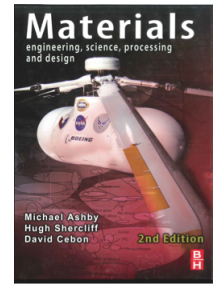


Tentamen WB6101 – Materiaalkunde I voor WB over de leerstof van studiejaar 2010-2011 17 januari 2011



Inclusief antwoordformulier volgend op de opgaven

- **Scheur het antwoordformulier los en schrijf je naam en studienummer bovenaan de eerste bladzijde van het antwoordformulier. Lever alleen het antwoordformulier in.**
- Het is toegestaan om formules, grafieken en gegevens uit Ashby, Shercliff and Cebon's boek *Materials: engineering, science, processing and design* en uit de *Powerpoint lecture notes* te gebruiken. Andere bronnen mogen ook gebruikt worden.
- Kleine afrondingsfoutjes spelen geen rol.
- **Credits** Alle vraagonderdelen hebben hetzelfde gewicht.

Mogelijkerwijs nuttige gegevens (voor andere gegevens zie het boek van Ashby, Shercliff en Cebon)

$$1 \text{ eV} = 1.60 \times 10^{-19} \text{ J}$$

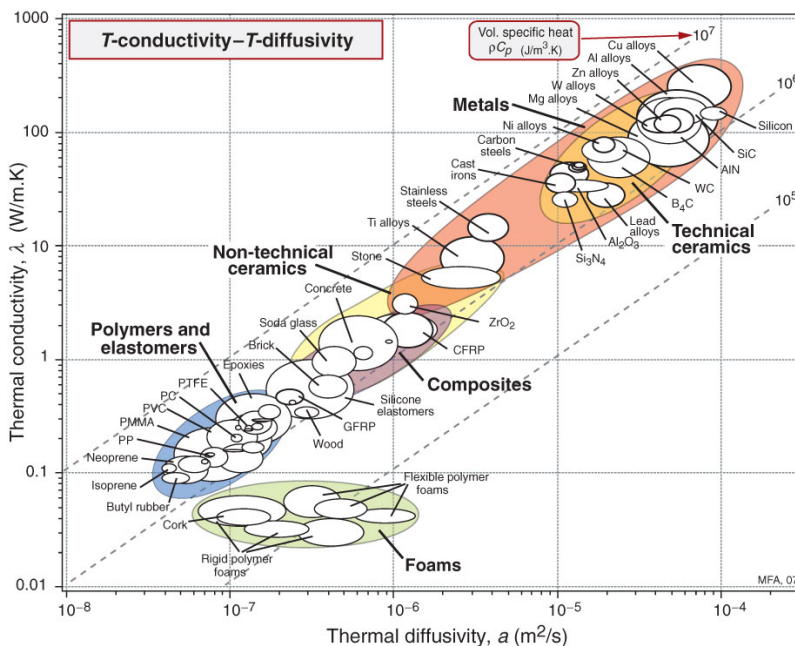
$$k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K (Boltzmann constant)}$$

$$u = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg (atomaire massa-eenheid; atomic mass unit)}$$

Het Engelse werkwoord *yield* is in de opgaven meestal onvertaald gebleven (= vloeien, plastisch vervormen)

Probleem 1

(a) Je steekt een theelepeltje in een glas hete thee. Als je het lepeltje vast blijft houden zal er een moment komen dat het uiteinde zo heet wordt dat je het toch moet loslaten. Dit komt omdat het lepeltje de warmte van de thee naar de bovenkant geleidt, daar waar je duim/vingers zitten. Bij welk materiaal van het lepeltje zal je het het langst kunnen vasthouden zonder je vingers te branden? De keuzes zijn silicium, nikkellegering en roestvrij staal. Gebruik bijgaande grafiek.



(b) Je hebt dezelfde drie materialen ter beschikking, maar nu om de wand van een vat te construeren. Binnenin het vat is de temperatuur hoger dan buiten het vat. Welk materiaal zal het beste warmte-isolerend werken? Voor alle materialen is de wanddikte hetzelfde.

Probleem 2

We hebben de beschikking over een massieve staaf, gemaakt van polyethyleen (PE), met een vierkante doorsnede van $1.00 \text{ cm} \times 1.00 \text{ cm}$. De staaf is aan beide kanten ingeklemd, met een lengte $L = 1.00 \text{ m}$ tussen de klempunten. Polyethyleen heeft de volgende eigenschappen:

$$\text{Dichtheid } \rho = 0.95 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Young's modulus } E = 0.85 \text{ GPa}$$

$$\text{Yield strength } \sigma_y = 20 \text{ MPa}$$

- (a) Bij welke frequentie f zal een elastische golf (geluidsgolf) de ingeklemde balk in resonantie brengen?
- (b) We trekken de klempunten 2.00 cm verder uit elkaar, waarbij de staaf blijft ingeklemd. Aannemend dat het uitrekken van de staaf volledig elastisch is, bereken de energie die hiervoor nodig is.
- (c) Mogen we eigenlijk wel aannemen dat het uitrekken van de staaf een volledig elastische vervorming is?

Probleem 3

- (a) In een kristal met FCC-structuur zoals Ni heeft een atoom 12 naaste-buuratomen. Hoeveel naaste-buuratomen heeft een Mg-atoom in een Mg-kristal, dat een andere structuur heeft dan FCC?
- (b) Bij kamertemperatuur heeft ijzer de BCC-kristalstructuur. Bij een bepaalde temperatuur ($910 \text{ }^\circ\text{C}$) gaat de BCC-kristalstructuur over in de FCC-kristalstructuur. Zal bij die overgang op $910 \text{ }^\circ\text{C}$ het volume van het ijzer veranderen? Je mag aannemen dat het volume van de *atomen zelf* niet verandert.

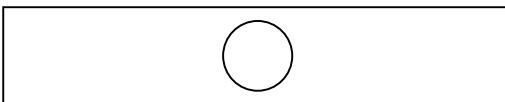
Probleem 4

Wat weet je over de atomaire pakingsstructuur van polymeren die helemaal transparant zijn?

Probleem 5

Een bepaald metaal heeft een Young's modulus van 70 GPa en bestaat uit atomen met een diameter van 0.286 nm . Door de aanwezigheid van precipitaten is het metaal versterkt, precieser gezegd: is de shear yield strength verhoogd. Tussen de precipitaten is gemiddeld een afstand van $4.00 \times 10^{-8} \text{ m}$. Ten opzichte van het pure metaal is de shear yield strength van het metaal met precipitaten een factor 15 hoger. Bereken f_i , de intrinsieke roosterweerstand tegen het bewegen van dislocaties.

Probleem 6



In het midden van een plank van 2 m lengte, 10.0 cm breedte en 2.00 cm dikte is een rond gat geboord met een diameter van 8.00 cm . In horizontale richting (zie plaatje) wordt op de plank een trekspanning σ aangelegd. Tot welke waarde zal de spanning lokaal in het materiaal door de aanwezigheid van het gat oplopen?

Probleem 7

In een bepaald fabricageproces kost het walsen van een metaalplaat een mechanisch vermogen $P = 800 \text{ kW}$ (allerlei bijverschijnselen tijdens het walsen zijn in dit getal verwaarloosd). De verdere gegevens zijn als volgt. Straal van elk van de rollen $R = 20.0 \text{ cm}$, draaisnelheid $\omega = 1.00 \text{ rad/s}$, plaatdikte vóór het walsen is 30.0 mm , plaatdikte na het walsen is 20.0 mm , breedte van de walsrollen $w = 2.00 \text{ m}$. *Let goed op dit laatste gegeven. Het is de afmeting van een walsrol in de richting van de as.*

(a) De yield strengths van lood, zink, en wolfram zijn respectievelijk 12 MPa, 200 MPa, en 700 MPa. Welk van deze drie materialen wordt er in het fabricageproces gewalst.

(b) Is *work hardening* van belang tijdens het koud walsen van metaal?

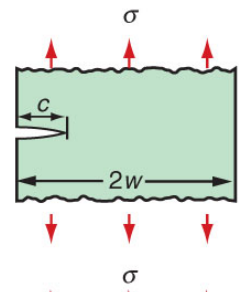
Probleem 8

(a) Waarom is voor bijna alle materialen de taatheid G_c groter dan tweemaal de oppervlakte-energie γ ?

(b) Voor welke soort materialen liggen de waarden van G_c en 2γ het dichtst bij elkaar: voor metalen, voor keramische stoffen of voor elastomeren?

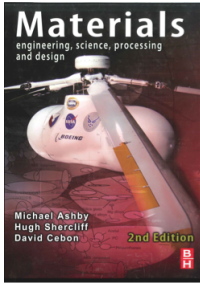
Probleem 9

Een cilindrische hogedruktank wordt zo ontworpen dat er binnenin een druk van 10^7 Pa moet kunnen heersen. De wanddikte is 2.00 cm, en de breuktaaiheid van het materiaal is $K_{Ic} = 25$ MPa m^{1/2}. Om een veiligheidsmarge in te bouwen wordt ervan uitgegaan dat er in de wand een lange scheur mag zitten met een maximale diepte c van 1.00 mm. Welke limietwaarde heeft de straal R van de tank opdat de wand zelfs bij de hoogst toelaatbare druk *net niet* bezwijkt door groei van een dergelijke scheur? Moet R groter of kleiner dan de limietwaarde zijn om aan de veilige kant te blijven?



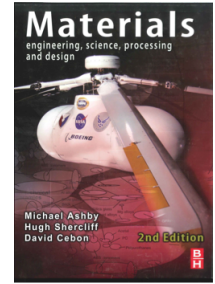
Student name:

Student number:



Tentamen WB6101 – Materiaalkunde I voor WB
over de leerstof van studiejaar 2010-2011
17 januari 2011

Antwoordformulier



Kruis het juiste antwoord aan. Formuleer eventueel een eigen antwoord op de stippellijn. Er is geen uitleg nodig.

Probleem 1 (a)

- Silicium
- Ni-legering
- Roestvrij staal

Probleem 1 (b)

- Silicium
- Ni-legering
- Roestvrij staal

Probleem 2 (a)

- 1.53 Hz
- 4.29 Hz
- 9.87 Hz
- 33.7 Hz
-

Probleem 2 (b)

- 17 J
- 68 J
- 850 J
- 1700 J
-

Probleem 2 (c)

- Ja
- Nee
- Dat is met de beschikbare gegevens niet te bepalen

Probleem 3 (a)

- 14
- 12
- 9
- 8
- 6
-

Probleem 3 (b)

- Ja, het volume zal met meer dan 10% afnemen
- Ja, het volume zal tussen de 1% en 10% afnemen
- Nee, het volume zal binnen 1% gelijk blijven
- Ja, het volume zal tussen de 1% en 10% toenemen
- Ja, het volume zal et meer dan 10% afnemen

Probleem 4

- volledig amorf (niet-kristallijn)
- Gedeeltelijk kristallijn (met kleine kristaldeeltjes), gedeeltelijk amorf
- Volledig kristallijn, met kleine kristaldeeltjes
- Volledig kristallijn, één groot kristal

Probleem 5

- 9.55×10^{-3} N/m
- 0.143 N/m
- 33.4 MPa
- 33.4 N/m
-

Probleem 6

- σ
- 1.25σ
- 1.71σ
- 5σ
-

Probleem 7 (a)

- Lood
- Zink
- Wolfraam

Probleem 7 (b)

- Nee, dit effect speelt nauwelijks rol.
- Ja, er zal meer vermogen nodig zijn dan voorspeld, omdat de yield strength tijdens het walsen, bij het dunner worden van de plaat, toeneemt.
- Ja, er zal minder vermogen nodig zijn dan voorspeld, omdat de yield strength tijdens het walsen, bij het dunner worden van de plaat, afneemt.

Probleem 8 (a)

- Omdat de oppervlakte-energie alleen maar het breken van atoombindingen in een enkele grenslaag beschrijft, en niet alle bijkomende vervormings- en defectenergieën in het materiaal.
- Omdat de oppervlakte-energie één scheur betreft en taaiheid altijd over het totaaleffect van heel veel scheuren tegelijk gaat.
- Omdat de oppervlakte-energie pas een rol gaat spelen als de twee delen van het materiaal helemaal los van elkaar zijn geraakt, en taaiheid ook al bij een enkel beginnend scheurtje van belang is.

Probleem 8 (b)

- Metalen
- Keramische stoffen
- Elastomeren

Probleem 9

- De limietwaarde is 46 cm en R moet kleiner zijn
- De limietwaarde is 46 cm en R moet groter zijn
- De limietwaarde is 81 cm en R moet kleiner zijn
- De limietwaarde is 81 cm en R moet groter zijn
-