

# CTM (M&M) Curriculumwijziging 2009-2010

Auteur: Betlem

Datum: 14 Mei 2009

Versie 2 (vervangt versie 3-3-2-2009)

## Historie<sup>1</sup>

In 2001 werd op de UT het bachelor-master-systeem ingevoerd. In overeenstemming met het vijfjarig programma telde de master Chemical Engineering initieel zes specialisaties: Procestechologie, Materiaaltechnologie, Chemie/Moleculaire Technologie, CT-Informatica, CT-Milieutechnologie en CT-Biomedische Technologie. Milieutechnologie bleek niet levensvatbaar, Biomedische Technologie is in 2003 gestopt nadat de master met eenzelfde naam van start was gegaan en CT-Informatica is gestopt toen de minor Informatica naar de bachelor werd verschoven. Deze master werd enkel door (HBO-)zijnstromers gevolgd.

In 2004 stroomden de eerste, bij CT opgeleide, bachelorstudenten de master in. Na een brede discussie in de faculteit CT, gestart begin 2002, werden in 2004 drie tracks ingevoerd: Process Technology, Materials Science and Technology en Molecular Science and Technology. Door de toenmalige decaan werd reeds in 2005 deze drie tracks, wegens gebrek aan studenten, teruggebracht tot twee tracks: Process Technology (PT) en Chemistry and Technology of Materials (CTM). Ook het aantal vakken in de master tracks werd sterk gereduceerd.

De CTM-track is in 2006 van start gegaan. Prof. Vancso en Prof. Blank hebben het curriculum voor de CTM-track opgesteld dat gebaseerd is op een homologatievak van 10 EC gevolgd door vier verplichte Advanced Materials Science (AMS) vakken van ieder 5 EC: (1) synthesis, (2) properties, (3) characterisation & analysis en (5) applications. Gekozen is voor een functionele indeling, waarbij zoveel mogelijk nadruk wordt gelegd op dwarsverbanden. De vakken zijn niet ingedeeld naar vakgebied. De homologatie, die een individuele invulling per student vraagt, is niet van de grond gekomen<sup>2</sup>. Het hoge ambitieniveau kon in de praktijk niet worden waargemaakt en daarom is het vak in 2007 vervangen door AMS-practicum/project. HBO-instromers krijgen aanvullende vakken via de HBO-premastertraject.

## Overwegingen

De opzet van de AMS-vakken bestaat nu vier jaar. De belangrijkste overwegingen om de huidige indeling aan te passen, komen voort uit een evaluatie van de voor- en nadelen van de huidige opzet zoals die in de praktijk in de afgelopen jaren naar voren zijn gekomen. Er is steeds een spanningsveld tussen enerzijds de functionele aanpak die verbanden en analogieën zichtbaar wil maken en anderzijds de aanpak per vakgebied die de relaties tussen synthese, eigenschappen en toepassingen beter voor het voetlicht brengt. Conclusies uit de huidige aanpak:

1. Het is essentieel om analogieën tussen de diverse materiaaltypen duidelijk te maken. Dit geldt vooral voor de onderwerpen *karacterisering* en *toepassingen*. Bij een onderwerp zoals *materiaalkeuze* is een zo breed mogelijk perspectief van belang. Dit maakt het niet alleen mogelijk om de achtergronden te begrijpen van de eigenschappen binnen (intra) de diverse categorieën moleculair en atomair opgebouwde materialen, maar ook tussen (inter) deze categorieën onderling. Bij het onderwerp *karacterisering* wordt enerzijds nadruk gelegd op de meetmethode zelf, maar anderzijds ook op de geschiktheid van een

---

<sup>1</sup> De notities, waaruit de informatie afkomstig is, zijn bij de auteur te verkrijgen.

<sup>2</sup> Homologatievak: The programme starts with an entry assessment to identify strengths and skills of the individual students. Each student will have a tutor and (if needed) a personal education programme. Basic knowledge is the materials science courses given during the bachelors CT, supplementary with state-of-the-art developments in materials science. For those CT-students, who have satisfactory knowledge, an alternative becomes available, this in mutual consult with the students. Possible ideas are: summer schools, lectures on specified subjects, short research projects in the research groups.

- meetmethode voor een bepaalde te bestuderen categorie van materialen of moleculen. Het leggen van verbanden wordt door de huidige aanpak functionele ondersteund.
2. Het benadrukken van de verbanden tussen synthese en eigenschappen van materialen, vraagt echter meer om een aanpak per vakgebied. Docenten die enkel bij het vak *synthese* of enkel bij *eigenschappen* doceren, kunnen zich moeilijk aan de scheiding houden.
  3. Organische en anorganische materialen verschillen soms zo wezenlijk in structuur-eigenschapsrelaties dat het moeilijk is ze onze één noemer te brengen.
  4. De overgang van de bachelorfase, waar de inhoud en de tentamenstof van de vakken in het algemeen duidelijk wordt aangegeven, naar de masterfase, waar de student meer zelf zijn weg moet vinden, blijkt groot. De studenten geven aan dat ze structuur missen.
  5. Organisatorische problemen:
    - Bij één vak zijn meerdere docenten betrokken. Iedere docent kiest een andere invalshoek, breedte/diepte en studiemateriaal, waardoor de prioriteiten binnen het vak niet altijd duidelijk zijn,
    - Doordat docenten niet op de hoogte zijn van de behandelde stof van andere docenten, ontstaat overlap,
    - Gebrek aan coördinatie, waardoor de doelstellingen en de inhoud van het vak en dus de tentamenstof niet altijd helder is.

## Voorstel

Het voorstel is om bovengenoemde problemen op te lossen door:

### 1. Afzonderlijke vakken per vakgebied

De sterkte van de functionele aanpak wordt aangehouden voor de onderwerpen *karacterisering* en *toepassingen*. De sterkte van de aanpak per vakgebied wordt toegepast voor de onderwerpen *synthese* en *eigenschappen*. Deze opzet leidt tot de volgende vakken:

1. AMM - Characterization  
coördinator: Dr. Schön
2. AMM - Organic materials science  
coördinator: Prof. Vancso
3. AMM - Inorganic materials science  
coördinator: Dr. Rijnders
4. AMM - Molecular and biomolecular chemistry and technology  
coördinator: Prof. Huskens
5. AMM - Applications  
coördinator: Dr. Lammertink

Nadeel van deze opzet is dat *het aantal verplichte vakken uitgebreid wordt van vier naar vijf*.

### 2. Minder docenten

De vakken staan onder leiding van de coördinator en de colleges worden verzorgd door twee docenten (bij uitzondering door drie docenten, zoals bij het onderwerp *karacterisering*). Het doel is om versnippering en overlap te voorkomen en daarmee tegemoet te komen aan één van de grootste bezwaren van de huidige opzet.

### 3. Meer modellering

De docenten worden verzocht, waar mogelijk bij de drie synthese en eigenschappen vakken, moleculaire modellering of modellering van eigenschappen te introduceren, omdat:

- meer verdieping wordt bereikt met kwantitatieve benadering dan met fenomenologische beschrijvingen,
- studenten worden gedwongen gedurende de loop van het vak intensiever met de stof bezig te zijn.

#### 4. Studiemateriaal

Het wordt aanbevolen een boek te gebruiken.

#### Curriculum

De uitbreiding van vier naar vijf verplichte vakken zal voor de meeste studenten geen probleem opleveren. Er blijft keuzeruimte voor leerstoelruimte voldoende.

Het curriculum is zo opgesteld dat:

- de drie *structure & properties* vakken vóór het betreffende practicum valt,
- een kwartiel maximaal twee verplichte vakken telt.

M 1.1	M 1.2	M 1.3	M 1.4
AMM Characterization	AMM Structure & properties Organic materials	AMM Structure & properties Inorganic materials	AMM Applications
AMM Molecular and Biomolecular CT	elective	AMM Project Organic materials	AMM Project Inorganic materials & Molecular S&T
elective	elective	elective	

#### Naamswijziging

Vanwege het wijzigende karakter van de track CTM, stelt de decaan voor de naam te veranderen in:

**Molecules & Materials**

Formatted: Dutch  
(Netherlands)

De huidige coördinatoren kunnen zich in deze naam vinden.

## AMM - Characterization

**Coordinator:** Dr. P.M. Schön

### Objectives and description

Materials Characterization refers to the use of techniques to probe into the internal structure and properties of molecules and materials. This course includes various modern, state-of-the-art analytical techniques to characterize structure and properties of advanced materials and molecules. It emphasizes the general applicability to organic and inorganic materials. The central goal is to provide a fundamental understanding of various aspects of molecular and continuum (macroscopic) scale characterization of organic and inorganic materials, which are divided into various problems:

1. Molecular characterization
2. Ensemble characterization
  - in solution
  - in solid state
3. Surface / Interface characterization
4. Heterogeneous systems: dispersions, particles.

### Contents

- Optical Microscopy ??<sup>3</sup>
- Electron Microscopy
- Diffraction Techniques (XRD, ED)
- Solution Characterization (Scattering, Chromatography (GPC, HPLC))
- Electronic Spectroscopy ??
- Vibrational Spectroscopy ??
- X-ray Photoelectron Spectroscopy
- Nuclear Magnetic Resonance
- Scanning Probe Microscopy

### Teachers

Schön, Rijnders, Velders

### Recommended Textbook

Yang Leng, Materials Characterization John Wiley & Sons, 2008.

---

<sup>3</sup> ?? = depends on bachelor subjects

**Coordinator:** Prof.dr.ir. J. Huskens

## Objectives

- to understand basic concepts from supramolecular chemistry such as molecular recognition
- to apply these concepts in chemical, biomolecular, and materials contexts

## Description

The course will discuss supramolecular systems going from basic molecular recognition (involving single, monovalent interactions), to systems with cooperativity and/or multivalency, and finally to large polyvalent systems. For all subclasses, molecular and biomolecular examples will be discussed as well as materials applications.

## Contents

1. Noncovalent interactions, development of supramolecular chemistry (Steed Ch 1, Excel modeling of thermodynamic equilibria)
2. Synthetic host-guest chemistry I: cation-binding hosts (Steed Ch 3)
3. Synthetic host-guest chemistry II: binding of guests in solution (Steed Ch 6)
4. Molecular recognition in biological systems, enzyme catalysis (parts of Steed Ch 2, 10, 12)
5. Molecular imprinting (review article), and other materials applications
6. Sensor concepts and sensor devices (Steed Ch 11 + review or topical articles)
7. Cooperativity: molecular and biomolecular (e.g. hemoglobin) examples (part of Steed Ch 10, Excel modeling of thermodynamic equilibria)
8. Multivalency: effective molarity concept, cyclization, cell membrane recognition (part of Steed Ch 10 + review article)
9. Polyvalent systems I: macromolecular assembly + supramolecular polymers (Steed Ch 14 + review article)
10. Polyvalent systems II: coordination polymers, MOFs (Steed Ch 9)
11. Polyvalent systems III: proteins and protein folding (Bruice + Steed Ch 10)
12. Polyvalent systems IV: virus assembly (Steed Ch 10 + review article)
13. Polyvalent systems V: DNA + artificial DNA constructs (Bruice + Steed Ch 2 + review article)
14. Polyvalent systems VI: layer-by-layer assembly (review article)
15. Polyvalent systems VII: supramolecular materials (review article)

## Study Material

- Book: JW Steed & JL Atwood: "Supramolecular Chemistry", 2009, 2nd edition, Wiley
- Book: PY Bruice: "Organic Chemistry", 2007, 5th edition, Pearson International Edition/Prentice Hall (or older edition) (chapters/paragraphs on structure of carbohydrates, proteins, and nucleic acids)
- Supplementary handouts (review articles, presentation files)

## AMM - Organic Materials Science

**Coordinator:** Prof.dr. G.J. Vancso

### Objectives and description

Organic materials feature enormous variations in their physical properties as a result of the tremendous wealth of the different possible existing molecular structures of carbon based compounds. The consequence of this plethora of properties is that function and use of organic materials can be tailored by controlling molecular structure virtually at will by using modern synthetic approaches, allowing one to realize many advanced applications, which belonged to the realm of fantasy just a few decades ago. In this lecture molecular structure-property relations will be discussed for the different types of (advanced) synthetic and natural (macromolecular) organic materials, including man-made polymers, liquid crystals, carbon allotropes (nanotubes, fullerenes and graphenes), dendrimers, nucleic acids, proteins and polysaccharides. Materials selection diagrams will be used to compare organic, inorganic, metallic and other materials, focusing on mechanical properties. Similarities and differences on the basis of molecular/atomic structures among the different classes of materials will be elucidated. Approaches will be treated which allow materials engineers to quantitatively estimate physical properties based on the molecular structure (by the so-called group contribution techniques). Effects of processing on structure (texture) and hence on properties will be demonstrated. A description and comparison of the major classes of the most frequently used industrial polymers for different function will complement this course. This is an advanced level graduate course, thus basic knowledge of organic chemistry, materials science and polymer science taught in the bachelor curriculum is a prerequisite and will be assumed.

### Contents (16 double lectures)

- Introduction (course overview, keywords of knowledge required, exam expectations, recommended literature) (lecture notes)
- Overview of structures of the major classes of organic materials: polymers, liquid crystals, carbon allotropes (nanotubes, fullerenes and graphenes), dendrimers, nucleic acids, proteins and polysaccharides (lecture notes)
- Materials selection diagrams, organic, metallic and ceramic materials – contrasts and similarities (M.F. Ashby, *Materials Selection in Mechanical Design*)
- Carbon allotropes as molecular building blocks (carbon nanotubes, fullerenes and graphenes)
- Dendrimers and hyperbranched structures
- Elastomers, rubber and hydrogels
- Liquid crystals as functional materials
- Relationships between polymer structure and properties Part I: main chain effects (H.R.Allcock et al., *Contemporary Polymer Chemistry*, 3rd Ed. Chapter 22)
- Relationships between polymer structure and properties Part II: side chain effects (H.R.Allcock et al., *Contemporary Polymer Chemistry*, 3rd Ed. Chapter 22)
- Group contribution techniques for estimating properties based on molecular structure (D.W. van Krevelen, *Properties of Polymers*); Calculation examples
- Industrial polymers (H. Ulrich, *Introduction to Industrial Polymers*)
- Influence of processing, texture and anisotropy Part I. (I.M. Ward, Editor, *Structure and Properties of Oriented Polymers*)
- Influence of processing, texture and anisotropy Part II. (I.M. Ward, Editor, *Structure and Properties of Oriented Polymers*)
- Electroactive organic materials
- Photonic organic materials (solar cells, light emitting organics, photochromism, photonic band gap materials)
- Natural organic engineering materials

**Study Material**

There is no single book recommended for this course. Lecture notes and literature specified in this course content and during the lectures will serve as study material. Students should actively use printed and digital literature and should develop the ability to search, group, filter and use literature available in electronic form. There will be office hours provided for individual consulting and discussions with students. There will be a written exam at the end (closed book).

Recommended general literature:

- J.M.G. Cowie, Valeria Arrighi, Polymers: Chemistry and Physics of Modern Materials, 3rd Edition, CRC Press.
- Jerold M. Schultz, Polymer Materials Science, Prentice Hall (Out of print, library copies available).
- Mary Anne White, Properties of Materials, Oxford University Press.
- W.D. Callister, Materials Science and Engineering, An Introduction, Wiley.

## **AMM - Inorganic Materials Science**

**Coordinator:** Dr.ing. A.J.H.M. Rijnders

### **Objectives and description**

Understanding and being able to apply fundamental aspects of the structure/composition in relation to the properties and performance of advanced inorganic materials

This course will provide knowledge of fundamental aspects of the structure/composition in relation to the properties and performance of advanced inorganic materials. These are novel materials or modified materials with new or enhanced properties to cope with the increased demands in technological applications. These are, amongst others, electronic applications (dielectrics and ferroelectrics), optical applications (transparent conducting oxides) and materials for energy production and storage (ionic conductors, and mixed electronic/ionic conductors).

### **Contents**

- Ferroelectrics/piezoelectrics: focus on the structure and symmetry in relation to polarization.  
In the course, novel techniques (epitaxy) will be shown to modify the crystalline structure and thereby enhance ferroelectric properties. Central question: how can we change the structure to enhance polarization. Example materials are BaTiO<sub>3</sub> and Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub>
- Optical properties: focus on relation to electrical properties.  
Furthermore, novel transparent conducting oxides will be treated. In this topic, crystal field and ligand field theory will be addressed.
- Defects: focus on formation of defects in inorganic materials.  
How does these defects influence the properties.
- Doping: dopants can enter host crystal lattice and modify the properties, resulting in very rich phase diagrams.  
Central question to be addressed: how can we change composition to modify and enhance properties. Example materials: (La,Sr)MnO<sub>3</sub>, (La,Sr)TiO<sub>3</sub>

### **Study Material**

R. Tilley, Understanding solids: the science of materials, Wiley, 2007



## **AMM - Applications**

**Coordinator:** Dr.ir. R.G.H. Lammertink

### **Objectives**

- To gather insight in diverse set of aspects that is relevant during the process towards commercialization of a materials technology.
- Get experience with project planning, mind mapping, and reporting.
- Independently retrieving relevant patent literature.
- Define and describe potential market groups. To make a justified selection based on marketing aspects.
- Construct a profit-loss balance and to be able to set up a budget estimation.

### **Contents**

Students work in groups of 4 or 5 on a project that is handed to them. Starting point of this project is a patent (preferably a UT patent) on a materials technology topic. Each group constructs a mind map and a planning at the start of the project. Three distinct presentations are required by each group, based on patent situation, marketing aspects, and budget aspects. The course is finalized by a final report and a so called "elevator pitch" by each group, where a small jury of "potential investors" is present.

### **Study Material**

A patent; Handouts of the presentations; Papers and readers.