

Del A (20 P)

Obs! Endast ett svarsalternativ är riktigt och får anges. Markera rätt svar med en cirkel runt bokstaven.

1. (1P) Att lösa någon procent aluminium i koppar
 - a. Ger koppar en högre hållfasthet och en god duktilitet
 - b. Ger koppar en högre elasticitetsmodul och en god duktilitet
 - c. Ger koppar en högre hållfasthet men en sämre duktilitet
 - d. Ger koppar en lägre elasticitetsmodul och en sämre duktilitet

2. (1P) Segring kan uppstå i en metall om
 - a. Anlöpningstemperaturen är för låg
 - b. Stelningen sker hastigt
 - c. Temperaturen för åldringen är för låg
 - d. Tiden för åldringen är för kort

3. (1P) Brottseghet anger brottmotståndet av ett material som
 - a. Innehåller sprickor
 - b. Härdas genom kalldeformation
 - c. Härdas genom bildandet av koherenta utskiljningar
 - d. Härdas genom att minska kornstorlek

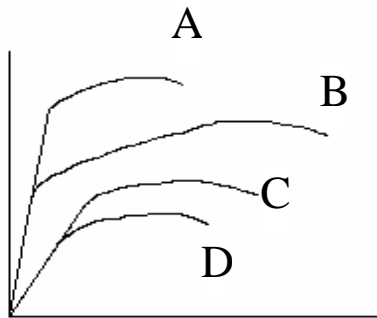
4. (1P) Den spänning då dislokationer börjar röra sig i större omfattning i ett material brukar kallas för
 - a. Brottörläggningen
 - b. Elasticitetsmodulen
 - c. Brottgränsen
 - d. Sträckgränsen

5. (1P) Hårdheten hos ett verktygsstål avgörs av:
 - a. Kolhalten i stålet
 - b. Kallbearbetningsgraden
 - c. Halten av legeringsämnen W, Cr, V och Mo
 - d. Temperaturen på normalisering som ofta används för att härda verktygsstål

6. (1P) Vilka faser består bainit av?
 - a. Ferrit och martensit
 - b. Austenit och martensit
 - c. Ferrit och austenit
 - d. Ferrit och cementit
 - e. Cementit och martensit

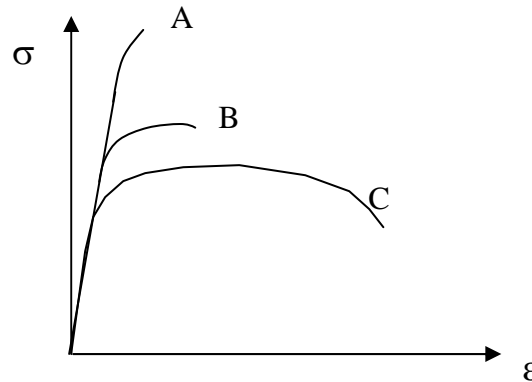
7. (1P) Kristallisationsgraden är generellt större hos en polymer som har
 - a. Ett större antal tvärbindingar
 - b. Förgrenade molekyllängder
 - c. Linjära molekyllängder
 - d. Större sidogrupper
 - e. Komplicerade molekyllängder

8. (1P) Förmågan till kalldeformationshärdning ökar för en metall om
- Dislokationstätheten i metallen ökar
 - Skillnaden mellan sträckgränsen och brottgränsen ökar
 - Kornstorleken ökar
 - Elasticitetsmodulen ökar
9. (1P) Mikrogalvaniska celler (mikrokompositionsceller) kan inte bildas
- Hos ett perlitiskt stål
 - Hos ett undereutektoidiskt stål
 - Hos ett övereutektoidiskt stål
 - Hos ett ferritiskt stål



10. (1P) Vilket material i bilden ovan har bäst duktilitet?
- A
 - B
 - C
 - D
11. (1P) Klyvbrott är en viktig mekanism för
- Sprött brott
 - Segt brott
 - Utmattningsbrott
 - Spänningskorrosionsbrott
12. (1P) Genom att jämföra smälttemperaturen hos två metaller kan man få en ungefärlig uppfattning om förhållandet mellan metallernas:
- Elasticitetsmodul
 - Kornstorlek
 - Sträckgräns
 - Brottgräns
 - Brottförlängning

13. (1P) Diagrammet nedan visar schematiskt spänning-töjnings kurvor för tre olika rostfria stål:
- A: austnitiskt; B: ferritiskt; C: martensitiskt.
 - A: austenitiskt; B: martensitiskt; C: ferritiskt.
 - A: martenitiskt; B: ferritiskt; C: austenitiskt.
 - A: martensitiskt; B: austnitiskt; C: ferritiskt.
 - A: ferritiskt; B: martensitiskt; C: austenitiskt.
 - A: ferritiskt; B: austnitiskt; C: martensitiskt.

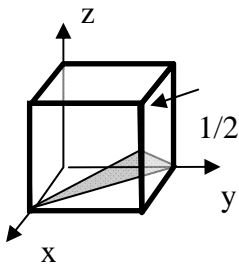


14. (2P) Bestäm centrumavståndet mellan två grannatomer längs [111] i ett BCC enhetscell. Kantlängden $a=2.86 \text{ \AA}$

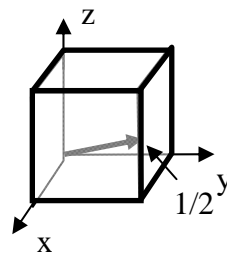
15. (3P) En titanlegerings sträckgräns höjs från 450 MPa till 565 MPa då kornstorleken minskar från 17×10^{-6} till 0.8×10^{-6} m. Om kornstorleken reduceras ytterligare till 0.2×10^{-6} m, blir sträckgränsen

$$(\sigma_y = \sigma_0 + Kd^{-1/2}; \sigma_t = K\epsilon^n)$$

16. (2P) Bestäm Millerindex för:



(a) _____



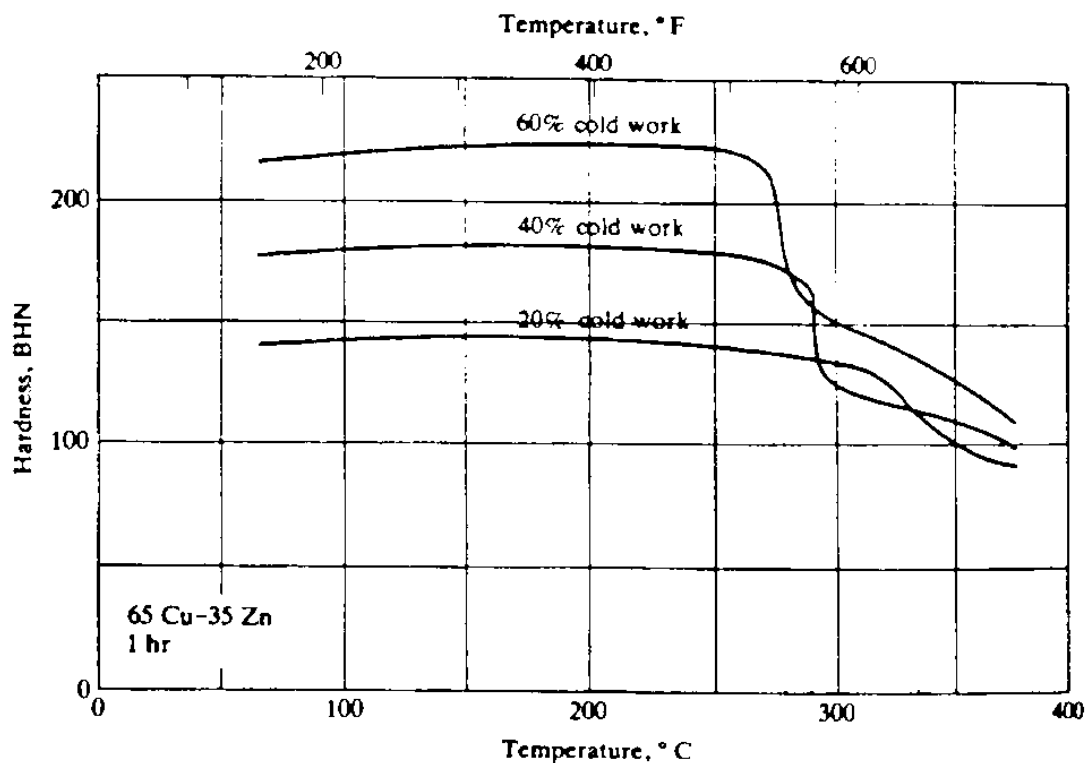
(b) _____

Del B (80 P)

För erhållande av full poäng ska samtliga svar motiveras och samtliga delsteg i beräkningarna redovisas.

1. (10P) Härdningsmekanismer
Härdning av metalliska material är baserad på en grundläggande princip.
 - a. Förklara denna princip ingående.
 - b. Beskriv och förklara 3 olika sätt att utnyttja denna princip genom att modifiera mikrostrukturen.

2. (12P) Glödning av kallbearbetade metaller
Figuren nedan visar hårdheten för tre mässingsplåtar som har kallvalsats till olika grader och därefter värmts till olika temperaturer i en timme.
 - a. Hur påverkas hårdheten och duktiliteten av kalldeformationen?
 - b. Förklara kurvornas utseende med hänsyn till struktur. Ange namnen på de olika processer som skedde vid uppvärmningen.
 - c. Rita och jämför motsvarande duktilitetskurvor.
 - d. Jämför rekristallisationstemperaturen mellan plåtarna.



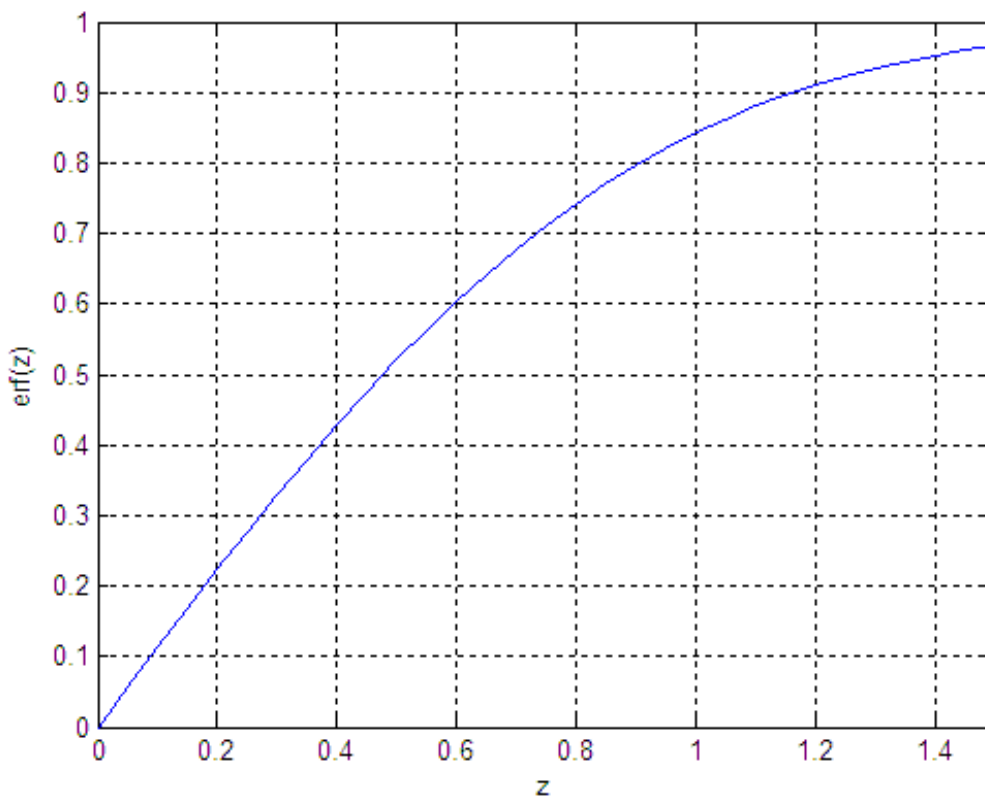
3. (10P) Polymerer
Hos polymerer har fenomenen glasomvandling och viskoelasticitet som krypning, dvs deformation som är elastiskt men tidsberoende, stor betydelse för användning av materialen.
 - a. Förklara fenomenen och det påståendet ovan.
 - b. Finns det en koppling mellan glasomvandlingstemperatur och krypning? Förklara!

4. (8P) Diffusion och sätthårdning

- Ett kugghjul av 0.1 w/o C stål har uppkolats i 12 timmar i kolrik gas vid 920 °C. Vid 1 mm djup når kolhalten 0.5 w/o. Beräkna ytkolhalten hos kugghjulet.
- Ange de delstegen i ett fullständigt sätthårdningsförlopp och egenskaperna hos kugghjulet efter behandlingen.

$$\mathbf{J} = -\mathbf{D} \frac{\Delta \mathbf{c}}{\Delta \mathbf{x}}; \frac{\mathbf{c}_s - \mathbf{c}_x}{\mathbf{c}_s - \mathbf{c}_0} = \text{erf} \left[\frac{\mathbf{x}}{2\sqrt{\mathbf{D}t}} \right]; \mathbf{D} = \mathbf{D}_0 e^{\left(-\frac{\mathbf{Q}}{\mathbf{R}T}\right)}; \mathbf{R} = 8.314 \text{ J/mol K}$$

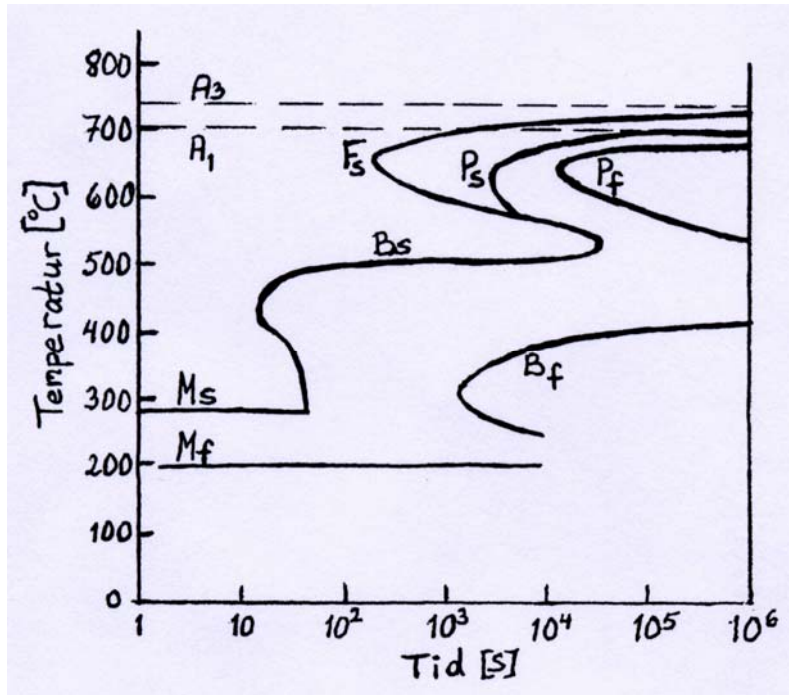
| Diffusion system | Q (J.mol ⁻¹) | D ₀ (m ² .S ⁻¹) |
|------------------|--------------------------|---|
| C i FCC järn | 137700 | 2.3x10 ⁻⁵ |
| C i BCC järn | 87500 | 1.1x10 ⁻⁶ |
| Fe i FCC järn | 279200 | 6.5x10 ⁻⁵ |
| Fe i BCC järn | 246550 | 4.1x10 ⁻⁴ |



5. (9P) TTT diagram

Nedan är ett TTT-diagram för ett stål med Ni, Cr och Mo tillsats.

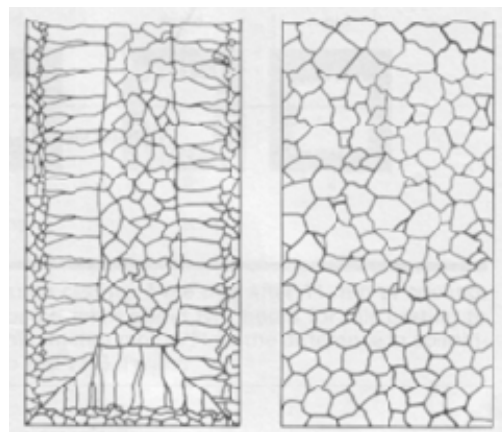
- Förklara kort begreppet martensit och dess typiska egenskaper?
- Hur mycket kol innerhåller stålet dvs är det ett undereutektoidiskt, eutektoidiskt eller övareutektoidiskt?
- Vilka slutomvandlingsprodukter fås om stålet först värms upp till 800 °C, kyls till 650 °C och hålls där under 1000 sekunder och sedan kyls till 400 °C och hålls där under 100 sekunder varpå kylning till rumstemperatur sker?
- Visar på diagrammet en värmebehandling som ska ge den följande mikrostruktur: ferrit + perlit + bainit + martensit.



6. (10P) Stelning

Bilderna nedan visar schematiskt mikrostrukturen för en och samma metall som gjutits med två olika metoder.

- Beskriv begreppet underkylning och dess betydelse i stelning av metaller.
- Förklara kort stelningsförloppet för gjutblocket till vänster. Ange namnen på de olika zonerna.
- En homogen kornstruktur som bilden till höger visar kan skapas med hjälp av ympning. Förklara hur metoden fungerar.



7. (12P) Fasdiagram

Konstruera ett fasdiagram med hjälp av följande information:

- a. Ämne A smälter vid $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ and ämne B vid $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$. Ämne B har en max. löslighet av 10% i A och A har max. löslighet av 20% i B. Antalet frihetsgrader enligt Gibbs fasregel är noll när temperatur är $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ vid 45% B. Vid rumstemperatur är löslighet av A i B 3% och B i A 0%.
- b. Skissa mikrostrukturen som bildas vid rumstemperatur i en 45% B legering om denna får stelna under jämvikt.
- c. Beräkna andelar faser och strukturbeståndsdelar vid rumstemperatur i den legeringen i b.

8. (9) Korrosion

Takplåt (stål) kan beskyddas mot korrosion genom att beläggas med ett zinkskikt.

- a. Förklara villkoren för elektrokemisk korrosion mha en elektrokemisk cell.
- b. Beskriv hur zinkbeläggningen skyddar en takplåt. Varför belägger man inte takplåt med tenn i stället för zink?