

**Università di Pisa**  
**Corso di Scienza e Ingegneria dei Materiali - 9 crediti**  
**Corso di laurea in Ingegneria Chimica – Appello d'esame – 10-01-2022**

**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>
<b>Esercizi</b>	/6	/5	/6	/4	/21
<b>Domande a Risposta Aperta</b>	/3	/3	/3	/3	/12
<b>Voto finale</b>					<b>/33</b>

**Esercizi:**

**Esercizio N°1**

Per la coppia di ioni  $K^+ Cl^-$ , le energie (in elettronvolt) attrattive e repulsive  $E_A$  e  $E_R$ , dipendono dalla distanza (in nanometri) tra gli ioni  $r$ , secondo le seguenti relazioni:

$$E_A = -\frac{1.436}{r}$$

$$E_R = \frac{5.8 \times 10^{-6}}{r^9}$$

(a) Sovrapporre su un unico grafico l'Energia Netta ( $E_N$ ),  $E_R$  e  $E_A$  in funzione di  $r$  fino a 1,0 nm.

(b) Sulla base di questo grafico, determinare:

- (i) la distanza di equilibrio  $r_0$  tra gli ioni  $K^+$  e  $Cl^-$
- (ii) la grandezza dell'energia di legame  $E_0$  ("bonding energy") tra i due ioni.

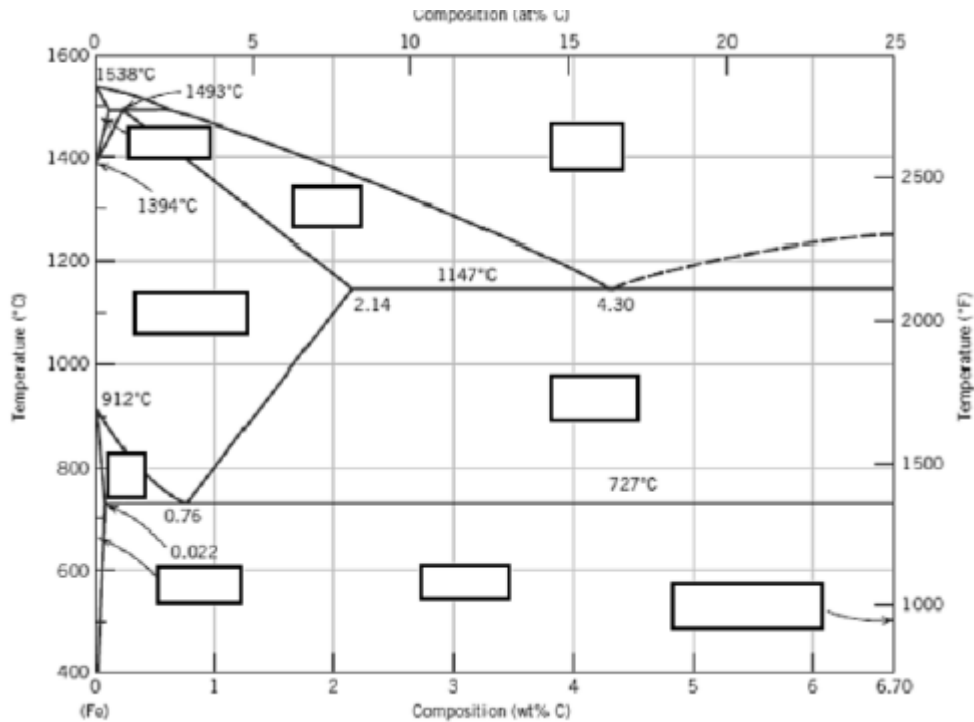
(c) Sapendo che

$$\begin{aligned}\frac{dE_N}{dr} &= \frac{d\left(-\frac{A}{r}\right)}{dr} + \frac{d\left(\frac{B}{r^n}\right)}{dr} \\ &= \frac{A}{r^2(1+1)} - \frac{nB}{r^{n+1}(1+1)} = 0\end{aligned}$$

Determinare matematicamente i valori di  $r_0$  e  $E_0$  confrontandoli con quelli ottenuti graficamente

## Esercizio N°2

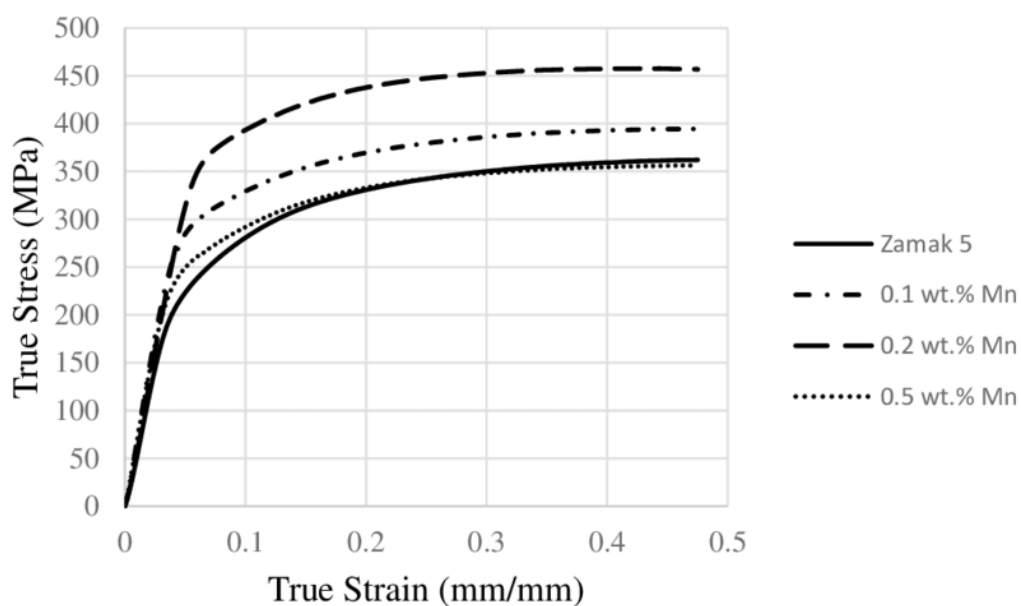
Completare il diagramma ferro carbonio. Su tale diagramma individuare la composizione della lega che alla temperatura di 1000°C presenta una struttura formata dal 20% di cementite e dall' 80% di ledeburite. Per tale lega individuare le fasi e le loro composizioni in equilibrio alle temperature di 1000°C e di 500°C.



## Esercizio N°3

Su una lega a base di Zinco (commercialmente nota come ZAMAK 5) sono state effettuate delle prove meccaniche con lo scopo di comparare le diverse proprietà meccaniche della lega tal quale e con aggiunta di diverse percentuali di Manganese.

Dato il grafico sforzo reale / deformazione reale determinare per la sola lega ZAMAK 5:



- a) Sforzo a Rottura, Deformazione a rottura, Snervamento
- b) Stimare i parametri K e n che descrivono l'andamento della curva nella regione plastica (legge di Hollomon)
- c) Stimare l'energia assorbita da questo materiale subisce solo in zona plastica

### **Esercizio N°4**

Si desidera fabbricare un poliestere rinforzato con fibra di vetro continuo e allineato avente una resistenza alla trazione di almeno 1400 MPa in direzione longitudinale. Il peso specifico massimo possibile è 1,65. Utilizzando i seguenti dati, determinare se tale composito è possibile realizzarlo. Giustifica la tua decisione. Assumere un valore di 15 MPa per lo stress sulla matrice in caso di rottura della fibra.

	<i>Specific Gravity</i>	<i>Tensile Strength</i> [MPa (psi)]
Glass fiber	2.50	3500 ( $5 \times 10^5$ )
Polyester	1.35	50 ( $7.25 \times 10^3$ )

### **Domande a risposta aperta:**

#### **Domanda N°1**

Descrivere almeno tre processi di lavorazione dei materiali polimerici

#### **Domanda N°2**

Definire i difetti puntuali nelle soluzioni solide (con regole di Hume-Rothery)

#### **Domanda N°3**

Che cos'è il numero di coordinazione? Come esso influenza le strutture ceramiche?

#### **Domanda N°4**

Definire il concetto di fatica, le curve S-N e i fattori che possono influenzare la vita a fatica di un materiale