

Institutt for maskinteknikk og produksjon

Eksamensoppgave i TMM4100 Materialteknikk

Eksamensdato: 06.08.2024

Eksamenstid (fra-til): 0900 - 1300

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: D:

Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt.

Bestemt, enkel kalkulator tillatt:

- Casio FX-82CW, Casio FC100 V2, Casio fx-82ES PLUS og Casio fx-82EX
- Citizen SR-270X og Citizen SR-270X College
- Hewlett Packard HP30S

Faglig kontakt under eksamen: Nils Petter Vedvik

Tlf.: 91143170

Faglig kontakt møter i eksamenslokalet: NEI

ANNEN INFORMASJON:

Skaff deg overblikk over oppgavesettet før du begynner på besvarelsen din.

Les oppgavene nøye, gjør dine egne antagelser og presiser i besvarelsen hvilke forutsetninger du har lagt til grunn i tolkning/avgrensning av oppgaven. Faglig kontaktperson skal kun kontaktes dersom det er direkte feil eller mangler i oppgavesettet. Henvend deg til en eksamensvakt hvis du ønsker å kontakte faglærer. Noter gjerne spørsmålet ditt på forhånd.

Håndtegninger: I oppgave **5, 10, 16, 17** er det lagt opp til å besvare på ark. Andre oppgaver skal besvares direkte i Inspira. Nederst i oppgaven finner du en sjusifret kode. Fyll inn denne koden øverst til venstre på arkene du ønsker å levere. Det anbefales å gjøre dette underveis i eksamen. Dersom du behøver tilgang til kodene etter at eksamenstiden har utløpt, må du klikke «Vis besvarelse».

Vekting av oppgavene: poeng (av 100 totalt) er angitt for hver oppgave

Varslinger: Hvis det oppstår behov for å gi beskjeder til kandidatene underveis i eksamen (f.eks. ved feil i oppgavesettet), vil dette bli gjort via varslinger i Inspira. Et varsel vil dukke opp som en dialogboks på skjermen. Du kan finne igjen varselet ved å klikke på bjella øverst til høyre.

Trekk fra/avbrutt eksamen: Blir du syk under eksamen, eller av andre grunner ønsker å levere blankt/avbryte eksamen, gå til "hamburgermenyen" i øvre høyre hjørne og velg «Lever blankt». Dette kan ikke angres selv om prøven fremdeles er åpen.

Tilgang til besvarelse: Etter eksamen finner du besvarelsen din i arkivet i Inspira. Merk at det kan ta én virkedag før eventuelle håndtegninger vil være tilgjengelige i arkivet.



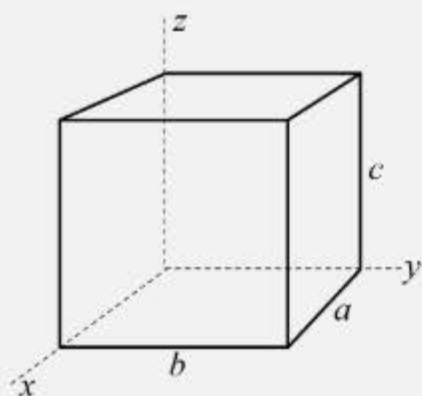
1

Li_2O har kubisk krystallstruktur der litiumatom (Li) er plassert i følgende krystallografiske punkt:

$$\frac{1}{4} \frac{1}{4} \frac{1}{4}, \frac{1}{4} \frac{3}{4} \frac{1}{4}, \frac{3}{4} \frac{1}{4} \frac{1}{4}, \frac{3}{4} \frac{3}{4} \frac{1}{4}, \frac{1}{4} \frac{1}{4} \frac{3}{4}, \frac{1}{4} \frac{3}{4} \frac{3}{4}, \frac{3}{4} \frac{1}{4} \frac{3}{4}, \frac{3}{4} \frac{3}{4} \frac{3}{4}$$

Tettheten til Li_2O er 2.0 g/cm^3 .

Hva er verdien til gitterkonstanten a for enhetscellen til Li_2O ?



Velg ett alternativ:

☐ $< 100 \text{ pm}$

☐ $\approx 146 \text{ pm}$

☐ $\approx 183 \text{ pm}$

☐ $\approx 231 \text{ pm}$

☐ $\approx 291 \text{ pm}$

☐ $\approx 367 \text{ pm}$

☐ $\approx 462 \text{ pm}$

☐ $\approx 582 \text{ pm}$

☐ $\approx 733 \text{ pm}$

☐ $> 800 \text{ pm}$

Maks poeng: 5 [Sjekk svar](#)



2

CaF_2 har tilsvarende krystallstruktur som Li_2O , men der de krystallografiske posisjonene til fluor (F) i CaF_2 er lik krystallografiske posisjoner til litium (Li) i Li_2O .

Gitterkonstant for CaF_2 er $a = 546 \text{ pm}$.

Regn ut bindingslengden (senteravstand) mellom et Ca^{2+} ion og et F^- ion i CaF_2 .

Velg ett alternativ:

☐ $< 100 \text{ pm}$

☐ $\approx 110 \text{ pm}$

☐ $\approx 131 \text{ pm}$

☐ $\approx 152 \text{ pm}$

☐ $\approx 173 \text{ pm}$

☐ $\approx 194 \text{ pm}$

☐ $\approx 215 \text{ pm}$

☐ $\approx 236 \text{ pm}$

☐ $\approx 257 \text{ pm}$

☐ $> 275 \text{ pm}$

Maks poeng: 5 [Sjekk svar](#)



3

Velg alle krystallografiske punkt som representerer posisjoner til atomer i en FCC-krystallstruktur:

Velg ett eller flere alternativer

☐ $\frac{1}{2} \ 1 \ 1$

☐ $\frac{1}{2} \ \frac{1}{2} \ \frac{1}{2}$

☐ $1 \ 1 \ 0$

☐ $1 \ \frac{1}{2} \ \frac{1}{2}$

☐ $\frac{1}{2} \ \frac{1}{2} \ 0$

☐ $\frac{1}{2} \ 1 \ \frac{1}{2}$

☐ $0 \ 1 \ \frac{1}{2}$

☐ $\frac{1}{2} \ 0 \ \frac{1}{2}$

☐ $\frac{1}{2} \ 1 \ 0$

☐ $1 \ 0 \ \frac{1}{2}$

Prinsipp for poenggiving:

- 5 poeng for alt korrekt, som også er maksimal poengsum
- Delvis poeng for korrekte alternativ enkeltvis, og tilsvarende fratrekk ved valg av ikke-korrekt alternativ
- Minste poengsum er null.

Maks poeng: 5 [Sjekk svar](#)



4

Velg alle krystallografiske punkt som representerer en oktaedral (octahedral) posisjon i en FCC-krystallstruktur.

Velg ett eller flere alternativer

☐ $\frac{1}{2} \ 1 \ \frac{1}{2}$

☐ $\frac{1}{2} \ 1 \ 0$

☐ $0 \ 1 \ \frac{1}{2}$

☐ $\frac{1}{2} \ 1 \ 1$

☐ $\frac{1}{2} \ \frac{1}{2} \ \frac{1}{2}$

☐ $\frac{1}{2} \ 0 \ \frac{1}{2}$

☐ $1 \ 1 \ 0$

☐ $1 \ \frac{1}{2} \ \frac{1}{2}$

☐ $\frac{1}{2} \ \frac{1}{2} \ 0$

☐ $1 \ 0 \ \frac{1}{2}$

Prinsipp for poenggiving:

- 5 poeng for alt korrekt, som også er maksimal poengsum
- Delvis poeng for korrekte alternativ enkeltvis, og tilsvarende fratrekk ved valg av ikke-korrekt alternativ
- Minste poengsum er null.

Maks poeng: 5 [Sjekk svar](#)

1. Lag illustrasjoner som viser følgende krystallografiske plan in kubiske krystallstrukturer (6p):

- a) $(1\ 1\ 2)$
b) $(0\ 4\ 1)$
c) $(0\ \bar{1}\ 2)$

2. Planet (1 1 0) er et plan med spesiell interesse i en BCC krystallstruktur. Gjør rede for denne påstanden (4p)

Krav til illustrasjoner:

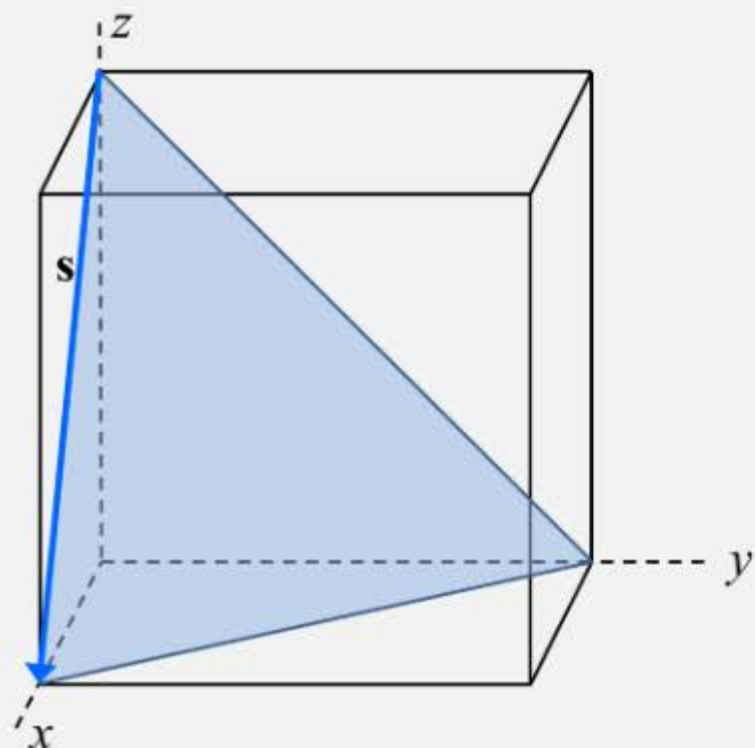
- Aksene er definert/vist på figurene
- Hensiktsmessig perspektiv og lett å tolke uten å måtte bruke magiske briller.

Skriv ditt svar på papper

 Hjelp[illegible]

Maks poeng: 10 Sjekk svar

Figuren viser et ett plan in en kubisk krystallstruktur samt en retning **s** som ligger i dette planet.



Finn utløst skjærspenning (resolved shear stress) i dette planet langs retningen **s** når det virker en spenning $\sigma = 50$ MPa i retningen $[1\ 1\ 0]$.

Velg ett alternativ:

- ☐ ≈ 0 MPa
- ☐ ≈ 2 MPa
- ☐ ≈ 4 MPa
- ☐ ≈ 6 MPa
- ☐ ≈ 8 MPa
- ☐ ≈ 10 MPa
- ☐ ≈ 12 MPa
- ☐ ≈ 14 MPa
- ☐ ≈ 16 MPa
- ☐ ≈ 18 MPa
- ☐ ≈ 20 MPa



7

Tettheten til krystallinsk polypropylen (PP) er 945 kg/m^3 .

Krystallsystemet til krystallinsk PP er monoklinsk (monoclinic) med følgende parameter:

$$a = 666 \text{ pm},$$

$$b = 2078 \text{ pm},$$

$$c = 650 \text{ pm},$$

$$\alpha = \gamma = 90^\circ,$$

$$\beta = 99.62^\circ \text{ } (\beta \text{ er vinkelen mellom } x\text{-aksen og } z\text{-aksen})$$

Hvor mange repeterende enheter av PP er innenfor en enhetscelle?

Velg ett alternativ:

☐ 1

☐ 2

☐ 4

☐ 6

☐ 8

☐ 10

☐ 12

Maks poeng: 5 [Sjekk svar](#)



8

En PP-PE kopolymer er polymerisert fra en blanding av etylen og propylen og inneholder 1000 kg med repeterende enheter av PP og 200 kg med repeterende enheter av PE.

Regn ut forholdet mellom antall repeterende enheter av PE (n_{PE}) og antall repeterende enheter av PP (n_{PP})

Velg ett alternativ:

☐ $n_{PE} / n_{PP} \approx 0.1$

☐ $n_{PE} / n_{PP} \approx 0.2$

☐ $n_{PE} / n_{PP} \approx 0.3$

☐ $n_{PE} / n_{PP} \approx 0.4$

☐ $n_{PE} / n_{PP} \approx 0.5$

☐ $n_{PE} / n_{PP} \approx 0.6$

☐ $n_{PE} / n_{PP} \approx 0.7$

☐ $n_{PE} / n_{PP} \approx 0.8$

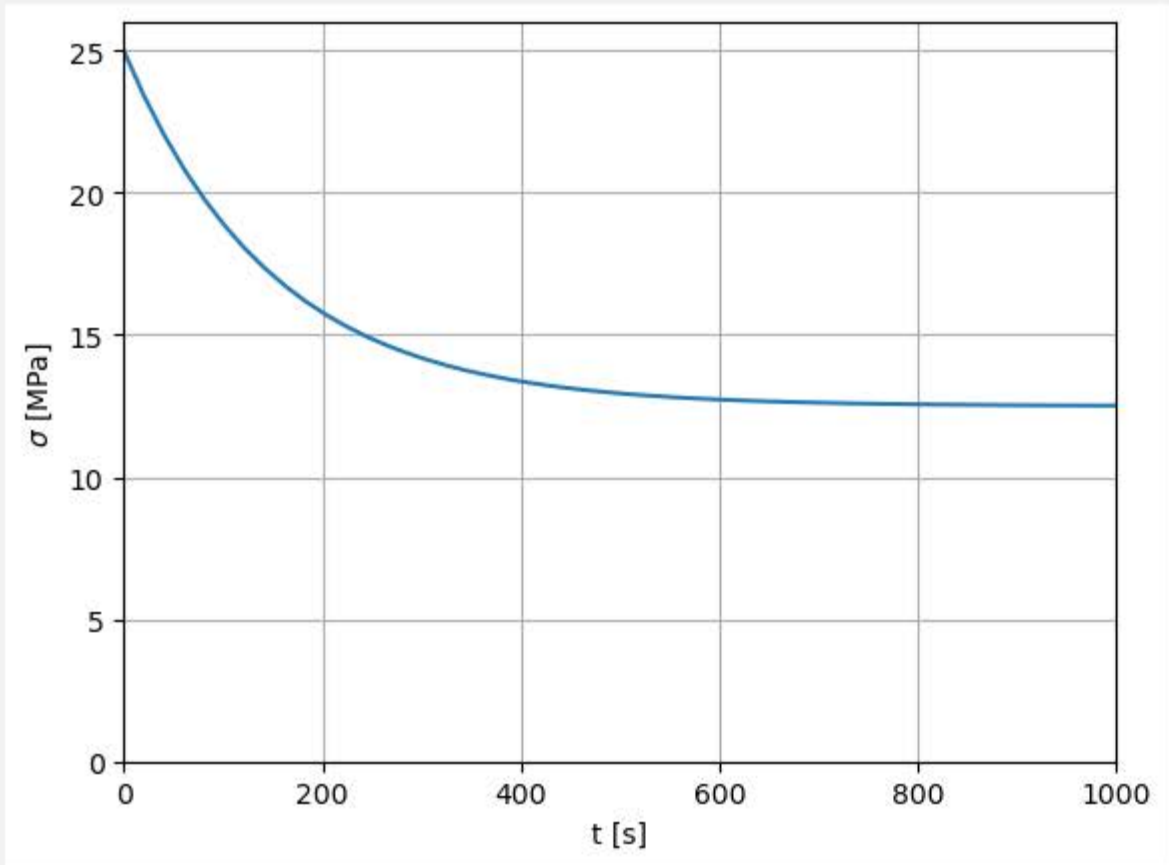
☐ $n_{PE} / n_{PP} \approx 0.9$

Maks poeng: 5 [Sjekk svar](#)



9

Figuren viser spenning som funksjon av tid for en relaksasjonstest av et viskoelastisk material. Materialet blir umiddelbart utsatt for en tøyning lik 0.01 ved tid $t = 0$, og materialet oppfører seg perfekt i henhold til 3-parameter modellen.



Estimer verdien av E_{∞} . Svar: [MPa]. Toleranse: $\pm 5\%$
Estimer verdien av E_0 . Svar: [MPa]. Toleranse: $\pm 5\%$
Estimer verdien av tidskonstanten τ_r . Svar: [s]. Toleranse $\pm 10\%$

Maks poeng: 5 [Sjekk svar](#)


























10

Gjør rede for følgende konsept/begrep i polymerteknologi:

- a) Termoplast (2p)
- b) Kryssbinding (2p)
- c) Smeltetemperatur (2p)
- d) Glasstransisjonstemperatur (2p)
- e) Kondensasjonspolymerisasjon (2p)

Skriv ditt svar her eller på papir

 [Hjelp](#)

Format  **B** *I* U \times_2 \times^2 I_x                      



11 8 kg glassfiber som har tetthet 2550 kg/m^3 blandes med 5 kg av en polymer som har tetthet 1150 kg/m^3 .

Hva blir tettheten til komposittmaterialet? Svar: $[\text{kg/m}^3]$. Toleranse: $\pm 1\%$

Hva blir fibervolumfraksjonen til komposittmaterialet? Svar: [tall mellom 0 og 1]. Toleranse: $\pm 1\%$

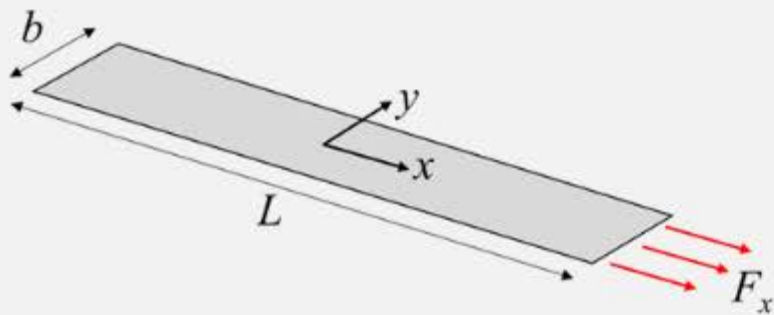
Maks poeng: 6 [Sjekk svar](#)

12

Et laminat består av 3 lag. Hvert lag består av ensrettet karbonfiber i en epoxymatrise der E -modul i fiberretning er 150 GPa og E -modul på tvers av fiberretning er 10 GPa.

Hvert lag har tykkelse 0.5 mm, og orienteringer på lag er [0/90/0] der 0-retning og x-retning sammenfaller.

Laminatet har dimensjoner $L = 1000$ mm og $b = 100$ mm, se figur:



Hva må kraften F_x være for at laminatet skal forlenge seg med 2 mm (altså få en deformert lengde lik 1002 mm)?

Velg alternativet som representerer et realistisk estimat.

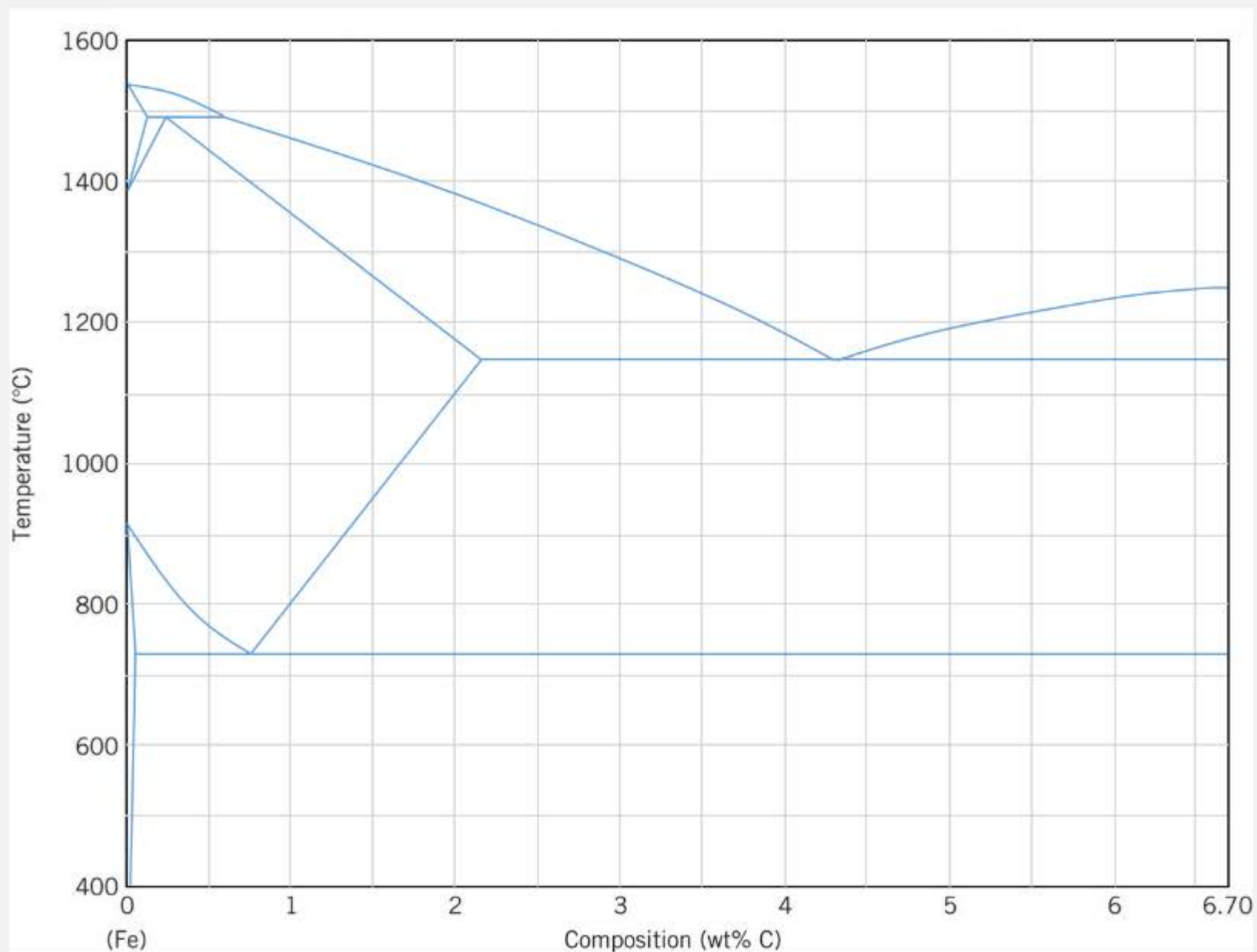
Velg ett alternativ:

- ☐ ≤ 15 kN
- ☐ ≈ 30 kN
- ☐ ≈ 50 kN
- ☐ ≈ 75 kN
- ☐ ≈ 100 kN
- ☐ ≈ 150 kN
- ☐ ≈ 175 kN
- ☐ ≥ 300 kN



13

Fasediagrammet for systemet jern-karbon er vist under. Estimer maksimal løselighet av karbon i austenitt ved 850°C og velg det mest presise alternativet. Legg merke til enheter i alternativene.



Velg ett alternativ

☐ ≤ 1 at%

☐ ≈ 2 at%

☐ ≈ 3 at%

☐ ≈ 4 at%

☐ ≈ 5 at%

☐ ≈ 6 at%

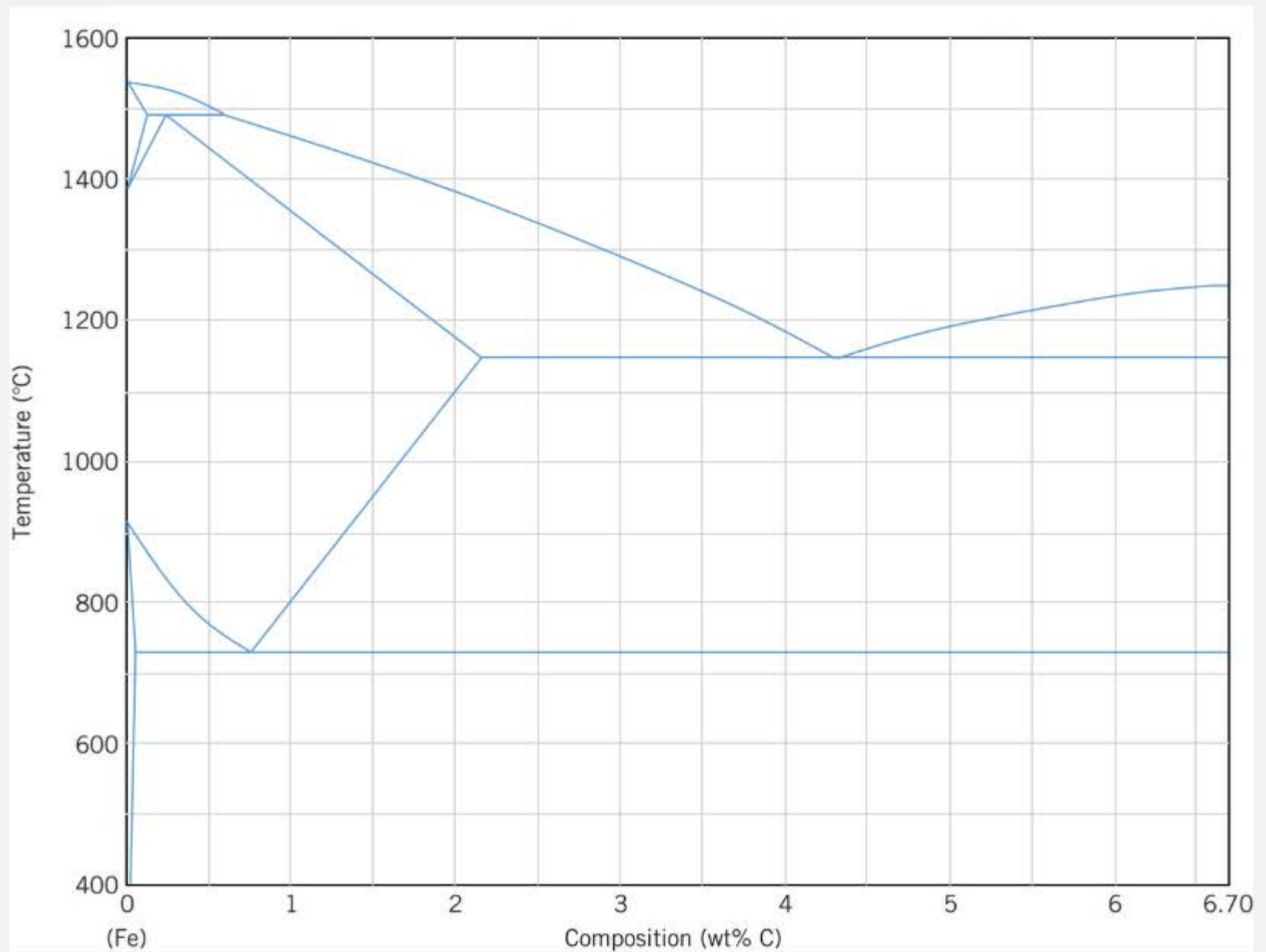
☐ ≈ 7 at%

☐ ≥ 8 at%



14

Fasediagrammet for systemet jern-karbon er vist under. En likevekts-struktur av karbonstål med 1.75 wt% karbon består av austenitt og 12 wt% Fe_3C . Hva er temperaturen? Velg intervallet som inneholder svaret.



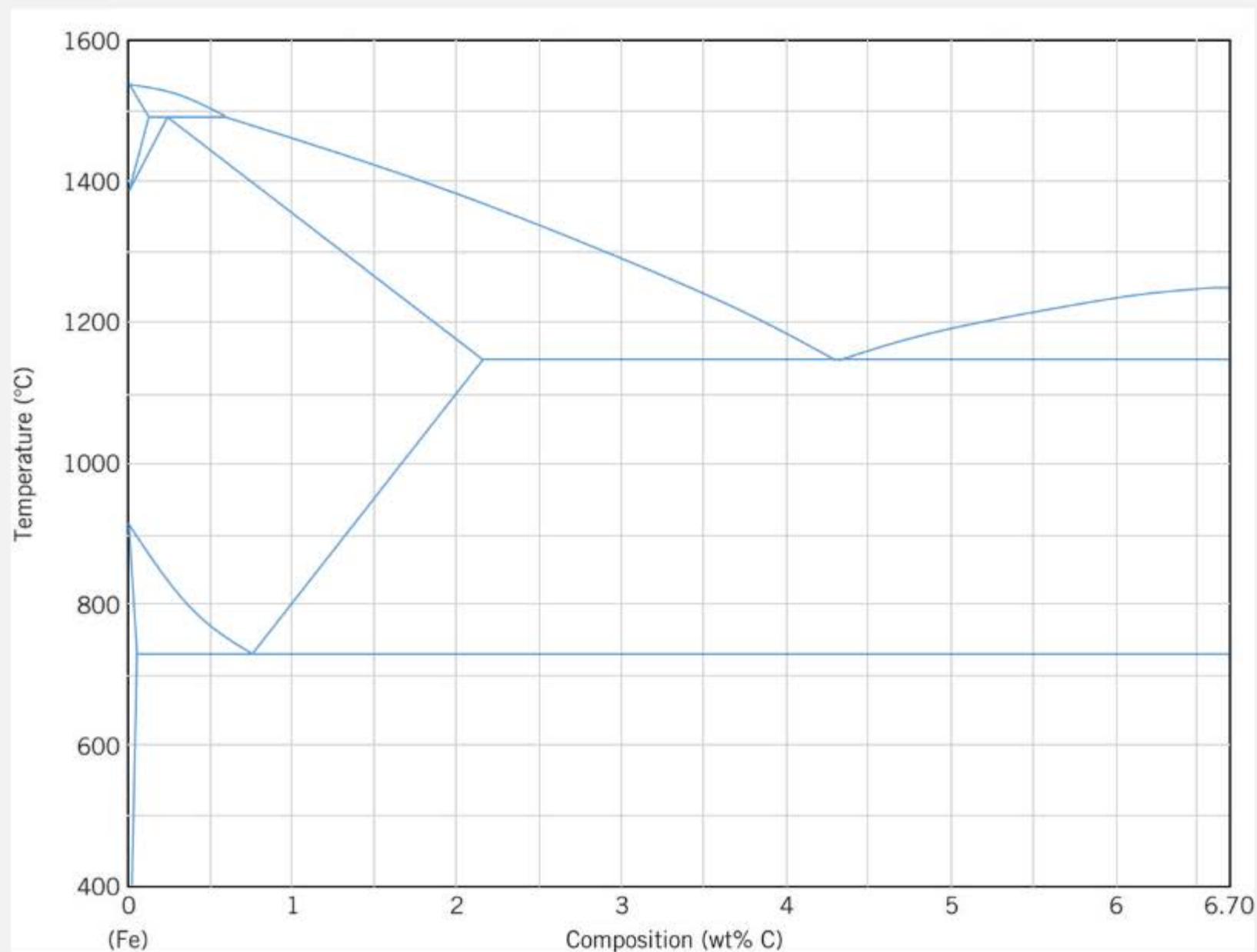
Velg ett alternativ

- ☐ $400^\circ\text{C} < T < 500^\circ\text{C}$
- ☐ $500^\circ\text{C} < T < 600^\circ\text{C}$
- ☐ $600^\circ\text{C} < T < 700^\circ\text{C}$
- ☐ $700^\circ\text{C} < T < 800^\circ\text{C}$
- ☐ $800^\circ\text{C} < T < 900^\circ\text{C}$
- ☐ $900^\circ\text{C} < T < 1000^\circ\text{C}$
- ☐ $1000^\circ\text{C} < T < 1100^\circ\text{C}$
- ☐ $1100^\circ\text{C} < T < 1200^\circ\text{C}$



15

Fasediagrammet for systemet jern-karbon er vist under. En likevekts-struktur av karbonstål består av 90 wt% perlitt og 10% proeutektisk sementitt ved romtemperatur. Hva er sammensetningen?



Velg ett alternativ

- ☐ $\approx 0.30 \text{ wt\% C}$
- ☐ $\approx 0.45 \text{ wt\% C}$
- ☐ $\approx 0.60 \text{ wt\% C}$
- ☐ $\approx 0.75 \text{ wt\% C}$
- ☐ $\approx 0.90 \text{ wt\% C}$
- ☐ $\approx 1.05 \text{ wt\% C}$
- ☐ $\approx 1.35 \text{ wt\% C}$
- ☐ $\geq 1.50 \text{ wt\% C}$

























16

Gjør rede for følgende konsept/begrep som anvendes for å beskrive mekaniske egenskaper og/eller oppførsel til materialer:

- a) Elastisk deformasjon (2p)
- b) Resiliens (2p)
- c) Fastning (2p)
- d) Seighet (2p)
- e) Duktilitet (2p)

Skriv ditt svar her eller på papir

 [Hjelp](#)

Format ▾ | **B** | *I* | U | x_2 | x^2 | I_x |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |




















17

- a) Hvorfor regnes aluminium som generelt mer duktilt enn titan? (2p)
- b) En karbonfiber er anisotrop mens en glassfiber er isotrop. Gi en kort forklaring på hva dette betyr og hva som er årsaken til denne forskjellen (2p)
- c) PVC (polyvinylklorid) har mye høyere smeltetemperatur enn PP (polypropylen). Gi en kort forklaring på årsaken(e) til dette. (2p)
- d) Noen materialer har en utmattingsgrense. Hva betyr det? (2p)
- e) Hva er prinsipiell forskjell på en ionisk forbindelse og en polar kovalent forbindelse? (2p)

Skriv ditt svar her eller på papir

 Hjelp

Format ▾ | **B** *I* U \times_2 \times^2 I_x |   |    |     |     |   |  | Σ |



Words: 0

Maks poeng: 10 [Sjekk svar](#)