

Solution Quiz 1

Q1. Qu'est-ce que c'est la «structure» d'un matériau? Quel est le niveau d'étude normalement nécessaire en génie civil?

Définition de « structure »: comment les composants internes (atomes, molécules, cristaux, etc.) sont disposés/structurés.

Génie civil: Normalement, en génie civil on travaille au niveau « macroscopique » (du mm au cm ou bien m) pour les travaux quotidiens (c. à. d. la conception, etc.). Cependant, au niveau de la recherche parfois on travaille au niveau « microscopique » (du μm au mm), surtout quand on essaie de comprendre comment la microstructure d'un matériau influence ses réponses mécaniques, thermiques, chimiques, etc.

Q2. Quels sont les principaux types de liaisons chimiques existantes (primaires et secondaires)? Expliquer leurs différences et leur influence sur les propriétés des différents matériaux de génie civil.

Primaires: liaisons ioniques, covalentes et métalliques.

Secondaires: forces de Van der Waals et liaisons d'hydrogène. Elles sont plus faibles que les obligations primaires.

Liaison ionique: configuration stable, aucune nature directionnelle, liaison très solide et engendre souvent des matériaux cristallins; ces matériaux présentent de points de fusion, des propriétés mécaniques (dureté, la rigidité, etc.) et de la durabilité élevés;

Liaison covalente: configuration stable, nature hautement directionnelle, liaison souvent très solide et engendre des matériaux amorphes et cristallins; ces matériaux présentent une large variation de propriétés et peuvent être parfois résistants, rigides et durables et d'autres fois faibles, souples et moins durables.

Liaison métallique: Configurations non stables (électrons sont libres pour flotter), aucune nature directionnelle, très ductile et conducteurs de chaleur et engendrent souvent de matériaux cristallins; ces matériaux présentent en moyenne de points de fusion élevés, de propriétés mécaniques (dureté, rigidité, etc.) et la durabilité souvent élevées.

Q3. Pourquoi est-il important de connaître les propriétés des matériaux en génie civil?

Les matériaux sont utilisés pour construire des structures civiles. Alors, il est très important de connaître les propriétés mécaniques des différents matériaux de génie civil afin de concevoir des structures sécuritaires.

Q4. Qu'est-ce que c'est un matériau élastique?

(d) Un matériau qui récupère la déformation imposée lorsque la charge est lâchée;

Q5. Comment teste-t-on les propriétés mécaniques des matériaux en laboratoire? Pourquoi il est mieux de travailler en « contrainte x déformation » au lieu de « force x déplacement »?

Les propriétés des matériaux sont testées en laboratoire en utilisant des essais de compression, traction, flexion, etc., où la courbe force-déplacement est générée. Les déplacements peuvent être mesurés en utilisant différents appareils comme par exemple les extensomètres, les strain-gauges et les LVDT's. La courbe force-déplacement obtenue est particulière à l'échantillon testé. Cependant, il est mieux de travailler en contrainte-déformation, car les valeurs de contrainte (MPa) et de déformation ($\Delta l/l$ - μ strain) sont normalisées. Autrement dit, ils sont indépendants des dimensions de l'échantillon en question, et peuvent donc être appliqués au matériel en général.

Q6. Qu'est-ce que c'est le coefficient de Poisson d'un matériau?

Le coefficient poisson (ν) est la relation de déformation latéral (ϵ_y) sur la déformation axial (ϵ_x). Ce coefficient permet d'exprimer la déformation du matériel dans l'axe perpendiculaire à l'axe de la contrainte appliquée.

$$\nu = -\frac{\epsilon_y}{\epsilon_x}$$

Q7. Qu'est-ce que c'est un matériau plastique?

(b) Un matériau qui présente une déformation résiduelle lorsque la charge est lâchée;

Q8. Décrivez les quatre phases de la courbe « contrainte x déformation » pour un matériau élastoplastique.

Région élastique : Cette région est la première phase de la courbe contrainte-déformation du matériau élastoplastique. Dans cette région, les déformations demeurent élastiques et le rapport entre les contraintes et les déformations peut être linéaire (ou non!). La région élastique se termine lorsque le matériel atteint sa limite d'élasticité.

Région de souplesse : Cette région est la deuxième phase de la courbe contrainte-déformation du matériau élastoplastique. Cette région correspond à la phase après la limite d'élasticité où le matériau commence à se déformer de façon plastique ou permanente. Lorsque le matériau atteint sa limite d'élasticité, il continuera à se déformer sans nécessairement l'application d'une charge supplémentaire.

Région d'écrouissage (strain-hardening) : Cette région est la troisième phase de la courbe contrainte-déformation du matériau élastoplastique. Le matériau devient plus rigide grâce aux forces entre des atomes et alors une charge supplémentaire est nécessaire pour que le matériau continue à se déformer. Dans cette zone, le matériau se déforme avec une diminution d'aire constante sur la longueur de l'échantillon. La phase d'écrouissage se termine lorsque le matériau atteint sa contrainte ultime.

Rétrécissement et rupture : Cette région est la quatrième et dernière phase de la courbe contrainte-déformation du matériau élastoplastique. Elle débute lorsque le matériau atteint sa contrainte ultime où grâce à la formation d'endommagement important, le matériau subit une perte de rigidité avec un rétrécissement localisé de l'aire de la section transversale de l'échantillon. Le rétrécissement se termine lorsque le matériau subit sa rupture.

Q9. Est-ce qu'il est mieux de choisir un matériau élastique ou plastique pour un élément structurel? Pourquoi?

Il est important de choisir un matériel élastoplastique (c.-à-d. un matériau qui a une région élastique suivie d'une région plastique) pour les applications en génie civil, car ce type de matériau donne un avertissement avant de la rupture. De plus, la plupart des équations de conception sont basées sur le fait que le matériau restera élastique (cela dans les applications courantes en génie civil. On ne prend pas en considération des effets d'explosion et/ou tremblement de terre!). Si un matériel avec des propriétés uniquement élastiques est choisi, il ne donnera pas un avertissement avant sa rupture, mais si un matériau complètement plastique est utilisé, ce dernier déformerait de façon permanente dès le début d'application des charges, ce qui n'est pas idéal non plus.

Q10. Décrivez la loi de Hooke.

La loi de Hooke est définie par une relation linéaire entre les contraintes et les déformations dans la région linéaire élastique. Le module d'élasticité représente la pente de la courbe dans cette région.

Q11. Expliquez les concepts de ductilité, résilience et ténacité.

Ductilité : est la capacité d'un matériau à subir des déformations plastiques avant la rupture. Un matériel ductile sera capable de prendre de grandes déformations et donner un avertissement avant la rupture.

Résilience : est la capacité d'absorption d'énergie dans la phase élastique (c. à d. avant que le matériau subisse des déformations permanentes). La résilience est calculée en intégrant la courbe contrainte-déformation dans la zone élastique.

Ténacité : est la capacité d'absorption de l'énergie avant la rupture. La ténacité est calculée en intégrant la courbe contrainte-déformation dans la courbe au complet.

Q12. Pourquoi l'utilisation des standards et normes est nécessaire en génie?

L'utilisation de normes et standards en génie civil est nécessaire pour s'assurer de l'uniformité des matériaux, et agit comme contrôle de la qualité des matériaux. En standardisant les tests, il est possible de comparer les valeurs expérimentales aux valeurs théoriques voulues, ainsi qu'aux valeurs des essais obtenus entre différents laboratoires.

Q13. Quels sont les paramètres statistiques importants pour évaluer la réponse des essais de laboratoire sur différents matériaux?

Moyenne, écart-type, coefficient de variation et le pourcentage d'erreur.

Q14. Décrivez les concepts de fluage, relaxation et fatigue.

Fluage : il s'agit d'une augmentation des déformations sous une charge soutenue (constante) dans le temps. La température et la durée du chargement sont deux facteurs qui jouent un rôle important dans le fluage.

Relaxation : dissipation de la contrainte dans le temps lorsque la déformation reste constante et maintenue.

Fatigue : réduction progressive de la résistance d'un matériau, grâce à l'application des cycles de chargement.

Q15. Basé sur les 4 courbes du graphique suivant, s.v.p. répondez aux questions :

A) Quel est le matériau qui présente la plus grande ténacité?

(c) Matériau – 3

B) Quel est le matériau qui présente le plus grand module de résilience?

(a) Matériau – 1

C) Quel est le matériau le plus ductile?

(d) Matériau – 4

D) Quel est le matériau le plus fragile?

(a) Matériau - 1