Norsk:

Institutt for Maskinteknikk og produksjon

Eksamensoppgave i TMM4100 Materialteknikk

Eksamensdato: 2022-08-17

Eksamenstid (fra-til): 09:00 - 13:00

Hjelpemiddelkode/Tillatte hjelpemidler: D: Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt. Bestemt, enkel kalkulator tillatt.

Faglig kontakt under eksamen: Nils Petter Vedvik

Tlf.: 91143170

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/avgrensing 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.

Vekting av oppgavene: Vekting av oppgaver (poeng) er oppgitt 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 Inspera. 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 Inspera.

English:

Department of Mechanical and Industrial Engineering

Examination paper for TMM4100 Materials Technology

Examination date: 2022-08-17

Examination time (from-to): 0900 - 13:00

Permitted examination support material: D: No printed or hand-written support material is allowed. A specific basic calculator is allowed.

Academic contact during examination: Nils Petter Vedvik

Phone: 91143170

OTHER INFORMATION

Get an overview of the question set before you start answering the questions.

Read the questions carefully and make your own assumptions. If a question is unclear/vague, make your own assumptions and specify them in your answer. Only contact academic contact in case of errors or insufficiencies in the question set. Address an invigilator if you wish to contact the academic contact. Write down the question in advance.

Weighting: Maximum achievable score is specified for each problem.

Notifications: If there is a need to send a message to the candidates during the exam (e.g. if there is an error in the question set), this will be done by sending a notification in Inspera. A dialogue box will appear. You can re-read the notification by clicking the bell icon in the top right-hand corner of the screen.

Withdrawing from the exam: If you become ill or wish to submit a blank test/withdraw from the exam for another reason, go to the menu in the top right-hand corner and click "Submit blank". This cannot be undone, even if the test is still open.

Access to your answers: After the exam, you can find your answers in the archive in Inspera.

1 **Norsk**: Bindingsenergien mellom to atom er gitt av

$E = -\frac{A}{r} + \frac{B}{r^8}$ der $A = 1.75\ \text{eV nm}$ og $B = 2 \cdot 10^{-6}\ \text{eV nm}^8$

Regn ut likevektsavstanden r_0 mellom de to atomene

English: The bonding energy between two atoms is given by

$E = -\frac{A}{r} + \frac{B}{r^8}$ where $A = 1.75\ \text{eV nm}$ and $B = 2 \cdot 10^{-6}\ \text{eV nm}^8$

Compute the equilibrium distance r_0 between the two atoms.

Velg ett alternativ / Select one alternative

- ○ 0.39 nm
- ○ 0.14 nm
- ○ 0.49 nm
- ○ 0.34 nm
- ○ 0.44 nm
- ○ 0.29 nm
- ○ 0.19 nm
- ○ 0.24 nm

Maks poeng: 3 Sjekk svar

2 **Norsk**: Bindingsenergien mellom to atom er, som gitt i forrige oppgave, lik
$E = -\frac{A}{r} + \frac{B}{r^8}$ der $A = 1.75\ \text{eV nm}$ og $B = 2 \cdot 10^{-6}\ \text{eV nm}^8$
Regn ut bindingsenergien E_0 mellom de to atomene

English: The bonding energy between two atoms is as given in the previous problem:
$E = -\frac{A}{r} + \frac{B}{r^8}$ where $A = 1.75\ \text{eV nm}$ and $B = 2 \cdot 10^{-6}\ \text{eV nm}^8$
Compute the bonding energy E_0 between the two atoms.
Velg ett alternativ / Select one alternative

- ○ - 6 eV
- ○ - 14 eV
- ○ - 4 eV
- ○ - 8 eV
- ○ - 16 eV
- ○ - 12 eV
- ○ - 2 eV
- ○ - 10 eV

Maks poeng: 3 Sjekk svar

3 **Norsk**: Energipotensialet for binding som er gitt i de to forrige oppgavene indikerer at bindingen er i en bestemt kategori. Forklar.

English: The energy potential for the bonding given in the two previous problems indicates that the bonding belongs to a specific category. Explain.

Skriv ditt svar her / Write your answer here

Hjelp

Format

Words: 0

Maks poeng: 2 Sjekk svar

4 **Norsk**: Regn ut vektprosenten av aluminium i Al_2O_3 og velg alternativet som er mest nøyaktig.

English: Compute the weight percent of aluminum in Al_2O_3 and select the most accurate alternative.

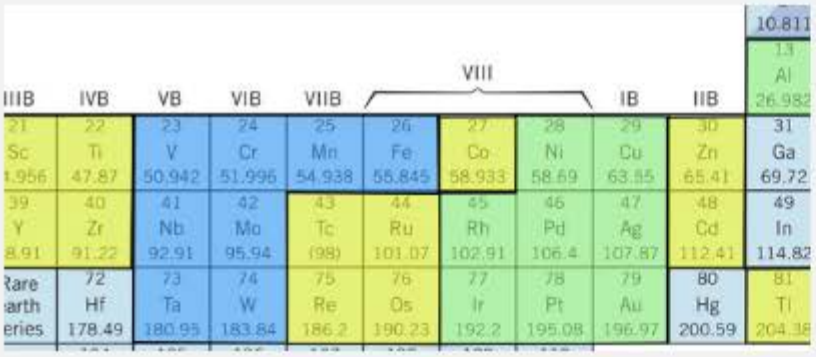
Velg ett alternativ / Select one alternative

- ○ 45 wt%
- ○ 43 wt%
- ○ 47 wt%
- ○ 55 wt%
- ○ 53 wt%
- ○ 49 wt%
- ○ 51 wt%
- ○ 57 wt%

Maks poeng: 3 Sjekk svar

5 **Norsk**: Wolfram (Tungsten) har tetthet lik 19.25 g/cm^3. Regn ut dimensjonene *a* til enhetscellen til Wolfram og velg det mest nøyaktige alternativet.

English: The density of Tungsten is 19.25 g/cm^3. Compute the dimensions *a* for the unit cell of Tungsten and select the most accurate alternative.



Velg ett alternativ / Select one alternative

- ○ 290 pm
- ○ 415 pm
- ○ 440 pm
- ○ 340 pm
- ○ 365 pm
- ○ 465 pm
- ○ 390 pm
- ○ 315 pm

Maks poeng: 3 Sjekk svar

6 **Norsk**:

a) For flere metaller, deriblant magnesium, aluminium, titan og jern (stål) og til en viss grad også wolfram, eksisterer det en tydelig trend i sammenhengen mellom E-modul og tetthet. Vis dette med kvantitative eksempler.

b) Gi eksempler på metaller som faller tydelig utenfor trenden som er indikert i a)

English:

a) For many metals such as magnesium, aluminum, titanium and iron (steel) and to some extent tungsten, there is a clear trend in the relationship between Young's modulus and density. Show this trend using quantitative examples.

b) Provide examples of metals that fall clearly outside the trend indicated in a)

Skriv ditt svar her / Write your answer here

Hjelp

Format

Words: 0

Maks poeng: 5 Sjekk svar

7

Norsk: Regn ut den utløste skjærspenningen for retningen $[1\bar{1}0]$ langs planet (111) når det virker en spenning lik 100 MPa i retningen $[870]$. Velg alternativet som er mest nøyaktig.

English: Compute the resolved shear stress for the direction $[1\bar{1}0]$ along the plane (111) when a stress of 100 MPa acts in the direction $[870]$. Select the most accurate alternative.

Velg ett alternativ / Select one alternative

- ○ 30 MPa
- ○ 35 MPa
- ○ 25 MPa
- ○ 15 MPa
- ○ 0 MPa
- ○ 20 MPa
- ○ 5 MPa
- ○ 10 MPa

Maks poeng: 4 Sjekk svar

8 **Norsk**: Forklar betydningen av følgende påstand: *FCC har 12 glidesystem*.

English: Explain the meaning of the following claim: *FCC has 12 slip systems*.

Skriv ditt svar her / Write your answer here

Hjelp

Format

Words: 0

Maks poeng: 4 Sjekk svar

9 **Norsk**: Ved stasjonær diffusjon av en gass gjennom en plate øker diffusjonsfluksen 10 ganger når temperaturen økes fra 300 K til 400 K. Anta at andre betingelser/tilstander ikke endres (konsentrasjoner etc) når temperaturen endres, og regn ut aktiveringsenergien for diffusjon for dette tilfelle. Velg det mest nøyaktige alternativet.

English: At steady-state diffusion of a gas through a plate, the flux increases 10 times when the temperature is increased from 300 K to 400 K. Assume that other conditions/states (concentrations etc.) do not change when the temperature changes, and compute the activation energy for diffusion for this case. Select the most accurate alternative.

Velg ett alternativ / select one alternative

- ○ 14 kJ/mol
- ○ 20 kJ/mol
- ○ 5 kJ/mol
- ○ 2 kJ/mol
- ○ 23 kJ/mol
- ○ 8 kJ/mol
- ○ 17 kJ/mol
- ○ 11 kJ/mol

Maks poeng: 5 Sjekk svar

10 **Norsk**: Konverter 1 MJ/mol til eV/atom. Velg det mest nøyaktige alternativet.

English: Convert 1 MJ/mol to eV/atom. Select the most accurate alternative.

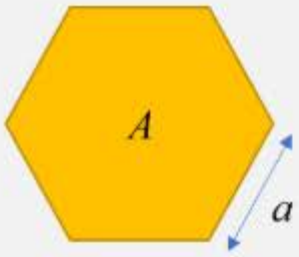
Velg ett alternativ / Select one alternative

- ○ 2000 eV/atom
- ○ 10 eV/atom
- ○ 250 eV/atom
- ○ 50 eV/atom
- ○ 1 eV/atom
- ○ 100 eV/atom
- ○ 1000 eV/atom
- ○ 500 eV/atom

Maks poeng: 2 Sjekk svar

11 **Norsk**: Avstanden *a* mellom to karbonatom i et grafenlag er 142 pm. Anta at tettheten til grafitt er 2200 kg/m^3. Regn ut avstanden mellom to grafenlag i krystallinsk grafitt ved hjelp av arealet for et heksagon som er gitt under. Velg de mest nøyaktige alternativet.

English: The distance *a* between two carbon atoms in graphene is 142 pm. Assume that the density of graphite is 2200 kg/m^3. Compute the distance between two layers of graphene in crystalline graphite when the area of a hexagon is given below. Select the most accurate alternative.



$$A = \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2$$

Velg ett alternativ / Select one alternative

- ○ 364 pm
- ○ 319 pm
- ○ 301 pm
- ○ 355 pm
- ○ 310 pm
- ○ 337 pm
- ○ 346 pm
- ○ 328 pm

Maks poeng: 5 Sjekk svar

12 **Norsk**: Gjør rede for likheter og forskjeller mellom grått støpejern og seigjern (kulegrafittjern) med hensyn til innhold/sammenestning, mikrostruktur, og de mekaniske egenskapene.

English: Explain the similarities and differences between gray cast iron and ductile cast iron with respect to content/composition, microstructure and the mechanical properties.

Skriv ditt svar her / write your answer here

Hjelp

Format

Words: 0

Maks poeng: 6 Sjekk svar

13 **Norsk**: Grått støpejern har vesentlig lavere tetthet enn karbonstål. Forklar hvorfor, der du inkluderer en realistisk utregning av tettheten til grått støpejern med typisk sammensetning.

English: Gray cast iron has significantly lower density than carbon steel. Explain why and include a realistic computational example of the density of gray cast iron having a typical composition.

Skriv ditt svar her / write your answer here

Hjelp

Format

Words: 0

Maks poeng: 6 Sjekk svar

14 **Norsk**: Forklar forskjellen mellom LDPE og HDPE med hensyn på struktur og egenskaper

English: Explain the difference between LDPE and HDPE with respect to structure and properties.

Skriv ditt svar her / write your answer here

Hjelp

Format

Words: 0

Maks poeng: 5 Sjekk svar

15 **Norsk**: Et kopolymer-molekyl av PP og PE består av 85 wt% PP og 15 wt% PE. Totalt antall repeterende enheter 100 000. Hvor mange repeterende enheter av PE har dette molekylet? Velg det mest nøyaktige alternativet.

English: A copolymer molecule of PP and PE contains 85 wt% PP and 15 wt% PE. The total number of repeat units is 100 000. How many repeat units of PE does the molecule contain? Select the most accurate alternative.

Velg ett alternativ / Select one alternative

- ○ 13000
- ○ 23000
- ○ 17000
- ○ 11000
- ○ 9000
- ○ 15000
- ○ 19000
- ○ 21000

Maks poeng: 4 Sjekk svar

16 **Norsk**: Polymeren i forrige oppgave er en såkalt tilfeldig kopolymer. Beskriv (illustrasjoner forventes) tre andre konfigurasjoner av kopolymerer.

English: The polymer in the previous problem is a random copolymer. Describe (include illustrations) three other configurations of copolymers.

Skriv ditt svar her

Hjelp

Format

Words: 0

Maks poeng: 6 Sjekk svar

17 **Norsk**: Et utmattingsforsøk er utført med R = 0.1 og midlere spenning lik 110 MPa. Hva er amplituden? Velg svaret som er mest nøyaktig.

English: A fatigue test is conducted using R = 0.1 and mean stress equal to 110 MPa. What is the amplitude? Select the most accurate answer.

Velg ett alternativ:

- ○ 40
- ○ 55
- ○ 180
- ○ 110
- ○ 100
- ○ 200
- ○ 135
- ○ 90

Maks poeng: 3 Sjekk svar

18 **Norsk**: Beskriv og forklar konseptet *S-N kurve*

English: Describe and explain the concept *S-N curve*

Skriv ditt svar her / Write your answer here

Hjelp

Format

Words: 0

Maks poeng: 4 Sjekk svar

19 **Norsk**: Du skal gjennomføre en utmattingstest av en polymer som du vet oppfører seg tydelig viskoelastisk ved romtemperatur. Forklar hvorfor det kan være nødvendig å begrense utmattingsfrekvensen (altså bruke relativt lav frekvens) i dette tilfellet.

English: You are supposed to conduct a fatigue test of a polymer material known to show a pronounced viscoelastic behavior at room temperature. Explain why you may limit the frequency (that is; use relatively low frequency) in this case.

Skriv ditt svar her / Write your answer here

Hjelp

Format

Words: 0

Maks poeng: 4 Sjekk svar

20 **Norsk**: Velg korrekt påstand

English: Select the correct claim

Velg ett alternativ / Select one alternative

- **Norsk**: Logaritmisk (sann) tøyning er større eller lik ingeniørtøyning
  English: Logarithmic (true) strain is greater or equal to engineering strain
- **Norsk**: Duktilitet måles som energi
  English: Ductility is measured as energy
- **Norsk**: Enheten til bruddseighet er MPa m^2
  English: The unit of fracture toughness is MPa m^2
- **Norsk**: Seighet er er et mål på materialers evne til å absorbere energi per masse ved plastisk deformasjon
  English: Toughness is a measure of materials ability to absorb energy per mass during plastic deformation
- **Norsk**: Høy hardhet er vanligvis forbundet med høy flytestyrke
  English: High hardness is usually associated with high yield strength
- **Norsk**: Enheten til G_{Ic} er J/m^3
  English: The unit of G_{Ic} is J/m^3

Maks poeng: 3 Sjekk svar

21 **Norsk**: Velg korrekt påstand relatert til Jern-karbon systemet når du antar likevektsbetingelser

English: Select the correct claim related to the Iron-carbon system when you assume equilibrium conditions

Velg ett alternativ / select one alternative

- **Norsk**: Omvandling fra austenitt til feritt kan ikke skje ved en temperatur som er over den eutektoide temperaturen
  English: Transformation from austenite to ferrite cannot occur at a temperature greater than the eutectoid temperature.
- **Norsk**: Ved romtemperatur og ved likevekt eksisterer karbonstål med rundt 1 wt% karbon som feritt (α-jern) + Fe_3C
  English: At room temperature and equilibrium, carbon having 1 wt% carbon will exist as ferrite (α-iron) + Fe_3C
- **Norsk**: For enkelt stål er det mer Fe_3C enn feritt ved romtemperatur
  English: For some steels there are more Fe_3C than ferrite at room temperature
- **Norsk**: Løsligheten til karbon i austenitt er mye lavere enn løsligheten til karbon i feritt
  English: The solubility of carbon in austenite is much lower than the solubility of carbon in ferrite
- **Norsk**: Den eutektiske temperaturen er 1147°C som betyr at smeltetemperaturen til jern er 1147°C.
  English: The eutectic temperature is 1147°C, implying that the melt temperature of iron is 1147°C.
- **Norsk**: Ved den eutektoide sammensetningen blir det dannet bainitt ved likevektsreaksjon.
  English: At the eutectoid composition, bainite is formed during equilibrium reaction.

Maks poeng: 3 Sjekk svar

22 **Norsk**: Velg korrekt påstand

English: Select the correct claim

Velg ett alternativ:

- **Norsk**: Klor i PVC er grunnen til den ekstremt høye smeltetemperaturen (620°C) for materialet.
  English: Chloride in PVC is responsible for the extremely high melt temperature (620°C) for the material.
- **Norsk**: Polyestere finnes både som herdeplast og termoplast
  English: Polyesters can be found as both thermoset and thermoplastic
- **Norsk**: PTFE brenner dårlig fordi den inneholder nitrogen.
  English: PTFE burns poorly since it contains nitrogen.
- **Norsk**: Duktilitet er ikke et konsept som brukes i omtale av polymerer
  English: Ductility is not a concept used to describe polymers
- **Norsk**: En polymer som er kryssbundet er en termoplast
  English: A cross-linked polymer is a thermoplastic
- **Norsk**: På grunn av den store sidegruppen i polystyren, vil glasstransisjonstemperaturen være mye lavere for denne polymeren sammenlignent med polyetylen.
  English: Due to the large side-group in polystyrene, the polymer will have a much lower glass transition temperature compared to polyethylene.

Maks poeng: 3 Sjekk svar

23 **Norsk**: Velg korrekt påstand

English: Select the correct claim

Velg ett alternativ:

- **Norsk**: Antall dislokasjoner øker ved plastisk deformasjon
  English: The number of dislocations increases during plastic deformation
- **Norsk**: De tre typer av disklokasjoner i metall er: kant-dislokasjon, skyve-dislokasjon og rom-dislokasjon
  English: The three types of dislocations are: edge dislocation, skewed dislocation and space dislocation
- **Norsk**: Faststoffløsning av to metaller er kun mulig dersom det er tilstrekkelig stor forskjell i elektronegativitet.
  English: Solid solution of two metals is possible only if the difference in electronegativity is sufficiently large.
- **Norsk**: Dersom metaller får mange korngrenser, vil materialets flytestryke bli svekket
  English: The yield strength of metals will be weakened if many grain boundaries are formed.
- **Norsk:** Dislokasjonsbevegelse er tilfeldige hopp av atomplan
  English: Dislocation movement is random jumps of atom planes.
- **Norsk**: Faststoffløsning fungerer som styrkemekanisme for metaller ved at det dannes nye kjemiske forbindelser med kovalente bindinger
  English: Solid solution works as a strengthening mechanism of metals by forming new chemical compounds having covalent bonds.

Maks poeng: 3 Sjekk svar

24 **Norsk**: Velg korrekt påstand

English: Select the correct claim

Velg ett alternativ:

- **Norsk**: Keramer har vanligvis høyere termisk utvidelseskoeffisient enn metaller.
  English: Ceramics have usually greater coefficient of thermal expansion than
- **Norsk**: Boronkarbid har høyere hardhet enn diamant
  English: Boron carbide has greater hardness than diamond.
- **Norsk**: Kvarts er en krystallinsk form av silisiumdioksid (SiO_2)
  English: Quarts is a crystalline form of silica dioxide (SiO_2)
- **Norsk**: Keramer har ofte lav styrke på grunn av relativt svake bindinger mellom atomer
  English: Ceramics have often low strength due to the relative week bonds between atoms
- **Norsk**: En utfordring med keramer er oksidasjon ved høye temperaturer
  English: One challenge with ceramic materials is oxidation at elevated temperatures.
- **Norsk**: Keramer har typisk langt lavere bruddseighet enn polymerer
  English: The fracture toughness of ceramics is typically much less than the fracture toughness of polymers

Maks poeng: 3 Sjekk svar

25 **Norsk**: Dersom 62 g tinn og 38 g bly blandes, vil denne blandingen smelte ved en temperatur (ca. 180°C) som er vesentlig lavere enn både bly (ca. 330°C) og tinn (ca. 230°C). En god del tinn (ca. 18 wt%) kan være løst i bly, mens kun 2 wt% bly vil kunne være løst i tinn.

a) Lag en skisse av fasediagrammet for bly-tinn, der du navngir og beskriver de ulike delene (områder, linjer og andre relevante element) av fasediagrammet.

b) Forklar hva som skjer med en smelte bestående av 30 g tinn og 70 g bly som kjøles langsomt til romtemperatur.

English: If 62 g tin and 38 g lead is mixed, this mixture will melt at a temperature (about 180°C) that is significantly lower than the melt temperature of both lead (about 330°C) and tin (about 230°C). Quite a lot of tin (about 18 wt%) can be solved in lead while only 2 wt% lead can be solved in tin.

a) Sketch the phase diagram of the lead-tin system. Label and describe the different parts (regions, lines and other relevant items) of the phase diagram.

b) Explain what happens to a melt having 30 g tin and 70 g lead that is being cooled slowly down to room temperature.

Skriv ditt svar her / write you answer here Hjelp

Format

Words: 0

Maks poeng: 8 Sjekk svar