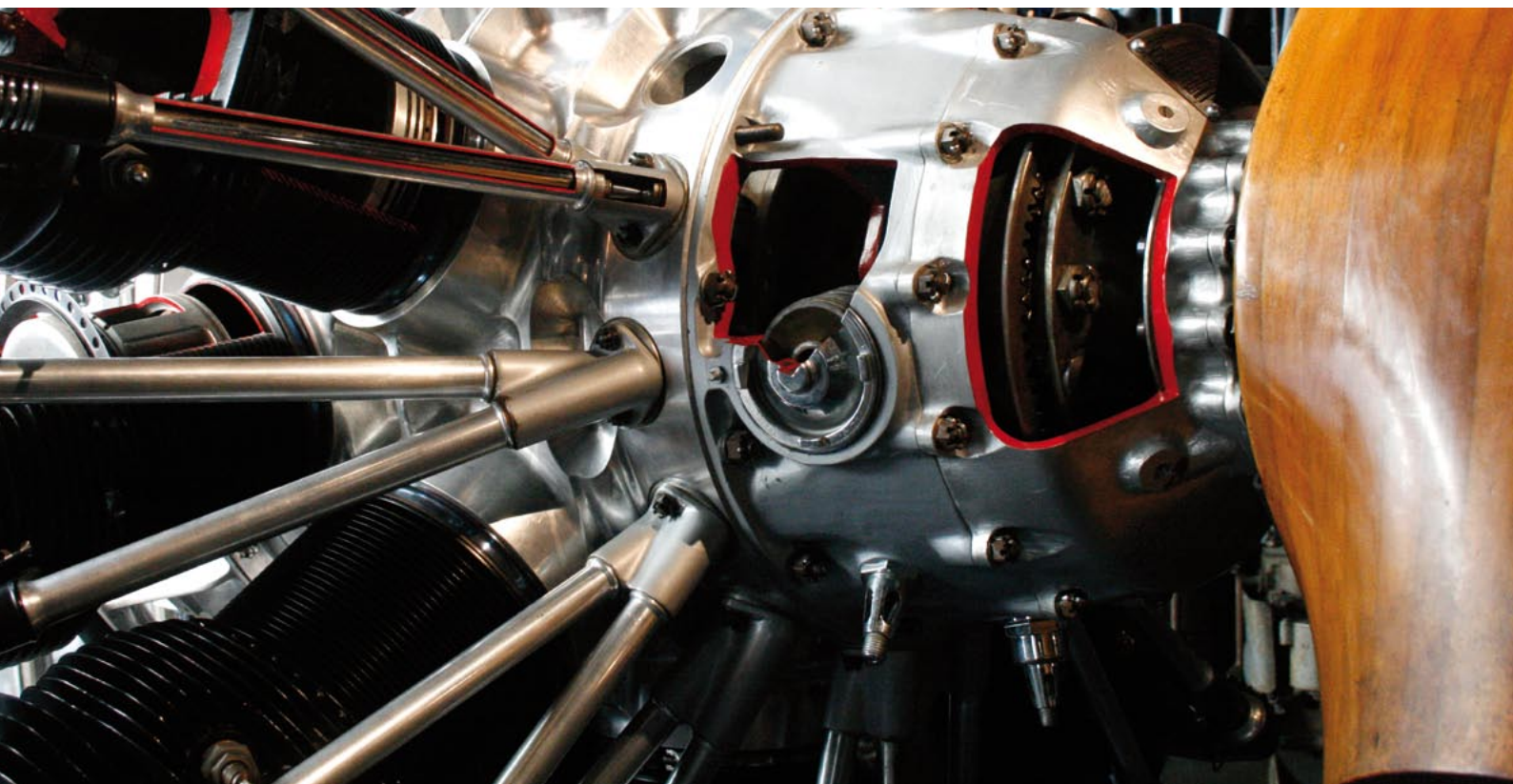


# *Materiaalkennis*

## *Materialen leren begrijpen*



### Wetenschappelijke coördinatie

Prof. dr. ir. Yvan Houbaert  
Vakgroep Toegepaste materiaalwetenschappen, Universiteit Gent

**Module 1: Basisconcepten van de materiaalwetenschappen**  
9, 16, 23, 30 november, 7, 14 en 21 december 2010

**Module 2: Metallische materialen**  
1, 8, 15 en 22 februari, 1, 15 en 22 maart 2011

**Module 3: Niet-metallische materialen: Polymeermaterialen**  
29 maart, 5 en 26 april 2011

**Module 4: Niet-metallische materialen: Keramische stoffen**  
3, 10 en 17 mei 2011

**Module 5: Niet-metallische materialen: Composieten**  
24 en 31 mei en 7 juni 2011

3<sup>e</sup> editie



Dit programma laat toe  
een getuigschrift van  
de Universiteit Gent  
te behalen.



Faculteit  
Bio-ingenieurswetenschappen





# *inleiding*

## **VORMENDE WAARDE**

De opleiding beoogt inzicht te verschaffen in de karakteristieken en basiseigenschappen van de verschillende materiaalklassen: metalen, keramische stoffen, polymeren en composieten. Dankzij de verworven inzichten zal men begrijpen waarom de materialen binnen de verschillende klassen zich gedragen zoals wij dagelijks ervaren en op basis van welke principes en in welke mate hun eigenschappen eventueel gewijzigd kunnen worden.

De mechanische eigenschappen van de materialen komen hierbij ruim aan bod. Ook de technieken die gebruikt worden om de materialen te karakteriseren, worden uitgelegd, zoals de verschillende mechanische beproevingsmethodes en de microscopische analysetechnieken.

## **INHOUD VAN DE OPLEIDING**

In de opleiding wordt een eerste module aangeboden 'Basisconcepten van de materiaalwetenschappen' waarin de belangrijkste principes uit de materiaalkunde aan bod komen. Na een korte fundamentele bespreking van de atomaire en moleculaire opbouw van de materialen wordt ingegaan op de kristallijne en amorfe toestand van de stoffen. Er wordt aandacht besteed aan de kristalstructuur van de metallische en keramische materialen en aan het belang van de optredende roosterfouten. Verder wordt het belang van de microstructuur van de materialen toegelicht en worden de belangrijkste technieken besproken die gebruikt worden om deze microstructuur te visualiseren. Tenslotte komen de elementaire mechanische eigenschappen van de verschillende materiaalklassen aan bod en wordt er gewezen op de verschillen in elastische en plastische vervorming en op de mogelijke versterkingsmechanismen.

De eerste module wordt afgerond met de principes voor gerichte materiaalselectie op basis van een commerciële database. Procedures om tot de selectie van het 'beste' materiaal te komen, worden uitgelegd aan de hand van 'materiaalkaarten', ontwikkeld door prof. M. Ashby van de University of Cambridge. Er worden concrete voorbeelden uitgewerkt met behulp van het softwarepakket CES (Cambridge Engineering Selector), (enkel demonstraties in de PC-klas en 'hands-on training').

De verschillende materiaalklassen worden vervolgens in afzonderlijke modules door specifiek gekozen en ervaren lesgevers in extenso besproken.

In de module 'Metallische materialen' wordt de klemtoon gelegd op de metallische materialen, wegens hun groot industrieel en technologisch belang. Op basis van de chemische samenstelling en de microstructurele opbouw van de metallische materialen worden hun gebruikseigenschappen beschreven en verklaard. Hierbij komen diffusie en fasentransformaties aan bod, met bijzondere aandacht voor de thermische behandelingen van staal. Er wordt een overzicht gegeven van de verschillende klassen ferro- en nonferro-metalen en er wordt gewezen op de mogelijkheden die de huidige technologie biedt om tot aan de grenzen van de hoogst mogelijke eigenschappen te komen.

Er worden vier practica voorzien over de microscopische analysetechnieken en de bepaling van de hardbaarheid van staal.

De overige materiaalklassen (polymeren, keramische stoffen en composieten) worden vervolgens in kleinere modules behandeld, waarbij telkens wordt ingegaan op de microstructurele opbouw van de materialen uit deze groep en de gevolgen ervan op het materiaalgedrag.

## **DOELPUBLIEK**

De opleiding is gericht naar een publiek met een brede technologische interesse, met een basiskennis van de fysica, de chemie en de ingenieurswetenschappen (bijvoorbeeld concepten van sterkteleer). Al leunt de opleiding enigszins aan bij de fysica van de vaste stof, toch is ze in wezen technologisch en ingenieursgericht.

## **GETUIGSCHRIFT VAN POSTACADEMISCHE OPLEIDING VAN DE UNIVERSITEIT GENT**

Dit programma is een onderdeel van de Permanente Vorming van de Universiteit Gent. De aanwezigheid tijdens de sessies en de eindevaluatie bepalen of de deelnemer slaagt. Concreet zal elke deelnemer die minimaal modules 1 en 2 en 1 andere module bijwoont en hierover met succes examens aflegt, een getuigschrift van postacademische opleiding van de Universiteit Gent ontvangen.

Studiegetuigschriften zijn een persoonlijke verdienste: deelnemers die een getuigschrift ambiëren kunnen zich niet laten vervangen, anderen wel.

# programma

## Module 1: Basisconcepten van de materiaalwetenschappen

### Inleiding

- > Doelstellingen van de opleiding, de materiaalkunde vandaag
- > Algemene classificatie van de materialen
- > Algemene materiaaleigenschappen
- > Eerste kennismaking met het materiaalselectieprogramma CES

### Theoretische opbouw van de materialen

- > Atomaire structuur en elektronenconfiguratie
- > Periodiek systeem van de elementen
- > Atoombindingen en moleculaire bindingen
- > Materiaalklassen en hun typische bindingen
- > Verbanden tussen atomaire en macroscopische eigenschappen

### Kristalstructuur van de vaste stof

- > Fundamenten van kristallografie
- > Eenheidscellen en hun parameters
- > Kristalstructuur van metallische materialen
- > Polymorfisme en allotrope transformaties
- > Algemene kristalstructuren
- > Mono- en polykristallijn materiaal

### Roosterfouten

- > Classificatie van de roosterfouten, essentie van de materialografie
- > Microstructuur van een materiaal in zijn ruime betekenis
- > Belang van de roosterfouten

### Fysische waarnemingstechnieken van de microstructuur

- > Principes van de lichtmicroscopie en van de X-stralen diffractie
- > Principes van de scanning-elektronenmicroscopie
- > Principes van de transmissie-elektronenmicroscopie
- > Oppervlakteanalyse

### Fundamenten van het mechanisch gedrag van materialen

- > Elastisch en plastisch gedrag verklaard op atomaire basis
- > Verstevigingsmechanismen
- > Statische en dynamische beproevingsmethodes
- > Mechanische eigenschappen in het CES-softwarepakket en principes voor de materiaalselectie (demonstraties in PC-klas)

### Materiaalselectie met behulp van het CES-softwarepakket (demonstraties en oefeningen in de PC-klas)

- > Selectie van materialen op basis van mechanische, thermische, fysische en ecologische eigenschappen
- > Selectie van materialen en corresponderende verwerkingsmethodes

**Lesgevers:** Yvan Houbaert en Kim Verbeken

**Data:** 9, 16, 23 en 30 november, 7, 14 en 21 december 2010

## HANDBOEK

De opleiding zal voornamelijk gedoceerd worden aan de hand van het Engelstalige handboek 'Materials Science and Engineering: an introduction' van W.D. Callister jr. Deelnemers aan de opleiding ontvangen na bestelling een exemplaar van het boek bij de aanvang van de opleiding. Het boek bevat een code voor toegang op de website van de uitgever, waar bijkomende informatie en opgaven (met antwoord) gevonden kunnen worden. Verschillende van deze opgaven zullen gedurende de opleiding toegelicht worden.

## Module 2: Metallische materialen

In deze module worden uitsluitend metallische materialen behandeld. In een eerste gedeelte worden de basisprincipes voor de thermische behandelingen uiteengezet, namelijk de theoretische fundamenten van de diffusieprocessen, het leren lezen van de binaire toestandsdiagramma's en de beginselen van de fasentransformaties.

In het tweede gedeelte worden de metallische materialen vanuit een praktisch standpunt behandeld: staal en staalsoorten, bespreking van het ijzer-koolstof toestandsdiagramma (voor staal en voor gietijzer), fasentransformaties in staal, het harden en ontlaten van staal, lezen en toepassen van TTT- en CCT-diagramma's, bespreking van de grote staalgroepen en van de belangrijkste groepen nonferro-legeringen.

De theoretische beschouwingen worden vervolgens toegelicht en gedemonstreerd tijdens practica bij de vakgroep 'Toegepaste materiaalwetenschappen'. Er kan een bedrijfsbezoek naar ArcelorMittal georganiseerd worden. Dit staat buiten het cursusprogramma en zal met de deelnemers van module 2 overlegd en georganiseerd worden.

### Fundamenten van de diffusie in vaste stoffen

- > Diffusiemechanismen
- > Steady-state en nonsteady-state diffusie
- > Toepassingen op diffusie

### Fundamentele studie van de toestandsdiagramma's van binaire mengsels

- > Basisconcepten
- > Evenwichtsdiagramma's
- > Invariante reacties
- > Het ijzer-koolstof diagramma

### Fasentransformaties en controle van de microstructuur

- > Fundamentele studie van de principes van de fasentransformaties
- > Stolling als voorbeeld van fasentransformatie
- > Fasentransformaties in de vaste toestand
- > Fasentransformaties bij staal
- > Diffusiegevoerde fasentransformaties
- > Voorstelling van de transformatiekinetiek met TTT- en CCT-diagramma's

### Practica bij de vakgroep 'Toegepaste materiaalwetenschappen'

- > de deelnemers worden verdeeld in vier groepen, afwisselende practica van telkens 45 min:
  - deel 1: optische metallografie
  - deel 2: hardbaarheidsproeven
  - deel 3: scanning elektronenmicroscopie
  - deel 4: transmissie elektronenmicroscopie

### Staalsoorten

- > Constructiestalen: eigenschappen, classificatie, gebruiksvoorwaarden
- > Plaatstaal: eigenschappen, classificatie, gebruiksvoorwaarden
- > Roestvaste staalsoorten: eigenschappen, classificatie, gebruiksvoorwaarden

### Nonferro-legeringen

- > Koperlegeringen
- > Aluminiumlegeringen
- > Andere nonferro-legeringen

**Lesgevers:** Yvan Houbaert, Kim Verbeken en medewerkers van de vakgroep voor de practica

**Data:** 1, 8, 15 en 22 februari, 1, 15 en 22 maart 2011

# programma

## Module 3: Niet-metallische materialen: Polymeermaterialen

In een eerste gedeelte worden de basisprincipes van polymeren uiteengezet, namelijk de theoretische fundamenteën van de polymeren evenals de moleculaire structuren, polymeer types, amorf en kristallijne toestanden en morfologie.

In het tweede gedeelte worden de polymeren vanuit een praktisch standpunt behandeld: wat zijn de mechanische eigenschappen en gedragingen van polymeren, wat is het visco-elastische gedrag, wat zijn de externe invloedsfactoren en hoe kunnen deze bepaald/geanalyseerd worden.

In het derde deel wordt er onder andere een praktische link gelegd tussen kristallisatie, smelt en glastransitie fenomenen bij polymeren. Ook zal men op een aantal veel voorkomende verwerkingstechnieken (injectie, extrusie, thermovormen en vervaardiging van vezels en folies) dieper ingaan.

### Structuur en gedrag van polymeren

- > Koolwaterstofmoleculen en polymeren
- > Moleculaire massa, vorm, structuur en configuratie van polymeren
- > Thermoplastische en thermohardende polymeren
- > Kristallisatie en defecten
- > Diffusie in polymeren
- > Mechanisch gedrag en versterking van polymeren
- > Thermische effecten bij polymeren

### Karakterisatie van polymeren

- > Verband tussen smelt, kristallisatie en glastransitie
- > Factoren die de polymeereigenschappen beïnvloeden
- > Verwerkingstechnieken voor polymeren

**Lesgevers:** Ludwig Cardon en Kim Ragaert

**Data:** 29 maart, 5 en 26 april 2011

## Module 4: Niet-metallische materialen: Keramische stoffen

Talrijke eigenschappen van de keramische materialen worden in deze module verklaard aan de hand van hun microstructuur en kristallografie. Er wordt speciaal ingegaan op de mechanische eigenschappen van deze materiaalgroep. De verwerkingsprocessen worden vrij uitvoerig behandeld alsook de invloed van de procesparameters op de eigenschappen van de eindproducten. Voor de klei- en de glassoorten komen hun algemene eigenschappen en productietechnieken aan bod. Tenslotte wordt er aandacht besteed aan de nieuwe keramische stoffen en hun toepassingsmogelijkheden, ook in het kader van de nanotechnologie.

### Structuur en gedrag van keramisch materiaal

- > Kristalstructuur van keramisch materiaal
- > Silicaten
- > Koolstof: allotrope modificaties, fullerenen, nanotubes,...
- > Roosterfouten en diffusie in keramisch materiaal
- > Mechanisch gedrag en breukgedrag van keramisch materiaal
- > Toestandsdiagramma's voor keramische stoffen

### Verwerkingsprocessen voor keramisch materiaal

- > Classificatie van de soorten keramisch materiaal
- > Vuurvaste keramische stoffen
- > Geavanceerde en technische keramische stoffen
- > Bereiding en verwerking van keramisch materiaal in het algemeen
- > Verwerking van glas- en van kleiproducten

**Lesgevers:** Isabel Van Driessche en Yvan Houbaert

**Data:** 3, 10 en 17 mei 2011

## Module 5: Niet-metallische materialen: Composieten

Binnen de verschillende materiaalklassen zijn er duidelijke beperkingen in de gebruikseigenschappen van de materialen, zoals mechanische sterkte en taaiheid, fysische (bvb. dichtheid) en thermische eigenschappen (bvb. maximale gebruikstemperatuur). De gebruiksgrenzen van de materialen kunnen verplaatst worden via de vervaardiging van composietmaterialen die hun beste eigenschappen combineren en tegelijkertijd nadelige aspecten (gedeeltelijk) elimineren.

In de moderne technologie worden (nieuwe) materialen ontwikkeld door het samenbrengen van materialen uit de verschillende materiaalklassen. Dat gebeurt op basis van de kennis van de wisselwerking tussen de eigenschappen van de gebruikte materialen, hun relatieve hoeveelheden in de composiet, de geometrie en de verdeling van de deelnemende fasen, relatieve oriëntatie van de versterkende deeltjes of vezels,...

In deze module worden de verschillende klassen composieten met elkaar vergeleken, worden de verschillende versterkingsmechanismen toegelicht en wordt er een reeks voorbeeldberekeningen uitgevoerd. Er wordt ingegaan op het elastisch gedrag van de composieten, met bijzondere aandacht voor de breuk- en faalfenomenen die kunnen optreden. Tenslotte komen de productieprocessen voor composietmaterialen aan bod. Het geheel wordt met voorbeelden uit de praktijk toegelicht.

### Structuur en gedrag van composieten

- > Met deeltjes en met vezels versterkte composieten
- > Vezelfase en matrixfase
- > Invloed van vezellengte, -concentratie, -oriëntatie en -patroon
- > Mechanisch gedrag: elastisch, plastisch, breukgedrag

### Productie en verwerking van composieten

- > Vezels voor composieten: soorten, productie, eigenschappen
- > Typische matrixmaterialen voor composieten: soorten, productie, eigenschappen
- > Voorbeeldberekeningen voor ontwerpen van composieten
- > Metaal-matrix composieten
- > Composieten met keramische matrix
- > Schadefenomenen in composieten
- > Productieprocessen voor composietmaterialen

**Lesgevers:** Joris Degriek en Wim Van Paepegem

**Data:** 24 en 31 mei en 7 juni 2011

## WETENSCHAPPELIJK COÖRDINATOR:



**Prof. dr. ir. Yvan Houbaert**

Vakgroep Toegepaste materiaalwetenschappen, Universiteit Gent

## MET DE STEUN VAN:



## LESGEVERS:

- > **prof. dr. ing. Ludwig Cardon**, Hogeschool Gent, geaffilieerde onderzoeker van de Vakgroep Toegepaste materiaalwetenschappen, Universiteit Gent
- > **prof. dr. ir. Joris Degrieck**, Vakgroep Toegepaste materiaalwetenschappen, Universiteit Gent
- > **prof. dr. ir. Yvan Houbaert**, Vakgroep Toegepaste materiaalwetenschappen, Universiteit Gent
- > **drs. ing. Kim Ragaert**, Hogeschool Gent, geaffilieerde onderzoeker van de Vakgroep Toegepaste materiaalwetenschappen, Universiteit Gent
- > **prof. dr. Isabel Van Driessche**, Vakgroep Anorganische en fysische chemie, Faculteit Wetenschappen, Universiteit Gent
- > **prof. dr. ir. Wim Van Paepegem**, Vakgroep Toegepaste materiaalwetenschappen, Universiteit Gent
- > **prof. dr. ir. Kim Verbeken**, Vakgroep Toegepaste materiaalwetenschappen, Universiteit Gent

## deelnemingsformulier

### Inschrijven via [www.ipvv.ugent.be](http://www.ipvv.ugent.be) OF eventueel via dit formulier

- > terug te sturen naar: UGent IVPV – t.a.v. Els Van Lierde, Technologiepark 913, 9052 Zwijnaarde
- > terug te faxen naar: IVPV 09 264 56 05

### Ik wens in te schrijven voor:

	Prijs
<input type="checkbox"/> Module 1: Basisconcepten van de materiaalwetenschappen	€ 1.050
<input type="checkbox"/> Module 2: Metallische materialen	€ 1.050
<input type="checkbox"/> Module 3: Niet-metallische materialen: Polymeermaterialen	€ 450
<input type="checkbox"/> Module 4: Niet-metallische materialen: Keramische stoffen	€ 450
<input type="checkbox"/> Module 5: Niet-metallische materialen: Composieten	€ 450
<input type="checkbox"/> <b>Modules 1 t.e.m. 5 (reductie)</b>	<b>€ 2.800</b>

- Ik bestel het handboek (€ 53 incl. BTW)
- Informeer mij over andere opleidingen van het IVPV met als onderwerp:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_ Handtekening: \_\_\_\_\_

### Gelieve dit formulier ingevuld (in drukletters) en ondertekend terug te sturen.

Naam: \_\_\_\_\_

Voornaam: \_\_\_\_\_  M  V

Privé-adres: Straat \_\_\_\_\_ Nr. \_\_\_\_\_ Bus \_\_\_\_\_

Postnr. \_\_\_\_\_ Gemeente \_\_\_\_\_

Telefoon: \_\_\_\_\_

Bedrijf: \_\_\_\_\_

Functie: \_\_\_\_\_

Adres bedrijf: Straat \_\_\_\_\_ Nr. \_\_\_\_\_ Bus \_\_\_\_\_

Postnr. \_\_\_\_\_ Gemeente \_\_\_\_\_

Telefoon: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_

BTW nr.: \_\_\_\_\_

Factuur opmaken op naam van:

Bedrijf/instelling  Privé-adres

# inlichtingen

## PRAKTISCHE INLICHTINGEN

Voor alle modules kan afzonderlijk ingeschreven worden.

De lessen worden gegeven op dinsdagavond van 17u30 tot 21u, in 2 delen, gescheiden door een broodjesmaaltijd.

Alle theoretische lessen worden gegeven aan de Universiteit Gent, Instituut voor Permanente Vorming, Technologiepark, 9052 Zwijnaarde.

De practica van module 2 worden gegeven in de laboratoria van de Vakgroep Toegepaste materiaalwetenschappen, Technologiepark 903, 9052 Zwijnaarde.

Er kan een bedrijfsbezoek naar ArcelorMittal georganiseerd worden. Dit staat buiten het cursusprogramma en zal met de deelnemers overlegd worden.

## TAAL

De lessen worden in het Nederlands gegeven, maar het cursusboek is in het Engels opgemaakt. Een goede kennis van het Engels is dus vereist. De slides van de powerpoint-presentaties zijn overwegend in het Nederlands.

## DEELNEMINGSPRIJS

De deelnemingsprijs omvat lesgeld, cursusnota's, frisdranken, koffie en broodjes. Betaling geschiedt na ontvangst van de factuur. Alle facturen zijn contant betaalbaar dertig dagen na dagtekening. Alle vermelde bedragen zijn vrij van BTW.

	Prijs
Module 1: Basisconcepten v/d materiaalwetenschappen	€ 1.050
Module 2: Metallische materialen	€ 1.050
Module 3: Niet-metallische materialen: Polymeermaterialen	€ 450
Module 4: Niet-metallische materialen: Keramische stoffen	€ 450
Module 5: Niet-metallische materialen: Composieten	€ 450
<b>Modules 1 t.e.m. 5 (reductie)</b>	<b>€ 2.800</b>

Indien minstens één deelnemer van een bedrijf inschrijft voor een volledige opleiding (modules 1 t.e.m. 5) wordt voor alle bijkomende gelijktijdige inschrijvingen van hetzelfde bedrijf, per module of volledig pakket, een korting van 20% verleend. Facturatie geschiedt dan d.m.v. een gezamenlijke factuur.

Inschrijving gebeurt bij voorkeur via de website of door terugzending van het aangehecht deelnemingsformulier.

## HANDBOEK

Het Handboek "*Materials Science and Engineering: an introduction*" van William D. Callister, Jr. (€ 53,00 incl. BTW) wordt apart gefactureerd door de boekhandel.

## ANNULERING

Bij annulering tot uiterlijk 1 week voor de start van de opleiding blijft 25% van de deelnemingsbijdrage verschuldigd. Bij latere annulering wordt het volledig bedrag aangerekend, wat dan wel recht geeft op alle documenten die aan de deelnemers ter beschikking werden gesteld tijdens de cursus. Vervanging van aangemelde personen is enkel mogelijk voor deelnemers die geen getuigschrift van postacademische opleiding beogen.

## OPLEIDINGSSCHEQUES

De Universiteit Gent is erkend als opleidingsverstrekker in het kader van de opleidingscheques van het Vlaams Gewest. Voor de werkgevers verwijzen we naar de KMO-portefeuille, de opvolger van het BEA-systeem. U vindt meer info op [www.kmo-portefeuille.be](http://www.kmo-portefeuille.be) (gebruik autorisatiecode DV.0103 194).

## VOOR BIJKOMENDE INLICHTINGEN

Universiteit Gent, Instituut voor Permanente Vorming  
Els Van Lierde  
Technologiepark 913  
9052 Zwijnaarde  
Tel.: +32 9 264 55 82  
Fax: +32 9 264 56 05  
E-mail: [ivpv@UGent.be](mailto:ivpv@UGent.be)  
[www.ivpv.UGent.be](http://www.ivpv.UGent.be)

Indien u deze folder meerdere malen zou ontvangen, dan verzoeken wij u vriendelijk deze aan uw collega's te bezorgen en ons dit te melden via e-mail.

**Data onder voorbehoud van wijzigingen om onvoorziene redenen.**