୁହଁରେ ସଂଲଗ୍ନ ହୋଇଛି ଯେପରି interface ରେ କୌଣସି slip ଘଟିବ ନାହିଁ । କାଠ ଓ ବିମ୍‌ର ଷ୍ଟିଲ ଅଂଶରେ ସର୍ବାଧିକ ସାଧାରଣ ଚାପ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । କାଠ ଓ ଷ୍ଟିଲର elasticity ର modulli ଯଥାକ୍ରମେ 210 GPa ଏବଂ 110 GPa ।

14. A continuous frame *ABC* has the vertical part *AB* fixed at *A* and the horizontal part *BC* is supported over a roller support at *C*. The joint *B* is a rigid joint. Members *AB* and *BC* have same length and flexural rigidity. A horizontal point load *P* acts at the mid-height of *AB* in the direction of *BC*. Determine the reactions at *A* and *C*. Draw the bending moment diagram and find the maximum bending moment. 20

ଏକ ନିରନ୍ତର ଫ୍ରେମ୍ *ABC* ର ଭୂଲମ୍ବ ଅଂଶ *AB* ରେ ସ୍ଥିର ହୋଇଛି ଏବଂ ଭୂସମାନ୍ତର ଅଂଶ *BC* *C* ରେ ଏକ ରୋଲାର support ଉପରେ ସମର୍ଥିତ । ମିଳିତ *B* ହେଉଛି ଏକ rigid joint । Members *AB* ଏବଂ *BC* ର ସମାନ ଲମ୍ବ ଏବଂ flexural rigidity ରହିଛି । ଏକ ଭୂସମାନ୍ତର ମଧ୍ୟବିନ୍ଦୁ ଲୋଡ *P*, *BC* ଦିଗରେ *AB* ର ମଧ୍ୟଭାଗରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । *A* ଏବଂ *C* ରେ ପ୍ରତିକ୍ରୀୟା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । Bending moment ର ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କର ଏବଂ ସର୍ବାଧିକ bending moment କୁ ଖୋଜି ବାହାର କର ।

15. A continuous beam *ABCD* has a fixed support at *A* and roller supports at *B* and *C*. The end *D* is free. It supports a uniformly distributed load of 50 kN/m over the spans *AB* and *BC*. A point load of 25 kN acts at the free end *D*. The spans are *AB* = 4 m, *BC* = 3 m and *CD* = 2 m. The flexural rigidity of *AB* and *CD* is *EI* and that of *BC* is 1·5 *EI*. Draw the bending moment and shear force diagram. 20

ଏକ ନିରନ୍ତର ବିମ *ABCD* ର *A* ରେ ଏକ ସ୍ଥିର ସମର୍ଥନ ଅଛି ଏବଂ *B* ଏବଂ *C* ରେ ରୋଲାର ସପୋର୍ଟ ଅଛି । ଶେଷ *D* ମୁକ୍ତ ଅଛି । ଏହା *AB* ଏବଂ *BC* ମଧ୍ୟରେ 50 kN/m ର ସମାନ ଭାବରେ ଆବଣ୍ଟିତ ଭାରକୁ ସମର୍ଥନ କରେ । 25 kN ର ଏକ ପଏଣ୍ଟ ଲୋଡ୍ ମୁକ୍ତ *D* ଶେଷରେ କାର୍ଯ୍ୟ କରେ । Span ଗୁଡ଼ିକ *AB* = 4 m, *BC* = 3 m ଏବଂ *CD* = 2 m । *AB* ଏବଂ *CD* ର flexural rigidity ହେଉଛି *EI* ଏବଂ *BC* ର 1·5 *EI* । Bending moment ଏବଂ shear force ର ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କର ।

16. Two identical specimens of a soil were tested in a triaxial apparatus. First specimen failed at a deviator stress of 770 kN/m^2 when the cell pressure was 200 kN/m^2. The second specimen failed at a deviator stress of 1370 kN/m^2 when cell pressure was 400 kN/m^2. Determine the value of c and ϕ of the soil. 20

ଏକ ମାଟିର ଦୁଇଟି ସମାନ ନମୁନା ଏକ triaxial ଯନ୍ତ୍ରରେ ପରୀକ୍ଷା କରାଯାଇଥିଲା ପ୍ରଥମ ନମୁନା 770 kN/m^2 ର ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ଚାପରେ ବିଫଳ ହେଲା ଯେତେବେଳେ କୋଷର ଚାପ 200 kN/m^2 ଥିଲା । ଦ୍ୱିତୀୟ ନମୁନା 1370 kN/m^2 ର ବିଚ୍ଛିନ୍ନ ଚାପରେ ବିଫଳ ହେଲା ଯେତେବେଳେ କୋଷର ଚାପ 400 kN/m^2 ଥିଲା । ମାଟିର c ଏବଂ ϕ ମୂଲ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

17. An angle ISA 100 × 75 × 8 is used as a tension member and connected to a gusset plate of 16 mm thick by four numbers M 16 bolts in the long leg in one line. The pitch of the bolts is 75 mm and the edge distance is 40 mm. The bolt line is 40 mm from the open edge of the leg. Assuming the bolts do not fail prior to the member, calculate the maximum load the angle can carry. Consider the ultimate and yield stress of the plate material to be 540 MPa and 410 MPa respectively. 20

Candidate must not write on this margin.

ଏକ କୋଷ ISA 100 × 75 × 8 ଏକ tension member ଭାବେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ଏବଂ ଗୋଟିଏ ଧାଡିରେ ଲମ୍ବା ଗୋଡରେ ଚାରି ସଂଖ୍ୟା M 16 ବୋଲ୍ଟ ଦ୍ୱାରା 16 mm ମୋଟା gusset plate ସହିତ ସଂଯୁକ୍ତ । ବୋଲ୍ଟଗୁଡ଼ିକର pitch 75 mm ଏବଂ ଧାରର ଦୂରତା 40 mm । ଗୋଡର ଖୋଲାଧାରରୁ ବୋଲ୍ଟ ଲାଇନ 40 mm ଅଟେ । Member ଙ୍କ ପୂର୍ବରୁ ବୋଲ୍ଟଗୁଡ଼ିକ ବିଫଳ ହେବ ନାହିଁ ବୋଲି ଧରି ନେଇ କୋଣ ବହନ କରୁଥିବା ସର୍ବାଧିକ ଭାର ଗଣନ କର । ପ୍ଲେଟ ସାମଗ୍ରୀର ultimate ଏବଂ yield stress କୁ ଯଥାକ୍ରମେ 540 MPa ଏବଂ 410 MPa ବୋଲି ବିଚାର କର ।

Candidate must not write on this margin.

18. Design a beam section for flexure to carry a factored moment of 320 kNm. The section is restricted to a width of 300 mm and a depth of 600 mm. M25 grade concrete and Fe 415 grade steel are to be used. 20

320 kNm ର ଏକ factored moment ବହନ କରିବାକୁ flexure ପାଇଁ ଏକ beam section ଡିଜାଇନ କର । ବିଭାଗଟି 300 mm ଓସାର ଏବଂ 600 mm ଗଭୀର ମଧ୍ୟରେ ସୀମିତ । M25 ଗ୍ରେଡ୍ କଂକ୍ରିଟ ଏବଂ Fe 415 ଗ୍ରେଡ୍ ଷ୍ଟିଲ ବ୍ୟବହାର କରିବାକୁ ହେବ ।

★★★