

Université Batna 2
 Faculté de Technologie
 Département de Mécanique

Année Universitaire 2017-2018

CORRIGÉ TYPE DE L'EXAMEN DU MODULE
MATÉRIAUX COMPOSITES - L3GMH

Sujet A:

Partie cours:

1°) C ← (1pt) 2°) A, B, D ← (0,75) 3°) B ← (0,75) 4°) B, D ← (0,75) 5°) D, E ← (0,75)

Exercice n°1:

$$m_c = 15,2 \text{ Kg}, \quad \rho_m = 1,35 \text{ Kg/m}^3, \quad m_f = 6 \text{ Kg}, \quad \rho_f = 1,8 \text{ Kg/m}^3$$

1°) Calcul des fractions massiques:

$$(0,5) \rightarrow \eta_f = \frac{m_f}{m_c} = \frac{6}{15,2} = 0,394 \approx 0,4 \quad \eta_f = 40\% \leftarrow (0,25)$$

$$(0,5) \rightarrow \eta_m = 1 - \eta_f = 60\% \leftarrow (0,25)$$

2°) Calcul de la masse des fibres à ajouter:

$$(0,5) \rightarrow V_f = \frac{v_f}{v_c} \quad (0,25) \rightarrow m_f = \rho_f v_f \quad \text{et} \quad m_c = \rho_c v_c \leftarrow (0,25)$$

$$(0,5) \rightarrow V_f = \frac{m_f \rho_c}{m_c \rho_f} \quad \text{et} \quad \rho_c = V_f \rho_f + (1 - V_f) \rho_m$$

$$m_f = \frac{V_f m_c \rho_f}{V_f \rho_f + (1 - V_f) \rho_m} = \frac{(0,65)(15,2)(1,8)}{(0,65)(1,8) + (0,35)(1,35)} = 10,83 \text{ Kg} \leftarrow (0,75)$$

la masse des fibres à ajouter est donc: $10,83 - 6 = 4,83 \text{ Kg} \leftarrow (1pt)$

Exercice n° 2:

$V_f = 50\%$, $d = 50\text{cm} = 0,5\text{m}$ et $l = 1,25\text{m}$.

1°) Expression du volume des fibres v_f :

$(0,5) \rightarrow E_c = V_f E_f + (1 - V_f) E_m \Rightarrow E_c - E_m = (E_f - E_m) V_f$

et $V_f = \frac{v_f}{v_c} \Rightarrow v_f = v_c \frac{E_c - E_m}{E_f - E_m} \leftarrow (0,5)$

Comme $v_c = \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot l = \pi (0,25)^2 \cdot l = 0,245\text{m}^3$ alors: $v_f = 0,245 \frac{E_c - E_m}{E_f - E_m} \leftarrow (0,25)$

2°) Choix du composite:

- Par rapport au module d'élasticité E_c :

$V_f = 50\%$; $\frac{E_c - E_m}{E_f - E_m} = 0,5 \Rightarrow E_c = E_m + 0,5(E_f - E_m) = 0,5(E_f + E_m) \leftarrow (0,5)$

Fibres de verre: $E_f = 72,5\text{GPa}$; $E_{cv} = 37,45\text{GPa} \leftarrow (0,25)$

Fibres de Carbone standard: $E_f = 230\text{GPa}$; $E_{cc} = 116,2\text{GPa} \leftarrow (0,25)$

Fibres de Carbone intermédiaire: $E_f = 285\text{GPa}$; $E_{cc}' = 143,7\text{GPa} \leftarrow (0,25)$

Fibres de Carbone haut module: $E_f = 400\text{GPa}$; $E_{cc}'' = 201,2\text{GPa} \leftarrow (0,25)$

- Par rapport à la masse du composite :

$m_c = \rho_c v_c = 0,245 \rho_c$ et $\rho_c = V_f \rho_f + (1 - V_f) \rho_m$

$m_c = 0,245 (V_f \rho_f + (1 - V_f) \rho_m) \leftarrow (0,75)$

Fibres de verre: $\rho_f = 2,5\text{Kg/m}^3$; $m_{cv} = 0,6125\text{Kg} \leftarrow (0,25)$

Fibres de carbone: $\rho_f = 1,8\text{Kg/m}^3$; $m_{cc} = 0,441\text{Kg} \leftarrow (0,25)$

$(1\text{pt}) \rightarrow$ Le composite à considérer est celui qui est renforcé par des fibres de Carbone haut module

Exercice n° 3:

1°) Calcul du module d'Young longitudinal:

$(0,5) \rightarrow E_{cL} = V_f E_f + (1 - V_f) E_m = (0,4)(70) + (0,6)(3,4) = 30,04\text{GPa} \leftarrow (0,25)$

2°) Calcul des forces F_f et F_m :

$(0,5) \rightarrow \bar{\sigma}_c = \frac{F_c}{S_c} \Rightarrow F_c = \bar{\sigma}_c S_c = (60 \cdot 10^6)(300 \cdot 10^{-6}) = 18000\text{N}$

$(0,25) \rightarrow F_c = F_f + F_m$ avec $\frac{F_f}{F_m} = \frac{E_f V_f}{E_m V_m} = \frac{E_f V_f}{E_m (1 - V_f)} \leftarrow (0,75)$

$(0,5) \rightarrow F_f = 13,72 F_m$; $F_c = 14,72 F_m \Rightarrow F_m = \frac{18000}{14,72} = 1223\text{N} \leftarrow (0,25)$

$F_f = 16779,56\text{N} \leftarrow (0,25)$

3°) Calcul de la déformation:

$$\textcircled{0,5} \rightarrow \bar{\sigma}_c = \varepsilon_c E_c \quad \text{et } E_c = V_f E_f + (1 - V_f) E_m = (0,4)(70) + (0,6)(3,4)$$

$$E_c = 30,04 \text{ GPa} \leftarrow \textcircled{0,25}$$

$$\varepsilon_c = \frac{\bar{\sigma}_c}{E_c} = \frac{60 \cdot 10^{-3}}{30,04} = 1,99 \cdot 10^{-3} \approx 2 \cdot 10^{-3} \leftarrow \textcircled{0,25}$$

Iso-déformations: $\varepsilon_c = \varepsilon_f = \varepsilon_m = 0,2\% \leftarrow \textcircled{0,75}$

Sujet B:Partie Cours:

1°) A $\leftarrow \textcircled{1pt}$ 2°) B, C, E $\leftarrow \textcircled{0,75}$ 3°) D $\leftarrow \textcircled{0,75}$ 4°) D, E $\leftarrow \textcircled{0,75}$ 5°) B, C $\leftarrow \textcircled{0,75}$

Pour les exercices, c'est le même raisonnement, seules les valeurs numériques changent.

Exercice n°1:

1°) $\Pi_f = 0,2 = 20\%$ et $\Pi_m = 80\%$

2°) $m_f = 18,92 \text{ Kg}$, la masse à ajouter est $9,92 \text{ Kg}$.

Exercice n°2:

1°) $V_f = 0,353 \frac{E_c - E_m}{E_f - E_m}$

2°) Choix du composite: $E_{cv} = 29,96 \text{ GPa}$, $E_{cc} = 92,96 \text{ GPa}$, $E'_{cc} = 114,96 \text{ GPa}$
et $E''_{cc} = 161 \text{ GPa}$

$m_{cv} = 0,638 \text{ Kg}$ $m_{cc} = m'_{cc} = m''_{cc} = 0,540 \text{ Kg}$ (Fibres de Carbone haut module)

Exercice n°3:

1°) $E_{cL} = 30,04 \text{ GPa}$

2°) $F_c = 12500 \text{ N}$, $F_f = 11650,82 \text{ N}$ et $F_m = 849,18 \text{ N}$

3°) $\varepsilon_c = \varepsilon_f = \varepsilon_m = 0,166 = 16,6\%$