

Exercices :

Exercice n° 1 :

Expliquer la désignation des empilements (stratifiés) suivants :

$$[0/30_2/+45/-45/90]_s, \quad [90/0_2/-45/+45]_s$$

Numéro de pli	Orientation - Plan moyen	Notation conventionnelle

Exercice n° 2 :

En connaissant la définition de la masse volumique du composite ($\rho_c = m_c / v_c$) :
démontrer l'expression suivante ?

$$\rho_c = \rho_f \cdot V_f + \rho_m \cdot (1 - V_f)$$

Exercice n° 3 :

En connaissant la définition de la contrainte du composite
«composite à fibres continues alignées et soumis à une force parallèle aux fibres» ($\sigma_c = F_c / S_c$) :
démontrer l'expression suivante ?

$$\sigma_c = \sigma_f \cdot V_f + \sigma_m \cdot V_m$$

Exercice n° 4 :

Un composite est constitué d'une matrice de polyester renforcée avec une fraction volumique en fibres de verre continues et alignées de 60 %. Les modules d'élasticité respectifs sont : $E_m = 3,4 \text{ GPa}$ et $E_f = 70 \text{ GPa}$.

a)- Calculer la fraction volumique de la matrice (polyester) ?

b)- Calculer en GPa le module d'Young longitudinal E_{cl} de ce composite ?

Exercice n° 5 :

Une éprouvette de composite «fibres de carbone/résine époxyde» de dimensions : 2,54 cm x 2,54 cm x 0,3 cm pèse 2,98 g.

Le poids des fibres de carbone obtenu après la dissolution de la résine époxyde par une solution d'acide est de 1,863 g.

Sachant que les masses volumiques des fibres de carbone et de résine époxyde sont respectivement 1,9 g/cm³ et 1,2 g/cm³.

- 1- Déterminer la masse volumique du composite (ρ_c) ?
- 2- Déterminer les fractions volumiques (teneurs en volume) des fibres (V_f), de la résine (V_m) et des vides (V_v) de ce composite ?

Exercice n° 6 :

Compléter le tableau suivant (verre, kevlar, bore, aluminium, polyester, carbone) :

Fibres organiques	Fibres minérales	Fibres métalliques

Exercice n° 7 :

Compléter le tableau suivant (fibre de carbone/matrice d'aluminium, fibre de verre/résine époxyde, fibre de bore/matrice de magnésium, fibre de carbone/matrice de carbone, fibre d'aramide/résine polyester, fibre de carbone/résine de carbure de silicium) :

Composites à matrice organique	Composites à matrice minérale	Composites à matrice métallique

Exercice n° 8 :

Une éprouvette d'Aramide (Kevlar) a les dimensions suivantes : Longueur : 250 mm ,
largeur : 8 cm , épaisseur : 1,5 mm.

On l'étire (essai de traction) dans le sens de la longueur et on mesure la force F de
traction en fonction de l'allongement « Δl ».

Allongement (Δl en mm)	0	5	8	12	18	20	25
Déformation longitudinal (ϵ_l en %)							
Force de traction (F en kN)	0	115,25	202,5	358,5	510,25	612,5	685
Contrainte de traction (σ_t en MPa)							

$$(1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2)$$

- 1) Compléter le tableau ?
- 2) Tracer la courbe "(F = f (Δl))" ou "(σ_t) = f (ϵ_l)"
- 3) Calculer « E » le module d'élasticité ou module d'Young du kevlar en GPa?

Exercice n° 9 :

Les caractéristiques d'un composite unidirectionnel (verre E / Résine époxyde)
sont :

* Propriétés élastiques des fibres de verre E :

$$E_f (\text{module d'Young de fibres}) = 75.10^3 \text{ MPa}$$

$$\nu_f (\text{coefficient de Poisson de fibres}) : 0,2$$

*** Propriétés élastiques de la matrice (résine époxyde) :**

$$E_m \text{ (module d'Young de la matrice)} = 3,15.10^3 \text{ MPa}$$

$$\nu_m \text{ (coefficient de Poisson de la matrice)} : 0,3$$

a) Calculer les modules de cisaillement de fibres et de la matrice (G_f et G_m) en GPa?

b) Calculer les constantes élastiques du composite :

$$\text{avec : } V_f = 50\% \text{ et } V_m = 50\%$$

* E_1 (module d'élasticité dans le sens des fibres) en GPa,

* E_2 (module d'élasticité dans le sens perpendiculaire aux fibres) en GPa,

* ν_{12} et ν_{21} (coefficients de Poisson),

* G (module de cisaillement) en GPa.

$$G_f = (E_f / 2(1+\nu_f)) \quad , \quad G_m = (E_m / 2(1+\nu_m))$$

Exercice n° 10 :

Une structure en composite doit être réaliser en un composite contenant une proportion V_f (fraction volumique de fibres). La structure à réaliser à un volume v_c . Calculer les masses de fibres et de matrice nécessaires à la réalisation de cette structure dans le cas des composites suivants :

Composites	$\rho_f \text{ (Kg/m}^3\text{)}$	$\rho_m \text{ (Kg/m}^3\text{)}$
Verre/Epoxyde	2500	1200
Carbone/Epoxyde	1900	1200
Kevlar/Epoxyde	1500	1200

$$\text{On donne : } V_f = 50\% \quad , \quad v_c = 0,01 \text{ m}^3$$