

Institutionen för Ingenjörsvetenskap

TENTAMEN

Kurs: **Materiallära och tillverkningsteknik**

Delkurs: *Skriftlig tentamen*

Kurskod: *MT05XG*

Datum: *02 juni 2026*

Högskolepoäng för tentamen: *7 hp*

Skrivtid: *14.15 - 18.30*

Ansvarig lärare: Rohollah Ghasemi

Berörda lärare: Rohollah Ghasemi, Tobias Andersson, Mahdi Eynian, Johanna Höög

Examinator: Mahdi Eynian

Hjälpmedel: Skrivhjälpmedel, miniräknare, och teknisk ordlista

- Anvisningar
- ☒ Alla svar ska skrivas på svarsbladet i tentamenstesen.
 - ☒ Skriv namn och personnummer på samtliga inlämnade blad.
 - ☒ Endast i undantagsfall görs kompletteringar på numrerade lösblad.
 - ☒ Använd inte röd penna.
 - ☒ Markera med kryss på omslaget vilka uppgifter som är lösta.

Poänggränser:

Betyg	Poäng	Procent
5	85–100 p	85–100 %
4	70–84 p	70–84 %
3	50–69 p	50–69 %
U	0–49 p	Under 50 %

Tentamen består totalt av 100 frågor.

Kryssa eller fylla i det korrekta svaret i svarsbladet. Endast ett svar är rätt per fråga.

Varje fråga har en (1) poäng.

Skrivningsresultat offentliggörs inom 18 arbetsdagar!

Lycka till!

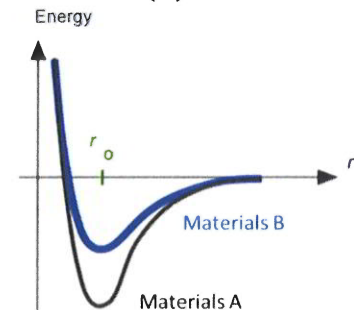
Antal sidor totalt 25



HÖGSKOLAN
I SKÖVDE

1. Vilket av följande påståenden beskriver korrekt förhållandet mellan materialens smälttemperaturer (T_m) och deras termiska utvidgningskoefficienter (α)?

- a) Material A har högre T_m och högre α än Material B
- b) Material A har lägre T_m och lägre α än Material B
- c) Material A har högre T_m och lägre α än Material B
- d) Material A har lägre T_m och högre α än Material B

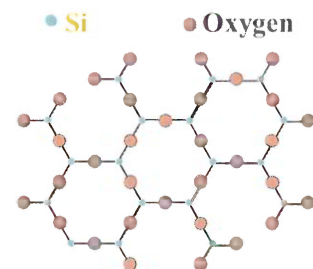


2. Vilken av följande är INTE en stark (primär) bindning?

- a) Van der Waals bindning
- b) Kovalent bindning
- c) Metallbindning
- d) Jonbindning

3. Baserat på det högordnade, repeterande hexagonala mönstret som visas i nätverket, vilket av följande alternativ beskriver bäst detta material och dess förväntade beteende?

- a) Det representerar en amorf silikaglasstruktur med en distinkt, skarp smältpunkt.
- b) Det representerar en icke-kristallin silikatstruktur som mjuknar gradvis över ett temperaturområde.
- c) Det representerar en kristallin silikastruktur (såsom SiO_2) karakteriserad av fjärrordning och en specifik smälttemperatur.
- d) Det representerar en skiktad lersilikatstruktur som hålls samman enbart av svaga van der Waals-krafter mellan skikten

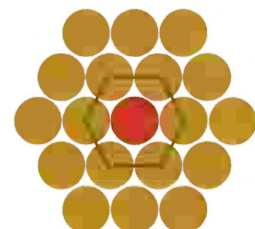


4. Vilket av följande par matchar korrekt kristallstrukturen med dess motsvarande koordinationsstal?

- a) Enkel kubisk (SC): Koordinationsstal = 4
- b) Rymdcentrerad kubisk (BCC): Koordinationsstal = 12
- c) Ytcentrerad kubisk (FCC): Koordinationsstal = 12
- d) Hexagonal tätpackad (HCP): Koordinationsstal = 8

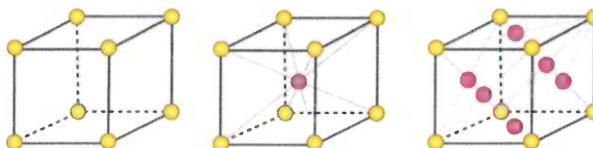
5. Baserat på det bifogade tvådimensionella schemat över ett tätpackat atomskikt, vad är det exakta koordinationsstalet för den centrala (röda) atomen inom detta enskilda plan?

- a) 4
- b) 6
- c) 8
- d) 12





6. Vilket av följande påståenden parar korrekt ihop en kristallstruktur med dess planära staplingssekvens och dess resulterande tredimensionella atompackningsfaktor (APF)?
- a) Enkel kubisk (SC) $\rightarrow$ ABAB... stapling $\rightarrow$ APF = 0,68
 - b) Rymdcentrerad kubisk (BCC) $\rightarrow$ ABCABC... stapling $\rightarrow$ APF = 0,74
 - c) Hexagonal tätpackad (HCP) $\rightarrow$ AAAA... stapling $\rightarrow$ APF = 0,52
 - d) Ytcentrerad kubisk (FCC) $\rightarrow$ ABCABC... stapling $\rightarrow$ APF = 0,74
7. Ett material uppvisar hög styvhet, mycket låg duktilitet och brister katastrofalt under dragbelastning utan någon plastisk deformation. Vilken bindningstyp är mest förenlig med detta beteende — och varför?
- a) Metallisk; eftersom de-lokaliserade elektroner tillåter glidning men också skapar stark kohesion.
 - b) Kovalent nätverk; eftersom riktade bindningar motstår distorsion men brister när de överbelastas.
 - c) Jonisk; eftersom elektrostatisk attraktion ger styrka men tillåter dislokationsrörelse.
 - d) Van der Waals; eftersom svaga intermolekylära krafter leder till enkel separation.
8. Vad är ett kristallint material?
- a) Ett material med ett systematiskt och regelbundet arrangemang av atomer
 - b) Ett material med ett slumpmässigt arrangemang av atomer
 - c) Ett material utan atomstruktur
 - d) Ett material med en vätskeliknande atomstruktur
9. Inom "Materialvetenskapens och materialteknikens tetraeder", vilka fyra komponenter är sammankopplade för att beskriva hur vi studerar och använder material?
- a) Kostnad, Tillgänglighet, Färg, Vikt
 - b) Struktur, Egenskaper, Processning (Tillverkning), Prestanda
 - c) Gruvdrift, Raffinering, Tillverkning, Återvinning
 - d) Fast, Flytande, Gas, Plasma
10. Vad är namnet på kristallstrukturerna (från vänster till höger)?
- a) Rymdcentrerad kubisk (BCC), Enkel kubisk (SC), Ytcentrerad kubisk (FCC)
 - b) BCC, FCC, SC
 - c) HCP, FCC, BCC
 - d) SC, BCC, FCC



11. Vad är atompackningsfaktorn (APF) för en BCC-struktur?

- a) 0,52
- b) 0,68
- c) 0,74
- d) 0,82

12. Det minsta repeterande blocket eller den grundläggande byggstenen i en metallisk tredimensionell kristallstruktur kallas för en:

- a) Korngräns
- b) Atomradie
- c) Enhetscell
- d) Glidplan

13. Inom materialvetenskap, när en atom saknas från sin ordinarie, avsedda plats i kristallgitterstrukturen, kallas denna punktdefekt för en:

- a) Faseomvandling (Fastransformation)
- b) Dislokation
- c) Vakans (Tomplats)
- d) Korngräns

14. Hur påverkar temperaturen antalet vakanser i ett kristallgitter?

- a) Högre temperaturer eliminerar alla vakanser
- b) Antalet vakanser förblir detsamma oavsett temperatur
- c) Antalet vakanser ökar när temperaturen ökar
- d) Vakanser bildas endast när metallen kyls snabbt

15. En metall kristalliserar i en rymdcentrerad kubisk struktur (BCC). Om atomvikten är 55,85 g/mol och atomradien är 0,124 nm, vad är den teoretiska densiteten för denna metall? (Obs: Avogadros tal $N_A = 6,022 \times 10^{23}$ atomer/mol)

- a) 7,87 g/cm³
- b) 8,96 g/cm³
- c) 2,71 g/cm³
- d) 19,3 g/cm³

$$\rho = \frac{n \cdot A_V}{V_C \cdot N_A}$$

16. Vilken av följande kristallstrukturer har vanligtvis det högsta antalet lättaktiverade, högsymmetriska och tätpackade glidsystem, vilket resulterar i utmärkt inneboende duktilitet?

- a) Enkel kubisk (SC)
- b) Ytcentrerad kubisk enhetscell (FCC)
- c) Rymdcentrerad kubisk enhetscell (BCC)
- d) Hexagonal tätpackad (HCP)



HÖGSKOLAN
I SKÖVDE

17. Vilken är den strukturella term som används för att beskriva de gränssytor där kristaller med olika orientering möts i en solid konstruktionsmetall?

- a) Millerplan
- b) Korngränser
- c) Dislokationslinjer
- d) Planer

18. Kombinationen av ett specifikt kristallografiskt plan och en specifik glidriktning längs vilken dislokationsrörelse sker kallas för ett:

- a) Sträckgränsmekanism
- b) Glidsystem
- c) Millersystem
- d) Bragglinjer

19. I en FCC-kristallstruktur, vilken riktning har den högsta linjära atomdensiteten (atomer per längdenhet)?

- a) $[100]$
- b) $[110]$
- c) $[111]$
- d) $[121]$

20. Vilken av följande egenskaper avser ett materials förmåga att säkert absorbera stora mängder mekanisk energi och deformeras plastiskt före brott?

- a) Styvhet
- b) Seghet
- c) Sträckgräns
- d) Hårdhet

21. Vilken av följande är INTE en mekanisk egenskap hos material?

- a) Hårdhet
- b) Seghet
- c) Densitet
- d) Elasticitet

22. Vilken kärnegenskap skiljer ett amorft material från ett kristallint material?

- a) Amorfa material innehåller inga kemiska bindningar
- b) Amorfa material kan aldrig genomgå termisk utvidgning
- c) Amorfa material saknar ett systematiskt, regelbundet arrangemang av atomer över långa avstånd (fjärrordning)
- d) Amorfa material har ett oändligt högt koordinationsstal



HÖGSKOLAN
I SKÖVDE

23. Vilka är de primära effekterna av legeringsämnen i stållegeringar?

- a) Att öka styrkan (hållfastheten)
- b) Att öka hårdheten
- c) Att öka segheten
- d) Alla ovanstående alternativ

24. En interstitiell fast lösning av kol i ytcentrerat kubiskt (FCC) γ -järn som är mjukt, duktilt och formbart är känt som vilken fas?

- a) Cementit
- b) Amorft järn
- c) Austenit
- d) Martensit

25. Vid stelning av ett metalliskt gjutstycke, vilken typ av kornmorfologi bildas vanligtvis direkt vid den kalla kokillväggens yta på grund av hög lokal underkylning och snabb värmeavledning?

- a) Fina, slumpmässigt orienterade likaxliga korn (zon av finkornigt ytskikt/chill-zon)
- b) Grova, parallella pelarkorn utsträckta längs värmeflödesriktningen
- c) Enkristallina dendriter helt utan korngränser
- d) Sfäriska grafitnoder jämnt spridda i den flytande matrisen

26. Töjning (Strain) definieras som:

- a) Kraft per areaenhet
- b) Längdändring per ursprunglig längd
- c) Kraft multiplicerat med area
- d) Töjning per tidsenhet

27. Youngs modul (elasticitetsmodul - E) är ett mått på:

- a) Plastisk deformation
- b) Hårdhet
- c) Seghet
- d) Elastisk styvhet (förhållandet mellan spänning/töjning i det elastiska området)

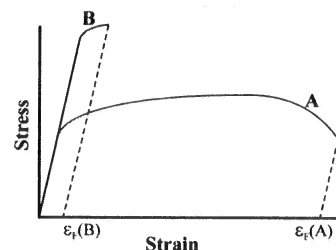
28. Vilken typ av förändring sker med en metalltråd när den sträcks något under en lätt belastning och helt återgår till sin ursprungliga längd så snart kraften tas bort?

- a) Elastisk deformation
- b) Plastisk deformation
- c) Brott
- d) Smältning



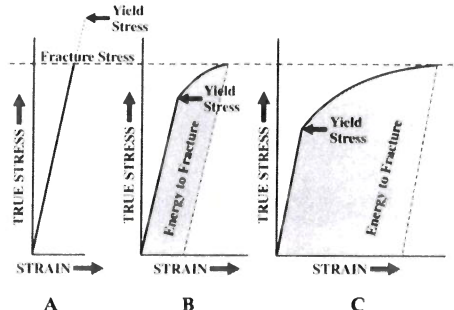
29. Baserat på det visade spänning-töjningsdiagrammet, där $\epsilon_F(A) > \epsilon_F(B)$, vilket påstående beskriver korrekt duktiliteten för material A och B?

- a) Material B är mer duktilt eftersom det har en högre sträckgräns.
- b) Material A är mer duktilt eftersom det genomgår större plastisk deformation före brott.
- c) Båda materialen har lika stor duktilitet eftersom båda brister efter plasticering.
- d) Duktiliteten kan inte bestämmas från denna graf utan att känna till elasticitetsmodulen.



30. Figuren visar kurvor för sann spänning vs. töjning för tre olika material som uppvisar olika brottbeteenden. Vilket påstående beskriver bäst det material som representeras av kurva (c)?

- a) Det är sprött; det brister före sträckgränsen och absorberar mycket lite energi.
- b) Det är måttligt duktilt; det flyter och genomgår viss plastisk deformation men brister vid låg töjning.
- c) Det är mycket duktilt och segt; det flyter tidigt, genomgår omfattande plastisk deformation och absorberar mest energi före brott.
- d) Det har hög hållfasthet men noll duktilitet; det beter sig som en keramik eller glas under belastning.



31. Vilket påstående identifierar korrekt skillnaden mellan nominell spänning (Engineering Stress) och sann spänning (True Stress) vid analys av dragprovdata?

- a) Båda beräknas med provstavens ursprungliga tvärsnittsarea.
- b) Nominell spänning baseras på den ursprungliga arean (A_0), medan sann spänning baseras på den momentana arean (A_i).
- c) Nominell spänning används endast för elastisk deformation, medan sann spänning används för plastisk deformation.
- d) Sann spänning minskar alltid efter brottgränsen, medan nominell spänning fortsätter att stiga.

32. Ett material som uppvisar mycket liten eller ingen plastisk deformation vid brott klassificeras som:

- a) Duktilt (Segformigt)
- b) Sprött
- c) Viskoelastiskt
- d) Resilient

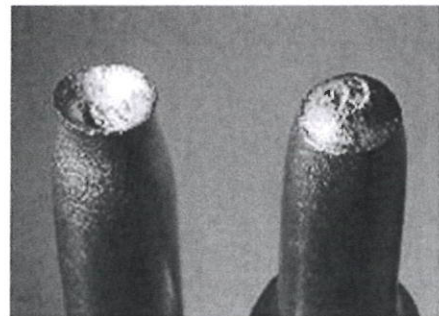
33. Vilket av följande är ett kännetecken för duktilt brott (segbrott)?

- a) Snabb, instabil sprickpropageringshastighet.
- b) En relativt slät brottyta vinkelrät mot dragspänningen.
- c) Omfattande plastisk deformation i närheten av den framskridande sprickan.
- d) Liten eller ingen energiabsorption före brott

34. Brottytan som visas i den vänstra bilden (märkt "Ductile – Cup & Cone" / Bägarekonbrott) är karakteristisk för vilken typ av materialbeteende under dragbelastning?

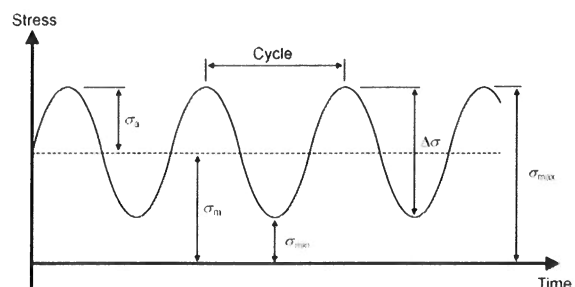
- a) Sprött brott med snabb sprickutbredning och plan, granulär yta.
- b) Duktilt brott som involverar betydande plastisk deformation, midjebildning (insnörning) och sammansmältning av mikrohålor.
- c) Utmattningsbrott med "strandlinjer" (beachmarks) och striationer som indikerar cyklisk belastning.
- d) Krypbrott vid hög temperatur med korngränsglidning och kavitetsbildning.

Ductile – Cup & Cone



35. Fenomenet som avbildas i diagrammet spänning vs. tid, där ett material utsätts för upprepade eller fluktuerande spänningar under dess sträckgräns, kallas för:

- a) Krypdeformation
- b) Elastisk hysteres
- c) Spänningsrelaxation
- d) Utmattningsbelastning (Fatigue loading)

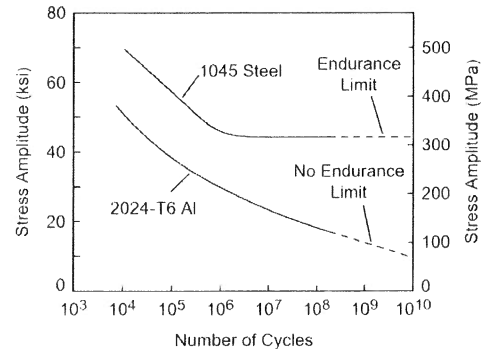


36. Vilket fenomen beskrivs som att det ofta sker snabbt, katastrofalt och utan förvarning? Detta beror på snabb tillväxt av redan existerande sprickor eller defekter i materialet.

- a) Duktilt brott
- b) Dragbrott
- c) Sprött brott
- d) Krypbrott

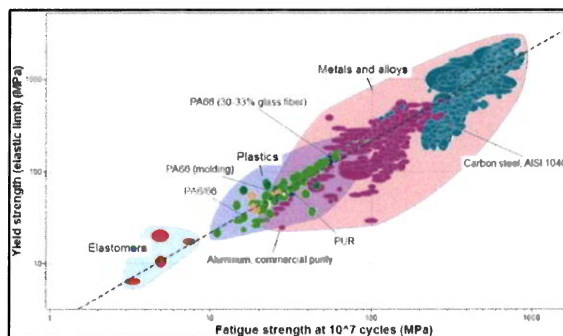
37. Vilket av följande alternativ beskriver bäst den huvudsakliga skillnaden i utmattningsbeteende mellan järnlegeringar (som stål) och icke-järnlegeringar (som aluminium) enligt vad som vanligtvis visas i S-N-kurvor (Wöhler-diagram)?

- Järnlegeringar fallerar alltid vid lägre spänningsamplituder än icke-järnlegeringar, oavsett cykelantal.
- Icke-järnlegeringar har en högre utmattningsgräns, vilket gör dem mer lämpliga för applikationer med oändlig livslängd.
- Många järnlegeringar uppvisar en tydlig "utmattningsgräns" (endurance limit) – en spänningsnivå under vilken de teoretiskt kan klara ett oändligt antal cykler, medan de flesta icke-järnlegeringar saknar denna.
- Utmattningsbrott uppstår endast i icke-järnlegeringar; stål är immuna mot skador från cyklisk belastning



38. Vilket av följande påståenden stöds bäst av visade data?

- Elastomerer har högre utmattningshållfasthet än de flesta metaller eftersom de kan deformeras reversibelt utan skador.
- För alla material är utmattningshållfastheten ungefär hälften av sträckgränsen, vilket indikeras av den streckade trendlinjen.
- Kolstål ligger långt över den generella trenden, vilket innebär att deras utmattningsprestanda överstiger vad som förväntas enbart utifrån deras sträckgräns.
- Plaster presterar konsekvent bättre än metaller vad gäller utmattningsbeständighet när det normaliseras med avseende på densitet eller kostnad.



39. Vad är detta brott/skada relaterat till?

- Krypning (Creep)
- Korrosion och miljö
- Utmattning (Fatigue)
- Kavitation





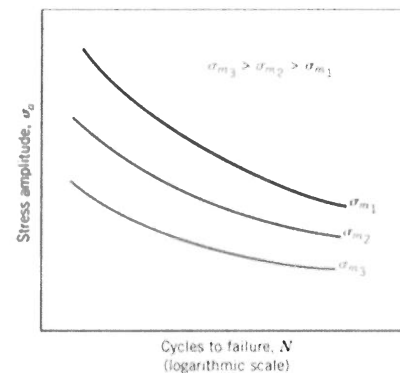
HÖGSKOLAN
I SKÖVDE

40. Seghet (Toughness) är ett materials förmåga kan absorbera energi före brott, vilket representeras av:

- a) Elasticitetsmodulen
- b) Sträckgränsen
- c) Hårdhetsvärdet
- d) Arean under spänning-töjningskurvan

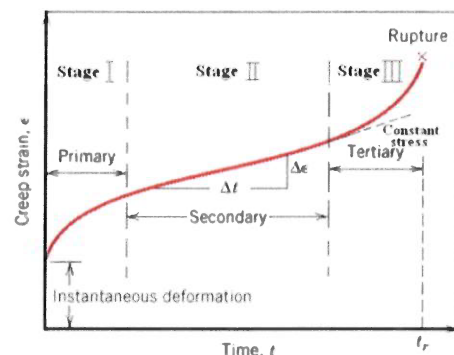
41. Grafen visar S-N-kurvor för ett material under olika spänningar ($\sigma_{m1} < \sigma_{m2} < \sigma_{m3}$). För en fast och typisk spänningsamplitud (σ_a), vad händer med antalet cykler till brott när medeldragspänningen ökar?

- a) Antalet cykler till brott ökar eftersom en högre medelspänning stabiliserar mikrostrukturen.
- b) Antalet cykler till brott förblir oförändrat, och endast spänningsamplituden har betydelse vid utmattning.
- c) Antalet cykler till brott minskar eftersom högre medeldragspänning främjar spricköppning och accelererar skadeackumuleringen.
- d) Antalet cykler till brott ökar först och minskar sedan på grund av konkurrerande effekter av hårdnande och mjuknande.



42. Grafen visar en typisk kurva för kryptöjning vs. tid under konstant spänning och temperatur. Vilket stadium kännetecknas av en konstant eller nästan konstant kryphastighet, och vilken mikrostrukturell mekanism styr primärt detta beteende?

- a) Stadium I (Primärkrypning); styrs av deformationshårdnande som tillfälligt motstår vidare deformation.
- b) Stadium II (Sekundärkrypning / Stationär krypning); styrs av en balans mellan deformationshårdnande och återhämningsprocesser såsom dislokationsklättring.
- c) Stadium III (Tertiärkrypning); styrs av midjebildning och kavitetbildning som leder till accelererad deformation.
- d) Momentan deformation; styrs av elastisk och plastisk respons vid lastpåläggning.



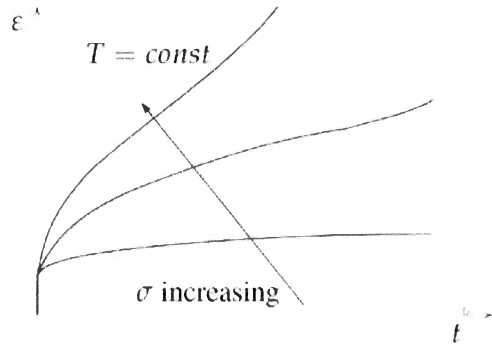
43. Sträckgräns (Yield strength - YS) definieras som:

- a) Spänning vid brott
- b) Spänning vid vilken plastisk deformation påbörjas
- c) Maximal spänning på spänning-töjningskurvan
- d) Töjning av brott



44. Grafen visar kurvor för kryptöjning (ϵ) vs. tid (t) för ett material testat vid konstant temperatur men under ökande nivåer av applicerad spänning (σ). Vilket påstående sammanfattar bäst effekten av ökande spänning på krypbeteendet?

- a) Högre spänning minskar den totala deformationen men ökar tiden till brott genom att stabilisera dislokationsrörelsen.
- b) Högre spänning leder till större töjning vid varje given tidpunkt, snabbare kryphastighet (brantare lutning) och ett tidigare inträde i tertiärkrypning $\rightarrow$ minskad livslängd för komponenten.
- c) Spänningen har ingen betydande effekt på krypning, och endast temperaturen styr deformationen över tid.
- d) Vid högre spänningar går material in i sekundärkrypning långsammare, vilket förlänger deras livslängd



45. En metalltråd med en ursprunglig längd på 200 mm dras i ett dragprov. Under belastning ökar dess längd till 200,4 mm. Vad är den nominella töjningen (engineering strain (ϵ)) som tråden utsätts för? ($\epsilon = \Delta L / L_0$)

- a) 0,002
- b) 0,02
- c) 0,2
- d) 0,0002

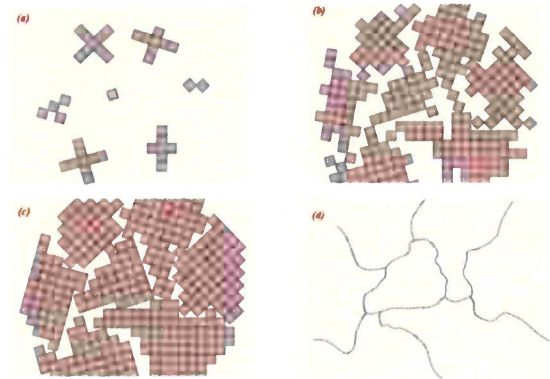
46. Ett ingenjörprojekt kräver en metallstång som ska ta upp en strukturell draglast på 50,000 N. För att garantera säkerheten får den maximalt tillåtna spänningen i stången inte överstiga 250 MPa (250 N/mm²). Vilken är den minsta tillåtna tvärsnittsarean för denna stång?

- a) 50 mm²
- b) 100 mm²
- c) 200 mm²
- d) 500 mm²

$$A_0 = \frac{F}{\sigma_{\text{allow}}}$$

47. Baserat på stelningsstadierna, vilket av följande alternativ beskriver bäst atomarrangemanget vid de slutgiltiga korngränserna som visas i panel (d)?

- En mycket välordnad, perfekt inriktad region där två identiska kristallgitter smidigt smälter samman.
- En lokaliserad, mycket oordnad region med atomär misspassning (mismatch) där kristaller med olika geometriska orienteringar möts.
- En amorf zon som är helt fri från kemiska föroreningar eller strukturella defekter.
- En region som helt består av innesluten flytande metall som aldrig stelnat.

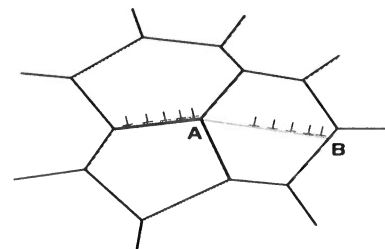


48. Om en flytande metall kyls extremt snabbt (avskräcks/släcks) jämfört med en mycket långsam svalkning i ugn, hur kommer stelningsprocessen att förändras och hur blir den slutliga kornstrukturen?

- Nukleationshastigheten (kim bildningshastigheten) blir mycket hög, vilket ger mindre tid för individuell kristalltillväxt, vilket resulterar i en finkornig mikrostruktur.
- Tillväxthastigheten kommer att dominera över nukleationen, vilket resulterar i en grovkornig mikrostruktur med mycket få korngränser.
- Materialet kommer inte att stelna alls eftersom atomerna fryses i sina vätskepositioner.
- Nukleationshastigheten minskar, vilket gör att en enda kristall bildas över hela volymen.

49. Baserat på det bifogade mikrostrukturella schemat som visar dislokationsansamlingar (pile-ups) vid punkterna A och B, varför leder en mindre genomsnittlig korndiameter (d) direkt till en högre makromekanisk sträckgräns (Hall-Petch-förhållandet)?

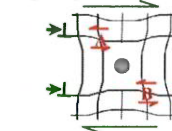
- Mindre korn minskar glidavståndet inom varje korn, vilket begränsar antalet dislokationer som kan ansamlas vid gränsen för att generera den spänningskoncentration som krävs för att driva deformationen vidare.
- En finare kornstruktur tar bort vakanser från kornets inre, och eliminerar därmed de primära glidsystem som krävs för plastisk deformation.
- Mindre korn får dislokationer att accelerera, vilket gör att de kan passera smidigt genom korngränser utan motstånd.
- Att minska kornstorleken ändrar de atomära bindningarna i gittret, vilket tvingar atomer att bilda starkare primära kovalenta bindningar.



50. Vilket scenario presenteras korrekt med avseende på mekanismen för lösningshårdning (solid-solution strengthening)?

- a) Scenario (1)
- b) Scenario (2)
- c) Både scenario (1) och (2)
- d) Inget av ovanstående

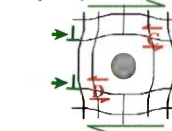
Scenario (1): Smaller substitutional impurity



Impurity generates local stress at A and B that opposes dislocation motion to the right.

Smaller atoms - compression

Scenario (2): Larger substitutional impurity



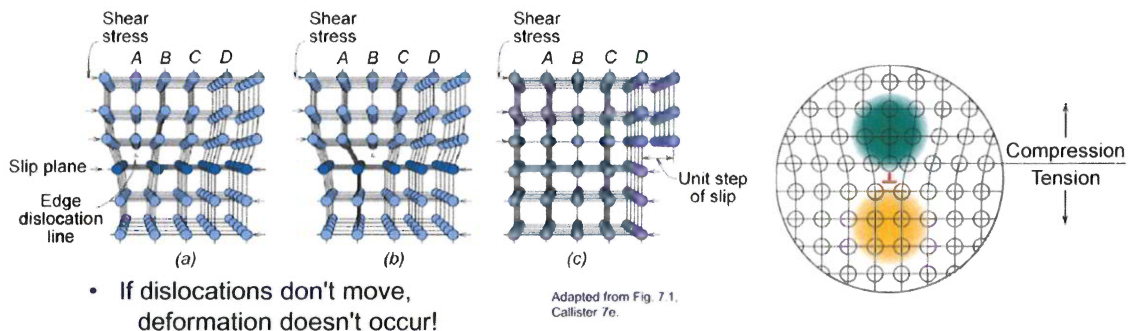
Impurity generates local stress at C and D that opposes dislocation motion to the right.

Larger atoms - tension

51. Vilken av följande är INTE en av de fyra primära mikrostrukturella mekanismerna som används för att härda/förstärka metalliska material?

- a) Minskning av kornstorleken (korngränshårdning/Hall-Petch)
- b) Kallbearbetning (deformationshårdnande/produktionshårdning)
- c) Höjning av temperaturen över rekristallisationspunkten
- d) Tillsats av legeringsämnen för att bilda fasta lösningar eller utskiljningar (lösningshårdning / utskiljningshårdning)

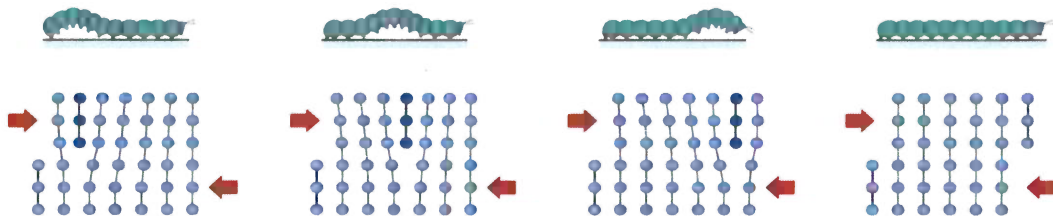
52. Baserat på de tillhandahållna diagrammen och texten, vilket av följande påståenden är korrekt gällande förhållandet mellan dislokationsrörelse och materialdeformation?



- a) Permanent plastisk deformation sker omedelbart över hela kristallplanet utan att några interna defekter rör sig.
- b) Om dislokationer blockeras helt och inte kan röra sig, kommer materialet att genomgå plastisk deformation mycket lättare.
- c) Makroskopisk plastisk deformation sker inte om de interna dislokationerna är förhindrade att röra sig.
- d) Rörelsen hos en kantdislokation gör att atomerna ovanför glidplanet utsätts för kontinuerlig, permanent dragspänning.



53. Baserat på analogin (med larven) och de atomära scheman som visas, vilket av följande alternativ beskriver bäst hur ett kristallgitter genomgår makroskopisk plastisk deformation under en applicerad skjuvspänning?



- a) Massiva block i kristallgittet måste bryta alla sina interatomära bindningar samtidigt över hela glidplanet för att glida förbi varandra.
- b) Plastisk deformation fortskrider effektivt genom stegvis brytning och återbildning av atomära bindningar längs en dislokationslinje, vilket kräver betydligt mindre kraft.
- c) Dislokationslinjen förblir helt statisk medan den larvliknande puckeln lagrar elastisk energi tills materialet plötsligt brister.
- d) Atomer hoppar över flera gitterpositioner samtidigt, vilket permanent ökar den totala volymen hos enhetscellerna längs glidplanet.

54. Vilka av följande är nyckelkriterier som övervägs vid val av konstruktionsmaterial för en specifik applikation?

- a) Materialtillgänglighet
- b) Mekaniska, termiska och kemiska egenskaper hos materialet
- c) Kostnadseffektivitet (inklusive råmaterial-, tillverknings- och livscykelkostnader)
- d) Alla ovanstående

55. En ingenjör designar ett lättviktsfäste för ett batteripaket till ett elfordon. Vilken kombination av kriterier bör de prioritera?

- a) Endast låg kostnad + hög tillgänglighet
- b) Högt förhållande mellan styvhet och vikt (specifik styvhet) + korrosionsbeständighet + tillverkningsbarhet
- c) Högsta möjliga smältpunkt oavsett vikt
- d) Överväg endast material som används i äldre bensindrivna fordon

56. Vilket av följande är INTE ett avsett strukturellt eller metallurgiskt syfte med att utföra en normaliserande värmebehandling (normalisering) på en stålkomponent?

- a) Att maximera restspänningar inom komponenten
- b) Att producera en enhetlig, homogen mikrostruktur genom hela materialet
- c) Att uppnå högre hårdhet och styrka jämfört med fullständig mjukglödning
- d) Att förfina en grovkornig struktur som uppstått från tidigare varmbearbetning eller gjutning



HÖGSKOLAN
I SKÖVDE

57. Vilket av följande representerar en stor modern drivkraft inom materialforskning med fokus på hållbarhet?

- a) Att maximera densiteten för flyg- och rymdapplikationer
- b) Att utveckla biologiskt nedbrytbara polymerer och återvinningsbara kompositmaterial
- c) Att öka beroendet av sällsynta jordartsmetaller utan substitutionsstrategier
- d) Att eliminera alla legeringsämnen för att förenkla återvinningen

58. Hur är kryphållfastheten för keramer jämfört med andra material?

- a) Låg
- b) Hög
- c) Utmärkt
- d) Noll

59. Vilken term definierar korrekt den temperatur vid vilken ett ämne övergår från fast fas till flytande fas under standard atmosfärstryck?

- a) Kondensationspunkt
- b) Kokpunkt
- c) Fryspunkt
- d) Smältpunkt

60. I de flesta fasomvandlingar som sker i fasta material är nukleationen (kim bildningen) vanligtvis:

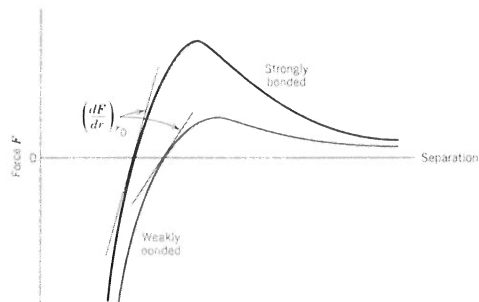
- a) Homogen
- b) Heterogen
- c) Spontan och momentan
- d) Endoterm

61. Vilket verktyg eller diagram används för att representera hastigheten för isotermiska fasomvandlingar?

- a) TTT-diagram (Time-Temperature-Transformation / Tid-Temperatur-Omvandling)
- b) Järn-kol-fasdiagram
- c) Kristallstrukturkarta för BCC till FCC
- d) Spänning-töjningskurva

62. Vad representerar derivatan (dF/dr)?

- a) Bindningsenergi
- b) Interatomär bindningsstyvhet
- c) Draghållfasthet vid dragprov
- d) Krypbeständighet



63. När ett eutektoidstål (cirka 0,76 vikts-% C) kyls långsamt till rumstemperatur består den resulterande mikrostrukturen nästan helt av:

- a) Martensit
- b) Austenit
- c) Ledeburit
- d) Perlit

64. Vilken av följande omvandlingar anses vara diffusionslös?

- a) Eutektoid omvandling
- b) Stelning av en ren metall
- c) Martensitomvandling
- d) Utskiljningshärdning

65. Vad är det primära tekniska syftet med att anlöpa (tempering) martensit?

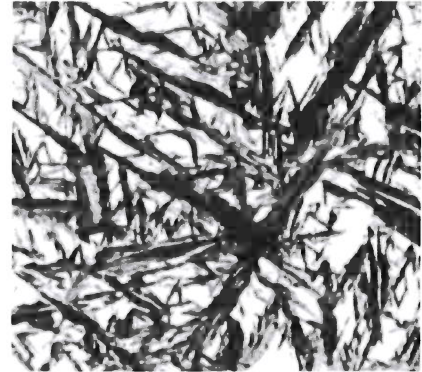
- a) Att öka kornstorleken hos austenit
- b) Att förbättra duktilitet och seghet samtidigt som interna restspänningar frigörs
- c) Att maximera hårdheten till högsta möjliga värde
- d) Att fullständigt omvandla ferrit till cementit

66. Hur bestämmer man med hjälp av ett standard järn-kol-fasdiagram den kvantitativa massandelen av total ferrit (v) i ett stål med 0,35 wt% C-halt vid en temperatur strax under den eutektoida linjen?

- a) Applicera hävstångsregeln (lever rule) genom att använda legeringens sammansättning, ferritens sammansättning (0,022 wt% C) och cementitens sammansättning (6,70 wt% C).
- b) Använd endast sammansättningen för austenit (0,76 wt% C) dividerat med legeringens sammansättning.
- c) Mät korngränstjockleken under mikroskop.
- d) Subtrahera andelen proeutektoid ferrit från 100%.

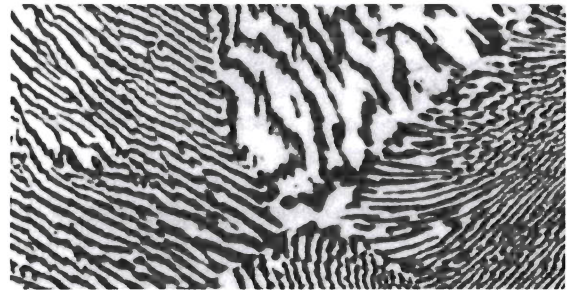
67. Denna mikrostruktur är karakteristisk för vilken fas som bildas under mycket snabb kylning av stål?

- a) Perlit
- b) Bainit
- c) Martensit
- d) Spheroidit (Skaroidiserad cementit)



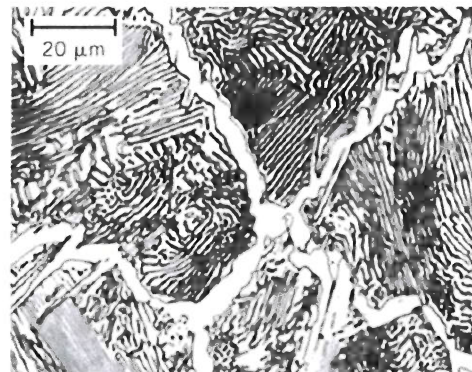
68. Den visade mikrostrukturen uppvisar ett distinkt skiktat eller "fingeravtrycksliknande" mönster bestående av alternerande ljusa och mörka lameller. Detta är karakteristiskt för vilken fasbeståndsdel i långsamt kylt kolstål?

- a) Martensit
- b) Bainit
- c) Perlit
- d) Spheroidit



69. Den visade mikrostrukturen uppvisar lamellära områden (perlit) omgivna av ett kontinuerligt eller semi-kontinuerligt nätverk av vita, hårda faser längs de tidigare korngränserna. Denna morfologi är karakteristisk för vilken typ av stål och dess tillhörande fasfördelning?

- a) Under-eutektoidstål (hypoeutektoidstål, kolhalt $< 0,76 \text{ wt\%}$) med proeutektoid ferrit vid korngränserna.
- b) Eutektoidstål med enhetlig perlit och inga sekundära faser.
- c) Över-eutektoidstål (hypereutektoidstål, kolhalt $> 0,76 \text{ wt\%}$) med proeutektoid cementit vid korngränserna.
- d) Sfäroidiserat stål med rundade cementitpartiklar dispergerade i ferrit.





HÖGSKOLAN
I SKÖVDE

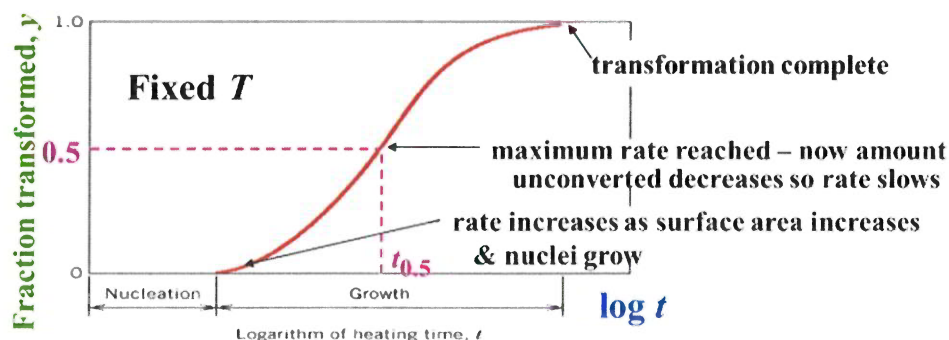
70. Vilken av följande egenskaper hos austenit (ofta kallad "mother of phases") förklarar varför den måste fungera som utgångspunkt för dessa olika fasomvandlingar?

- a) Dess BCC-struktur gör att kolatomer kan diffundera omedelbart vid rumstemperatur.
- b) Dess höga löslighet för kol möjliggör en enhetlig, homogen fast lösning som kan låsas in eller kontrollerat omvandlas vid kylning.
- c) Det är den hårdaste och sprödaste fasen i stål, vilket ger den mekaniska grundhållfastheten för alla härledda faser.
- d) Den kan endast existera vid temperaturer under 727 °C, vilket gör den mycket instabil under uppvärmning

71. Vilken mikrostrukturfas i stål är hårdast och sprödast?

- a) Grov perlit
- b) Fin perlit
- c) Ferrit
- d) Martensit

72. Den S-formade kurvan (avseende omvandling) speglar en process som börjar långsamt, accelererar till en maximal hastighet och sedan saktar ner igen när omvandlingen närmar sig slutförande. Detta beteende är karakteristiskt för vilket fenomen?



- a) Elastisk deformation under konstant belastning
- b) Diffusionsstyrd fasomvandling med nukleation och tillväxt
- c) Sprött brott under ökande spänning
- d) Momentan martensitomvandling

73. Vad är den kemiska formeln för cementit (järnkarbid)?

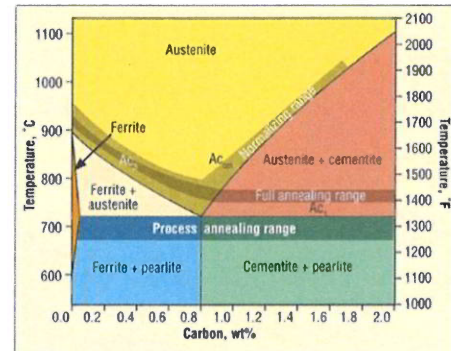
- a) FeC
- b) Fe₂C
- c) Fe₃C
- d) FeC₃



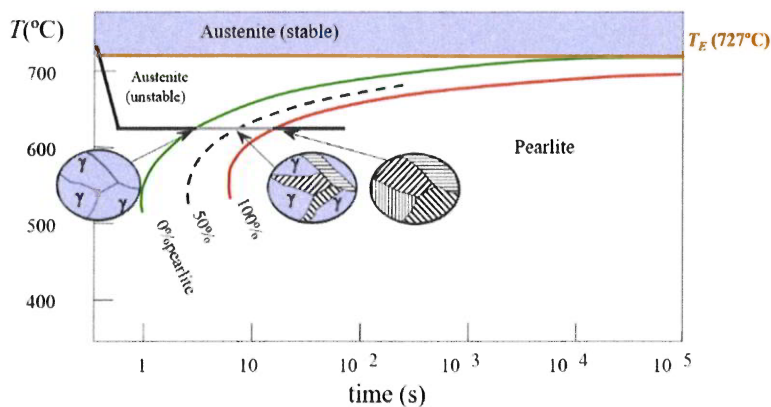
HÖGSKOLAN
I SKÖVDE

74. Varför måste stålet kylas "mycket långsamt, ofta i ugnen" under en glödningsprocess (fullständig glödning)?

- För att fånga och maximera högttemperaturen hos austenitfasen vid rumstemperatur.
- För att förhindra bildandet av hårda och spröda mikrostrukturer.
- För att låta kol avdunsta helt ur stålet.
- För att accelerera produktionshastigheten i industriell tillverkning.



75. Enligt det bifogade diagrammet, vad händer med den instabila austeniten när den korsar den röda linjen (märkt 100 %) under en isoterm hålltid?

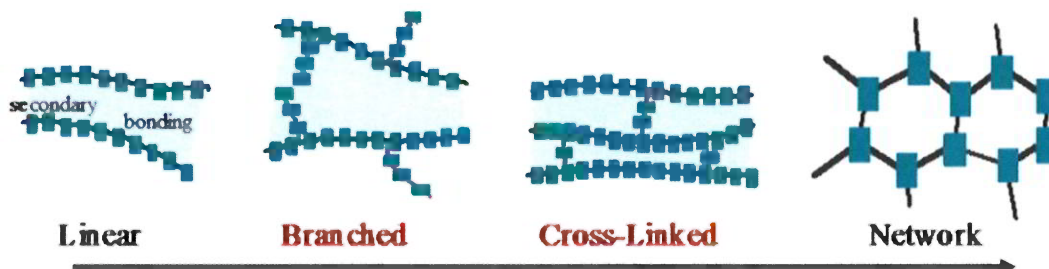


- Omvandlingen till perlit är helt slutförd.
- Omvandlingen till perlit har just börjat.
- Stålet smälter till en stabil vätskefas.
- Exakt hälften av austeniten har omvandlats.?

76. När en amorf polymer kyls under sin glastransitionstemperatur (T_g), förändras dess mekaniska beteende drastiskt från gummiflexibelt till:

- Flytande vätska
- Hårt, styvt och sprött
- Duktilt och mycket töjbart
- Helt gasformigt

77. I enlighet med pilen längst ner på bilden, vilken av de fyra polymerkedjekonfigurationerna har högst mekanisk hållfasthet och smälttemperatur?



- a) Linjär (Linear)
- b) Grenad (Branched)
- c) Tvärbunden (Cross-Linked)
- d) Nätverk (Network)

78. Vilket av följande påståenden beskriver bäst formpressning (compression molding) som bearbetningsmetod för polymerer?

- a) Smält plast pressas genom ett format munstycke (matris) för att producera kontinuerliga långa former som rör.
- b) Fördoserat polymermaterial placeras i ett uppvärmt formverktyg, och tryck appliceras för att forma och härda det.
- c) Flytande monomer sprutas snabbt med hög hastighet in i ett kallt, delat formverktyg.
- d) En platt polymerfolie/skiva värms upp och sugas ner mot en formyta med hjälp av vakuum.

79. Hur beter sig typiska keramer mekaniskt vid rumstemperatur?

- a) De genomgår stora mängder plastisk deformation före brott.
- b) De uppvisar endast elastisk deformation med i stort sett noll duktilitet.
- c) De har exceptionellt hög brottseghet jämfört med metaller.
- d) De förlängs med upp till 40 % före brott.

80. Gjutning är en mångsidig traditionell tillverkningsmetod som kan forma vilken typ av material?

- a) Endast industriella metaller och legeringar
- b) Endast termoplaster och elastomerer
- c) Plaster, keramer, glas och metaller
- d) Endast avancerade syntetiska halvledare



HÖGSKOLAN
I SKÖVDE

81. Vilket av följande anses vara en stor designfördel med att välja en gjutprocess framför andra produktionsmetoder?

- a) Den optimerar i grunden materialets slutliga dragduktilitet.
- b) Den tillåter tillverkning av komplexa former med interna håligheter eller ihåliga sektioner.
- c) Den garanterar en perfekt enhetlig, kornfri isotrop struktur.
- d) Den eliminerar helt råmaterialspill under processen.

82. Metallgjutprocesser delas primärt in i olika grenar baserat på vilken typ av formverktyg som används. Processer som sandgjutning, skalformning och precisionsgjutning (vaxursmältning) faller under vilken huvudkategori av gjutning?

- a) Gjutning i permanenta formar (Permanent mold processes)
- b) Enkristalltillväxtprocesser (Single-crystal growing processes)
- c) Kontinuerliga extruderingsprocesser (Continuous extrusion processes)
- d) Gjutning i engångsformer (Expendable mold processes)

83. Välj det material bland följande som är mest lämpligt för pressgjutning under högt tryck (HPDC - High-Pressure Die Casting):

- a) Stål
- b) Gjutjärn
- c) Nickel
- d) Aluminium

84. Enligt gjutningsklassificeringsschemat, vilken avancerad tillverkningsgren används för att tillverka komponenter som enkristallina turbinblad för jetmotorer?

- a) Sandgjutning i engångsformer
- b) Enkristalltillväxt via riktat stelnande (directional solidification)
- c) Pressgjutning i permanenta formar under högt tryck
- d) Centrifugalgjutning (Centrifugal slush molding)

85. Vilken specialiserad gjutmetod väljs universellt för att tillverka mycket komplexa, intrikata smycken med fina nätverksdetaljer?

- a) Sandgjutning
- b) Pressgjutning
- c) Precisionsgjutning/Vaxursmältning (Investment casting)
- d) Stränggjutning (Continuous casting)

86. Varför fäster smyckestillverkare flera enskilda vaxmodeller på en central vaxstång innan de håller på gipsblandningen?

- a) För att öka guldets totala vikt så att det smälter snabbare.
- b) För att fungera som en dekorativ display i verkstaden.
- c) För att skapa ett ingjutssystem (gating network) som gör att flera smycken kan gjutas samtidigt.
- d) För att sänka kylhastigheten så att grova korn bildas.

87. En biltillverkare behöver producera 250,000 växellådshus i aluminium per år. Komponenten har tunna väggar, en måttligt komplex ihålig form och strikta måttoleranser. Vilken primär tillverkningsprocess bör ingenjörsteamet välja?

- a) Additiv tillverkning (Additive Manufacturing)
- b) Pressgjutning (High-Pressure Die Casting)
- c) Robotiserad motståndssvetsning
- d) Seghårdning (Quenching och anlöpning)

88. Vad är den fundamentala skillnaden mellan sammanfogning (joining) och montering (assembly)?

- a) Sammanfogning utförs uteslutande på metalliska material, medan montering avser polymerer.
- b) Sammanfogning skapar en permanent koppling där delarna förenas till en enda enhet, medan montering ofta tillåter isärtagning (demontering).
- c) Montering kräver alltid tillsatsmaterial, vilket inte är fallet vid sammanfogning.
- d) Montering avser termisk sammanfogning, medan sammanfogning är en rent mekanisk process.

89. Vad är den mekaniska huvudskillnaden mellan extrudering och dragning (drawing)?

- a) Vid extrudering trycks materialet genom en matris, medan det vid dragning dras genom matrisen.
- b) Extrudering används enbart för tråd, medan dragning används för massiva balkar.
- c) Dragning är en ren smältprocess, medan extrudering sker i fast fas.
- d) Extrudering kräver aldrig ett verktyg (die) för att bestämma formen.

90. Vilken funktion fyller flussmedlet (flux) vid bågsvetsning?

- a) Det fungerar som den primära värmekällan för att smälta basmetallen.
- b) Det ökar den elektriska ledningsförmågan hos arbetsstycket.
- c) Det förhindrar oxidation, stabiliserar ljusbågen och underlättar avlägsnande av föroreningar.
- d) Det påskyndar svalningsförloppet för att minimera den värmepåverkade zonen (HAZ).

91. Hur definieras böckning (bending) inom plåtbearbetning?

- a) Plastisk deformation av en plåt runt en rak axel för att skapa en permanent formförändring.
- b) En process där plåtens tjocklek reduceras likformigt över hela ytan.
- c) Formning av komplexa, kupade geometrier genom radiella tryckkrafter.
- d) En klippoperation som syftar till att separera två plåtdelar från varandra.

92. Vilket av följande påståenden är FELAKTIGT (INCORRECT) gällande skärande bearbetning (machining)?

- a) Skärande bearbetningsprocesser kan tillverka delar med hög måttnoggrannhet.
- b) Skärande bearbetning är alltid snabbare än processer som gjutning eller formning.
- c) Skärande bearbetning kan uppnå utmärkt ytjämnhet under rätt förhållanden.
- d) Skärande bearbetning tillåter skapandet av komplexa geometrier och formelement.

93. Vilket påstående är FELAKTIGT (INCORRECT) gällande skärande bearbetning?

- a) Skärande bearbetning är lämplig för hårda och spröda material som keramer.
- b) Skärande bearbetning innebär materialslöseri, även om spån ofta kan återvinnas.
- c) De huvudsakliga skärande bearbetningsoperationerna inkluderar svarvning, borrar och fräsning.
- d) Spånbildning vid skärande bearbetning beror primärt på skjuvdeformation.

94. Vad är spånavverkningshastighet (Rate of Material Removal) vid en svarvoperation med en skärhastighet på 225 m/min, matning på 0,20 mm/varv och ett skärdjup på 3 mm?

- a) $135 \frac{\text{mm}^3}{\text{min}}$
- b) $135 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$
- c) $45 \frac{\text{mm}^3}{\text{min}}$
- d) $675 \frac{\text{mm}^3}{\text{min}}$

95. Vilket av följande påståenden är FELAKTIGT (INCORRECT)?

- a) Skärvätskor används för att transportera bort värme.
- b) Att avlägsna spån från skärzonen är ett annat användningsområde för skärvätskor.
- c) Om de inte underhålls ordentligt kan skärvätskor bli kontaminerade med mögel, svamp och bakterier.
- d) Oljebaserade smörjmedel är mest effektiva vid höga skärhastigheter.

96. I en axiell svarvprocess är förändringen i arbetsstyckets diameter lika med:

- a) Skärdjupet (depth of cut)
- a) $2 \times$ skärdjupet
- b) Matningen (feed)
- c) $2 \times$ matningen

97. Vad är en fördel med additiv tillverkning (friformsframställning / 3D-printing) jämfört med traditionella subtraktiva metoder?

- a) Möjlighet till komplex geometri som annars är svår/omöjlig att tillverka.
- b) Man får alltid en perfekt ytjämnhet med blanka och släta ytor.
- c) Produktionskostnaden är alltid lägre oavsett produktionsvolym.
- d) Du kan tillverka i vilket material du vill utan begränsningar.

98. Vad är generellt sett INTE sant för additiva tillverkningsmetoder?

- a) Lönsamt för små produktionsserier
- b) Kräver inga verktygsinvesteringar
- c) Tidskrävande
- d) Lönsamt för massproduktion

99. Vilket 3D-printingsmaterial passar bäst in på beskrivningen? "*Starkt, värmebeständigt, väderbeständigt och lämpligt för efterbearbetning.*"

- a) TPU
- b) Glasfiberarmerad PLA
- c) ABS
- d) Kolfiberarmerad PLA

100. Vad är sant om metoden som visas på bilden?

- a) Objektet byggs upp med hjälp av pulver som smälts samman med en laser.
- b) Objektet behöver en stödstruktur (support) för överhäng/utskjutande geometri.
- c) Vätskan i karet härdas med hjälp av UV-ljus.
- d) Plattformen kan röra sig i X-, Y- och Z-led.

