

**Qüestions numèriques. Tema 5**

**5.1.** Una proveta de perfil rectangular,  $b = 15$  mm,  $d = 25$  mm i 60 cm de longitud, d'un material ceràmic és sotmesa a un assaig de tracció que dóna els resultats següents:

Càrrega (N)	5.250	7.875	9.187,5	10.500	13.125	17.063	22.312
Longitud (cm)	60,012	60,018	60,021	60,024	60,03	60,039	60,051

(després de l'última càrrega es produeix la fractura de l'exemplar)

A partir de les dades de càrrega i longitud indicades, responeu a les preguntes següents:

- Representeu la tensió nominal de la proveta respecte a la deformació nominal.
- Calculeu el mòdul d'elasticitat del material ceràmic.
- Calculeu el valor de la ductilitat.
- Determineu un estrès de treball adequat per a aquest material.
- Si una càrrega de compressió de 6.000 kN s'aplica a una pilastra hexagonal d'aquest material ceràmic, de 25 cm de vora i 3,5 m de longitud, quina variació de longitud s'hi produeix? Quant es modificaria la vora de la pilastra si el coeficient de material de Poisson és 0,22? Què passa quan es trau la càrrega?
- Què passa si decidim reduir la vora de la pilastra mantenint la mateixa càrrega aplicada? Quina variació de longitud es produeix en la pilastra? Quant és el canvi de la vora? Què passa quan es trau la càrrega?

**5.2.** Es disposa d'una llista de material amb informació sobre algunes de les seues propietats mecàniques.

Seleccioneu el material més adequat per a la fabricació d'una proveta de perfil quadrat, de 12 mm de vora i 150 mm de longitud, tenint en compte aquests criteris de disseny:

- Quan s'hi aplica un esforç de tracció de 30 kN, l'elongació és elàstica i menys de 0,10 mm, i la disminució en la vora màxima és d' $1,2 \cdot 10^{-3}$  mm.
- Quan s'hi aplica un esforç de compressió de 340 kN, l'escurçament és elàstic, de menys de 0,9 mm i l'increment màxim de la vora és d' $1,2 \cdot 10^{-2}$  mm.

Material	$E$ (GPa)	$\sigma_y$ (MPa)	Tracció	Compressió	$\nu$
			$\sigma_{mr}$ (MPa)	$\sigma_{mr}$ (MPa)	
Alúmina	370		262	2.618	0,22
Òxid de zirconi	200		352	1.758	0,22
Carbur de silici	420		307	2.500	0,19
Carbur de bor	450		155	2.855	0,17
Borur de titani	538		350	5.700	0,10
Acer	207	295	395		0,27

**Exercicis de flexió**

**5.3.** Es fa una prova de flexió per tres punts en mostres d'espinel·la ( $MgAl_2O_4$ ) que tenen una secció rectangular amb una alçada  $d = 3,8$  mm i amb una amplada  $b = 8,9$  mm; la distància entre els punts de suport és de 25 mm.

Tasques:

- Calculeu el mòdul de ruptura de la mostra si la càrrega en el moment de la fractura és de 347 N.
- Calculeu el valor de la desviació màxima per a una càrrega de 311 N.

- 5.4.** Cal seleccionar un material ceràmic que se sotmetrà a flexió per tres punts. La mostra de l'assaig té secció circular, amb un radi de 3,8 mm, i la distància entre els punts de suport és de 50,8 mm. Quan s'hi aplica una càrrega de 445 N no s'ha de trencar ni experimentar una deflexió més gran de 0,021 mm al centre. Quin dels materials de la taula 3 és el millor candidat? Justifiqueu la resposta.
- 5.5.** Una peça cilíndrica d'òxid de magnesi rep càrrega en un assaig de flexió per tres punts. Calculeu el radi mínim de la peça perquè quan s'hi aplique una càrrega de 5.560 N no es trenque. Cal tenir en compte que el mòdul de ruptura del material és de 310 MPa, i la separació entre els punts de suport és de 44,5 mm.
- 5.6.** Es fa un assaig de flexió en tres punts en una proveta d'òxid d'alumini amb una secció transversal circular de 0,2 polzades de radi; la proveta se separa sota una càrrega de 675 lbf (lliura força) quan la distància entre els punts de suport és d'1,6 polzades. Es decideix fer un altre assaig amb una altra proveta d'aquest material, però aquesta té una secció transversal quadrada de 0,6 polzades de costat. Amb quina càrrega es produeix el trencament d'aquesta proveta si la separació entre els punts de suport és d'1,6 polzades?

### Exercicis sobre porositat

- 5.7.** Determineu el tant per cent en volum de porositat d'una peça d'òxid de magnesi (MgO), de manera que el mòdul d'elasticitat és igual a 17,9.104 MPa. Suposem que el valor de la taula 3 d'aquest material correspon a una porositat del 5%.
- 5.8.** Determineu el mòdul d'elasticitat per a l'espinel·la (MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) no porosa, sabent que amb el 5% de porositat té un valor de 240 GPa. Calculeu el valor del mòdul d'elasticitat d'un fragment d'aquest material ceràmic quan té una porositat del 20%
- 5.9.** Determineu, segons les dades de la taula 3:
- El mòdul del trencament de l'òxid de magnesi (MgO) sense porositat suposant un valor de 3,75 per  $n$ .
  - La fracció en volum de porositat perquè el mòdul de trencament del MgO siga de 62 MPa.

### Exercicis sobre fractura simple

- 5.10.** Una peça d'òxid de magnesi no s'ha de trencar per l'aplicació d'una tensió de tracció de 13,5 MPa. Determineu la longitud crítica d'esquerda superficial si sabem que l'energia de superfície específica del MgO és 1,0 J/m<sup>2</sup>.
- 5.11.** L'energia superficial específica de l'òxid d'alumini és de 0,90 J/m<sup>2</sup>. Calculeu la tensió crítica necessària per a la propagació en una peça d'aquest material d'una fractura interna d'una longitud de 0,4 mm.
- 5.12.** Calculeu les resistències cohesives teòriques dels materials ceràmics següents: titani, òxid d'alumini, òxid de magnesi, carbur de silici, espinel·la, sílice i vidre. Compareu aquestes resistències amb el mòdul de ruptura corresponent (aprofiteu la informació de la taula 3).

**5.13.** Una peça ceràmica de nitrur de silici té un mòdul de ruptura de 320 MPa i una tenacitat per la fractura en deformacions planes de  $3,8 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0.5}$ . Quina és la mida de l'esquerda interna que aquesta peça pot suportar sense trencar-se?

**5.14.** L'esquerda interna més gran que pot suportar un tros de carbur de silici quan s'hi aplica una càrrega de compressió en calent s'ha calculat en 25 mm. Si aquest material té una tenacitat a la fractura de  $4,5 \text{ MPa}\cdot\text{m}^{0.5}$ , quina és la tensió màxima que pot suportar aquesta peça sense trencar-se?

### Exercicis sobre vidre

**5.15.** Un vidre de sílice al 96% té una viscositat de 1.013 poises en el punt de recuita a  $940^\circ\text{C}$ ; i això disminueix fins a 108 poises en el punt d'ablaniment de  $1.470^\circ\text{C}$ . Calculeu, en kJ/mol, l'energia d'activació per al flux viscos d'aquest vidre en l'interval de temperatura indicat.

**5.16.** Una placa de vidre sodocàlcic entre  $810^\circ\text{C}$  (punt de deformació) i  $1.420^\circ\text{C}$  (punt d'ablaniment) té una viscositat de 1.014,5 poises i 108 poises, respectivament. Calculeu l'energia d'activació, en kJ/mol, per a aquest interval de temperatura.

**Punt de reblaniment = punt d'estovament (quin agafem?): o punt d'ablaniment.** Trieu la forma que us agrada més. Jo (el corrector designat per la UV), de moment, he triat ablaniment. Per Internet hi ha de tot.

**5.17.** Un vidre de silicat de plom entre  $400^\circ\text{C}$  (punt de deformació) i  $650^\circ\text{C}$  (punt d'ablaniment) té una viscositat de  $10^{14.6}$  poises i  $10^8$  poises, respectivament.

- Calculeu l'energia d'activació, en kJ/mol, per a aquest interval de temperatura.
- A  $500^\circ\text{C}$ , quina viscositat té?

**5.18.** Un vidre borosilicat emprat en segellaments d'alt buit presenta un comportament tal que, a una temperatura de  $700^\circ\text{C}$  té una viscositat de  $4,0 \cdot 10^7$  poises, mentre que a  $1.080^\circ\text{C}$  té una viscositat d' $1,0 \cdot 10^4$  poises.

- Determineu la temperatura a la qual aquest vidre hauria de ser fos.
- Determineu la temperatura a la qual el vidre hauria de ser recuit.
- La forma tradicional de fer el procés de recuita suposa una viscositat de  $10^{13}$  poises, però després d'una anàlisi de cost-benefici, s'ha arribat a la conclusió que és més econòmic fer la recuita del vidre durant més temps a temperatura més baixa. Si decidiu fer vidre recuit a una viscositat de  $10^{13.4}$  poises, quants graus caldria abaixar la temperatura del forn?