

**Università di Pisa**  
**Corso di Scienza e Ingegneria dei Materiali - 9 crediti**  
**Corso di laurea in Ingegneria Chimica –Appello d’esame – 08-06-2022**

**Informazioni:** questo è un esame senza consultazione di libri, appunti o altro materiale relativo al programma del corso. I calcolatori **sono** permessi ad esclusione di quelli preprogrammati a risolvere esercizi. Non è assolutamente consentito l'uso di smartphone, tablet, computer ecc., né scambiare suggerimenti o opinioni con i propri colleghi. Per i calcoli e la brutta copia sono distribuiti dal docente appositi fogli da riconsegnare alla fine della prova: non utilizzare fogli di altra provenienza. Ai trasgressori sarà immediatamente **ritirato e annullato** il compito in qualunque momento della prova. Il tempo a disposizione per la prova è di 3 ore. È consentito uscire per andare in bagno solo a partire dalla seconda ora della prova.

Verrà valutato un punteggio parziale per risposte numericamente errate ma supportate da un ragionamento corretto. Il punteggio assegnato alle domande ed esercizi è riportato in cima al testo. Per l'ammissione occorre ottenere un punteggio pari o superiore a 18, così distribuito: almeno 12 punti nella parte numerica (esercizi) ed almeno 6 in quella teorica (quesiti a risposta aperta).

Allieva/o:

e-mail:

<i>PUNTEGGIO</i>	<i>UNO</i>	<i>DUE</i>	<i>TRE</i>	<i>QUATTRO</i>	<i>TOTALE</i>
Esercizi	/5	/5	/6	/5	/21
Domande a Risposta Aperta	/3	/3	/3	/3	/12
Voto finale					/33

**Esercizi:**

**Esercizio N°1**

Vengono forniti in tabella i dati meccanici per alcuni compositi in polycarbonato rinforzato con fibra di vetro orientate in maniera casuale (random).

- a) Determinare il valore del parametro di efficienza della fibra per ciascuna delle fibre di 20, 30 e 40% vol.
- b) Stimare il modulo di elasticità per un composito con il 50% in volume di fibre di vetro.

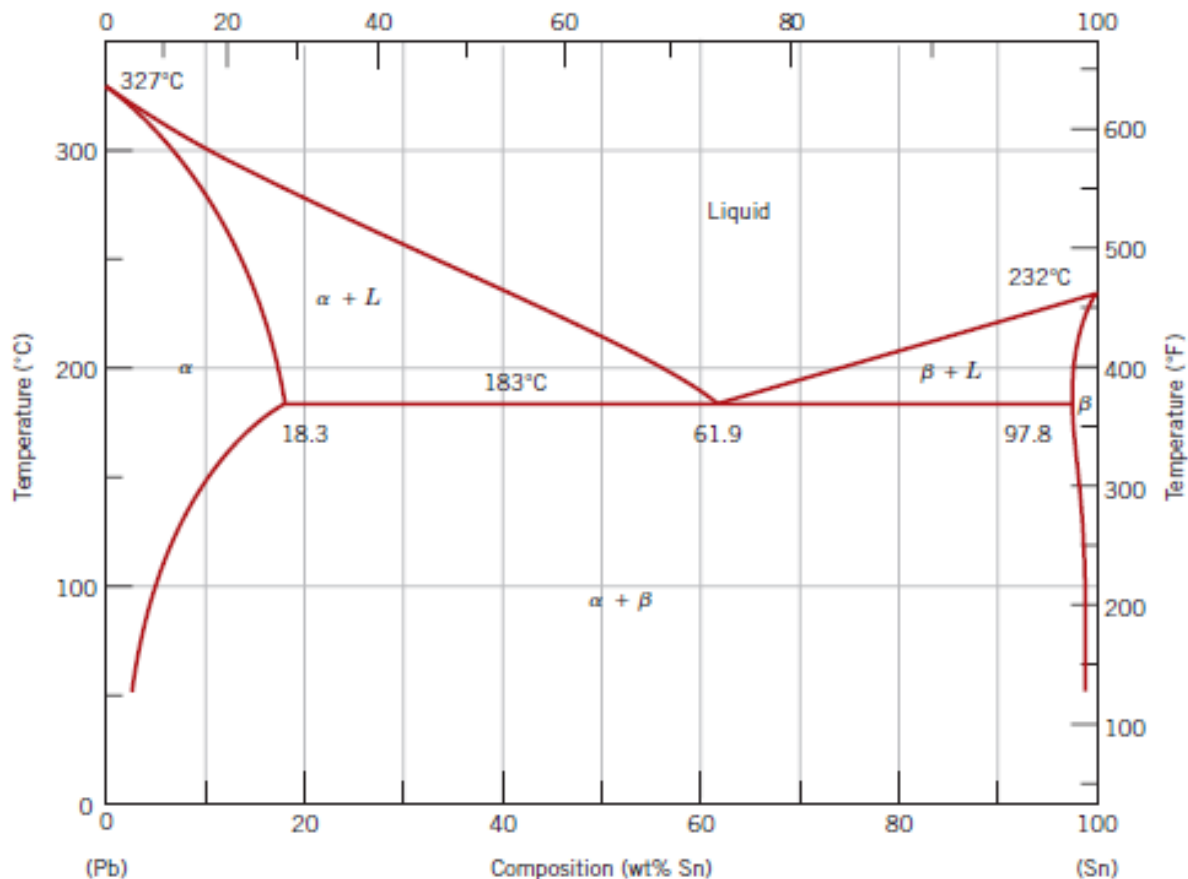
**Table 16.2 Properties of Unreinforced and Reinforced Polycarbonates with Randomly Oriented Glass Fibers**

<i>Property</i>	<i>Unreinforced</i>	<i>Fiber Reinforcement (vol%)</i>		
		<i>20</i>	<i>30</i>	<i>40</i>
Specific gravity	1.19–1.22	1.35	1.43	1.52
Tensile strength [MPa (ksi)]	59–62 (8.5–9.0)	110 (16)	131 (19)	159 (23)
Modulus of elasticity [GPa (10 <sup>6</sup> psi)]	2.24–2.345 (0.325–0.340)	5.93 (0.86)	8.62 (1.25)	11.6 (1.68)
Elongation (%)	90–115	4–6	3–5	3–5
Impact strength, notched Izod (lb <sub>f</sub> /in.)	12–16	2.0	2.0	2.5

## Esercizio N°2

Un campione di 1,5 kg di una lega 90% in peso Pb-10% in peso Sn viene riscaldato a 250 °C; a questa temperatura esso è interamente una soluzione solida in fase  $\alpha$ . La lega deve essere fusa nella misura in cui il 50% del campione è liquido, il resto è fase  $\alpha$ . Ciò può essere ottenuto riscaldando la lega o modificandone la composizione mantenendo costante la temperatura.

- A quale temperatura deve essere riscaldato il campione?
- Quanto stagno deve essere aggiunto al campione da 1,5 kg a 250 °C per raggiungere questo stato?
- Perché la lega con la composizione eutettica (61,9% Sn), testata meccanicamente, dimostra la resistenza meccanica e la durezza massime?



## Esercizio N°3

Deve essere scelto un materiale con sezione resistente di 68,6 mm<sup>2</sup> e lunghezza 1905 mm in maniera tale che sotto un carico di 5554 N non si snervi e l'allungamento sia inferiore ai 2,67 mm.

- Quale di questi materiali, forniti nella tabella sottostante, soddisfa i requisiti richiesti?
- Trovare l'energia assorbita dalla lega in acciaio inossidabile 304 che subisce deformazioni sia elastiche che plastiche. La deformazione elastica termina con una deformazione di 0,02 mentre il materiale arriva a rottura ad un valore di deformazione pari a 0,85 ( $K = 5500$  MPa,  $n = 0,3$ ).

- c) Sempre per tale lega (304), se l'energia superficiale specifica è pari a  $0,75 \text{ J/m}^2$ , calcolare lo sforzo critico richiesto per la propagazione di una fessura superficiale di lunghezza  $0,05 \text{ mm}$ .

**Table B.2 Room-Temperature Modulus of Elasticity Values for Various Engineering Materials**

<i>Material</i>	<i>Modulus of Elasticity</i>	
	<i>GPa</i>	<i><math>10^6 \text{ psi}</math></i>
<b>METALS AND METAL ALLOYS</b>		
<b>Plain Carbon and Low Alloy Steels</b>		
Steel alloy A36	207	30
Steel alloy 1020	207	30
Steel alloy 1040	207	30
Steel alloy 4140	207	30
Steel alloy 4340	207	30
<b>Stainless Steels</b>		
Stainless alloy 304	193	28
Stainless alloy 316	193	28
<b>Magnesium Alloys</b>		
Alloy AZ31B	45	6.5
Alloy AZ91D	45	6.5

#### **Esercizio N°4**

La resistenza alla flessione e la porosità della frazione di volume associata per due campioni dello stesso materiale ceramico sono le seguenti:

$\sigma_{fs} \text{ (MPa)}$	$P$
100	0.05
50	0.20

- Calcolare la resistenza alla flessione per un campione completamente non poroso di questo materiale.
- Calcolare la resistenza alla flessione per una porosità della frazione di volume di  $0,25$ .
- Graficare la relazione tra lo sforzo a flessione e la frazione volumetrica della porosità.

## **Domande a risposta aperta:**

### **Domanda N°1**

Spiegare perché la solubilità del carbonio nel reticolo del ferro  $\alpha$  è ca. 100 volte più piccola rispetto alla solubilità nel reticolo del ferro  $\gamma$  nonostante che il grado di compattazione del reticolo  $\alpha$  è minore.

### **Domanda N°2**

Disegnare la tipica curva di Creep per un metallo sotto carico costante ad una temperatura relativamente alta indicando, sul diagramma, i tre stadi del creep con annesso commento.

### **Domanda N°3**

Nella solidificazione, qual è la differenza tra un embrione ed un nucleo? Cos'è il raggio critico di una particella solidificata? Quali sono i fattori che influenzano il raggio critico?

### **Domanda N°4**

La temperatura di transizione vetrosa del polietilene è ben al di sotto della temperatura ambiente, ma il modulo elastico del polietilene ad alta densità è alto quasi come quello di un polimero vetroso. Discutere e motivare tale comportamento.