

Module : Génie Mécanique
 Durée 1h30

Question de cours (02 points)

Représenter les liaisons suivantes : 1-Liaison sphérique, 2-Liaison sphérique à doigt par les symboles plans. Ecrire les torseurs cinématiques et d'action mécanique de ces liaisons.

Exercice N°1 (08 points)

On considère un multiplicateur de vitesse à engrenage cylindrique à denture droite tel que le rapport de transmission : $i=3$. Si le diamètre primitif $dp_1=600$ mm et $m=10$ mm. Calculer :

- Le nombre de dents respectifs : Z_1 et Z_2
- Le diamètre primitif dp_2
- La vitesse linéaire V_1 sachant que $N_2=300$ tr/min
- Compléter tableau suivant :

	Relation	valeur
da_1		
d_{f1}		
h_a		
h_f		
h		
a		

Exercice N°2 (10points)

On réalise un essai de traction sur une éprouvette de magnésium. Cette éprouvette est caractérisée par les dimensions suivantes : section rectangulaire $S_0 = (3,2 \times 19,2)$ mm², la longueur initiale de référence $L_0=100$ mm. Au cours de l'essai, on fait les observations suivantes : sous la force $F_1= 7430$ N, la longueur de référence atteint 100,30 mm. Après décharge, l'éprouvette retrouve ses dimensions initiales. Sous la force $F_2= 9100$ N, l'allongement (ΔL) de la longueur de référence est égal à 3,87 mm. Après décharge de l'éprouvette à partir de cette force 9100 N, il y a un allongement permanent de 0,2 mm.

La valeur maximale atteinte par la force au cours de l'essai de traction est égale à $F_{max} =14430$ N. La rupture de l'éprouvette a lieu sous la force $F_u=12500$ N, alors que l'allongement de l'éprouvette à atteint 12 mm.

1. Quelle est la limite d'élasticité proportionnelle R_e en (MPa) du magnésium ?
2. Quelle est la valeur du module d'Young E en (GPa) du magnésium ?
3. Quelle est la limite conventionnelle $R_{0,2}$ en (MPa) du magnésium ?
4. Quelle est la valeur de la résistance à la traction R_m en (MPa) du magnésium ?
5. Quelle est la valeur de la déformation permanente $A(\%)$ après rupture de l'éprouvette ?

1 pt 1) La limite d'élasticité proportionnelle R_e :

R_e : est la contrainte correspondant à la déformation élastique provoquée par la force F_1 .

$$R_e = \frac{F_1}{S_0} = \frac{7430}{(3,2 \times 19,1) \cdot 10^{-6}} = 121,156 \text{ Pa} = \underline{\underline{121,56 \text{ MPa}}}$$

1 pt 2) Module d'Young E du magnésium: $E = \frac{\sigma_{el}}{\epsilon_{el}}$ dans le domaine élastique.
Ici la déformation est élastique jusqu'à ϵ_{el} $F_1 = 7430 \text{ N}$.

$$\sigma_{el} = R_e = 121,56 \text{ MPa}. \quad \epsilon_{el}: \text{déformation correspondante à } R_e.$$

$$\epsilon_{el} = \frac{\Delta L}{L_0} \text{ avec } L_0 = 100 \text{ mm}, \Delta L = (100,3 - 100) = 0,3 \text{ mm}.$$

$$\text{donc: } \epsilon_{el} = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{0,3}{100} = 3 \cdot 10^{-3}.$$

$$E = \frac{R_e}{\epsilon_{el}} = \frac{121,56}{3 \cdot 10^{-3}} = 40,5 \cdot 10^9 \text{ Pa} = \underline{\underline{40,5 \text{ GPa}}}.$$

2 pts 3) La limite conventionnelle d'élasticité $R_{e,0,2}$: Elle correspond à la force F_2 puisque l'éprouvette se retrouve déformée plastiquement de 0,2% après décharge: $R_{e,0,2} = \frac{F_2}{S_0} = \frac{9100}{61,12 \cdot 10^{-6}} = 148,8 \cdot 10^6 \text{ Pa} = 148,8 \text{ MPa}$

1 pt 4) La résistance à la traction R_m : Elle correspond à la force maximale F_{max} . $R_m = \frac{F_{max}}{S_0} = \frac{14430}{61,12 \cdot 10^{-6}} = \underline{\underline{236,1 \text{ MPa}}}.$

04 pts 5) La déformation permanente $A\%$ après rupture: La déformation permanente après rupture est donnée par la relation: $A = \epsilon_t - \epsilon_{ela}$.

$$\epsilon_t = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100\% = \frac{12}{100} \times 100 = \underline{\underline{12\%}}.$$

$$\epsilon_{el}: \text{Reten élastique après rupture: } \epsilon_{el} = \left(\frac{F_u}{S_0} \right) / E = \frac{\sigma_u}{E}.$$

$$\sigma_u = \frac{F_u}{S_0} = \frac{12500}{61,12 \cdot 10^{-6}} = 204,5 \cdot 10^6 \text{ Pa} = \underline{\underline{204,5 \text{ MPa}}}.$$

$$\epsilon_{el} = \frac{204,5 \cdot 10^6}{40,6 \cdot 10^9} = 5,05 \cdot 10^{-3} \times 100\% = \underline{\underline{0,5\%}}.$$

$$\text{donc: } A(\%) = 12 - 0,5 = \underline{\underline{11,5\%}}$$

$$\boxed{A = 11,5\%}$$

Solution :

1°/ de rapport de transmission:

$$i = \frac{N_2}{N_1} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{d_{p1}}{d_{p2}} = 3 \text{ (multiplicateur).}$$

$$z_1 = \frac{d_{p1}}{m} = \frac{600}{10} = 60 \text{ dents. } \textcircled{1} \textcircled{2}$$

$$z_2 = \frac{z_1}{3} = \frac{60}{3} = 20 \text{ dents. } \textcircled{1}$$

$$2°/ d_{p2} = \frac{d_{p1}}{3} = \frac{600}{3} = 200 \text{ mm. } \textcircled{1}$$

$$3°/ N_1 = \frac{N_2}{3} = \frac{300}{3} = 100 \text{ tr/min } \textcircled{1} \textcircled{2}$$

$$v_1 = \frac{\pi d_{p1} N_1}{60 \cdot 1000} = \frac{\pi \cdot 600 \cdot 100}{60 \cdot 1000} = 3,14 \text{ m/s } \textcircled{1}$$

4°/ Tableau:

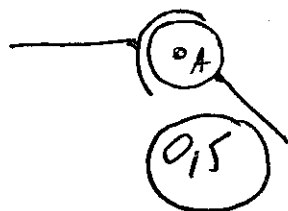
$d_{a1} (0,5)$	$d_{a1} = d_{p1} + 2m$	620 mm
$d_{f1} (0,5)$	$d_{f1} = d_{p1} - 2,5m$	575 mm
$h_a (0,5)$	$h_a = m$	10 mm
$h_f (0,5)$	$h_f = 1,25m$	12,5 mm
$h (0,5)$	$h = h_a + h_f = 2,25m$	22,5 mm
$a (0,5)$	$a = \frac{d_{p1} + d_{p2}}{2}$	400 mm
	Relation	Value

corrige' question de cours.

1) liaison spherique.

* de symbole.

* DDL = 3 R.



$V(1/2) = \left\{ \begin{array}{l} \vec{w} = p\vec{x} + q\vec{y} + r\vec{z} \\ \vec{v} = 0 \end{array} \right\}$; (0,25)

$T(2/1) = \left\{ \begin{array}{l} \vec{R} = x\vec{x} + y\vec{y} + z\vec{z} \\ \vec{M} = 0 \end{array} \right\}$; (0,25)

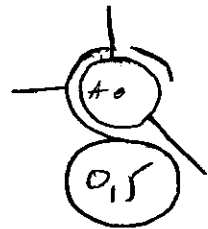
ou

$\left\{ \begin{array}{l} 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} w_x \\ w_y \\ w_z \end{array}$ et $\left\{ \begin{array}{l} x \\ y \\ z \end{array} \right\} \begin{array}{l} 0 \\ 0 \\ 0 \end{array}$

2) liaison spherique à deux T.

* de symbole.

DDL = 2 R.



$V(1/2) = \left\{ \begin{array}{l} \vec{w} = q\vec{y} + r\vec{z} \\ \vec{v} = 0 \end{array} \right\}$; (0,25)

$T(2/1) = \left\{ \begin{array}{l} \vec{R} = x\vec{x} + y\vec{y} + z\vec{z} \\ \vec{M} = L\vec{x} \end{array} \right\}$; (0,25)

ou

$\left\{ \begin{array}{l} 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 0 \\ w_y \\ w_z \end{array}$ et $\left\{ \begin{array}{l} x \\ y \\ z \end{array} \right\} \begin{array}{l} L \\ 0 \\ 0 \end{array}$