

Chimie du Solide

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	16:00:00	Nom	C. Tendero	Chimie Inorganique
Cours-TD	0:00:00			
TD	9:20:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		3
				Mode d'Evaluation
				Epreuve écrite

Connaissances et Capacités

connaître les structures cristallines types et la nature des liaisons mises en œuvre, savoir les représenter en 2D/3D, savoir calculer l'énergie réticulaire,
 Connaître les différents types de défauts dans les solides et appréhender leur influence sur les propriétés physiques notamment électriques du solide ;
 Connaître les mécanismes de déplacement des ions dans un solide et être capable d'appréhender la relation structure-propriété de conduction ionique ;
 Savoir décrire le fonctionnement d'un système impliquant un matériau en tant qu'électrolyte solide ;
 Connaître les grandes voies d'élaboration des solides notamment par réaction solide-solide et par chimie douce.

Contenu du cours- Syllabus

Structures cristallines des cristaux métalliques, ioniques, covalents et moléculaires;
 Liaisons dans les cristaux, énergie réticulaire;
 Défauts et non-stœchiométrie dans les solides;
 Conductivité ionique dans les solides;
 Les méthodes d'élaboration des solides;

Ouvrages de Référence

Chimie inorganique, A. Casalot, A. Durupthy (Hachette Supérieur)
 Introduction à la Chimie du Solide, L. Smart, E. Moore (Masson Enseignement de la Chimie)
 Chimie des Solides, JF Marucco (EDP Sciences)
 Solid State Chemistry and its Applications, AR West (John Wiley & Sons)

Chimie Moléculaire

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	20:00:00	Nom	P. Serp	Chimie Inorganique
Cours-TD	0:00:00			
TD	10:40:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		3
				Mode d'Évaluation
				Epreuve écrite

Connaissances et Capacités

-connaître les bases en chimie de coordination (aspects fondamentaux de la liaison et des structures des complexes).
Avoir une vue d'ensemble de la chimie de coordination appliquée à la catalyse homogène (réactivité chimique, applications).

Contenu du cours- Syllabus

1. Introduction
2. Rappel sur la liaison métal-ligand
3. Structure et isomérisation des complexes
4. Formalisme de Green et nomenclature
5. Réaction des composés de coordination
6. Réactions élémentaires en catalyse homogène
7. Réactions de catalyse homogène :
 - Isomérisation
 - Oligomérisation
 - Polymérisation
 - Métathèse
 - Hydrogénation
 - Carbonylation
 - Hydroformylation

Ouvrages de Référence

Chimie inorganique, D.F. Shriver, P.W. Atkins - DeBoeck (2001), ISBN : 2-7445-0110-7
Chimie inorganique, J. Huheey & R. Keiter & E. Keiter - DeBoeck (2000), ISBN : 2-8041-2112-7
The organometallic chemistry of the transition metals, R.H. Crabtree – Wiley (2009), ISBN : 0470257628
Applied homogeneous catalysis with organometallic compounds, B. Cornils & W.A. Hermann – Wiley (2002), ISBN: 978-3-527-30434-9

Electrochimie

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	2:40:00	Nom	M. Betbeder	Sciences industrielles
Cours-TD	0:00:00			
TD	9:20:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	TICE		1
				Mode d'Evaluation
				Epreuve écrite

Connaissances et Capacités

Connaître les bases de thermodynamique et de cinétique indispensables à la compréhension des phénomènes électrochimiques.

Maîtriser le tracé des courbes intensité-potentiel.

Comprendre le principe de fonctionnement des générateurs, des récepteurs et des capteurs électrochimiques, savoir déterminer les grandeurs électrochimiques associées et optimiser leur fonctionnement.

Contenu du cours- Syllabus

Cours TICE sur la plateforme Moodle : supports de cours en ligne, versions sonorisées.

Thermodynamique électrochimique (électrodes, potentiel d'électrode et diagrammes de Pourbaix).

Cinétique électrochimique (courbes intensité-potentiel, limitations réactionnelle et diffusionnelle).

Applications en génie électrochimique (caractéristiques des générateurs électrochimiques et exemples d'électrolyses industrielles).

Analyse électrochimique (capteurs potentiométriques, ampérométriques et conductimétriques).

Ouvrages de Référence

C. Rochaix. Electrochimie. Nathan. 1996. 239p.

C. Lefrou, P. Fabry, JC. Poignet. L'électrochimie. Fondamentaux. Grenoble Sciences. 2009. 368 p.

AJ. Bard, LR. Faulkner. Electrochimie : principes, méthodes, applications. Masson. 1983. 791p.

B. Trémillon. Electrochimie analytique et réactions en solution. Masson. 1993. 613p.

Mécanismes réactionnels avancés

Volume Horaire	
Cours	8:00:00
Cours-TD	0:00:00
TD	16:00:00
TP	0:00:00

Responsable Pédagogique	
Nom	F. Silvestre

Unité d'Enseignement
Outils et stratégies de synthèse organique

Pédagogie Active
0

Coefficient
1,5

Mode d'Evaluation
Oral (2 journées à l'EdT)

Connaissances et Capacités

Comprendre les mécanismes réactionnels avancés de la chimie organique. Etre capable de développer une démarche scientifique pertinente lors de la synthèse de nouvelles molécules. Etre capable de concevoir, d'élaborer et de maîtriser les stratégies de synthèse de molécules organiques complexes.

Contenu du cours- Syllabus

Réactivité fonctionnelle et mécanistique (réactions de transposition, réactivité des ylures de soufre et de phosphore, réactions d'oxydation et de réduction) - Protection et déprotection des principales fonctions organiques – Logique et ordonnancement d'une synthèse - Synthèses multiétapes complexes -

Ouvrages de Référence

- Chimie organique : Pierre Grécias (Dunod) - Chimie organique : René Milcent (Edp sciences)
 - Traité de chimie organique : K. Peter C. Vollhardt – Neil Eric Shore (De Boeck Université) -
 Stéréochimie des composés organiques : Ernest Eliel (Tec et Doc) - Quelques concepts directeurs de la Chimie organique : Pierre Laszlo (Ellipses) - Chimie organique : Pierre Vogel (De Boeck Université) -
 Les bases de la chimie organiques : Guy Decodts (coll. PCEM) - Invitation à la chimie organique : Johnson Williams (De Boeck Université) - Comprendre la chimie organique : Alain Lassalle (Ellipses) -
 Chimie organique, licence de chimie : Christian Bellec (Vuibert) – Chimie organique : Jonathan Clayden, Nick Greeves, Stuart Warren (De Boeck Université) – Mécanismes réactionnels en chimie organique : méthodes synthétiques, stéréochimie et réactions modernes : Reinhard Bruckner (De Boeck Université) -

Méthodologie Expérimentale

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	4:00:00	Nom	C. Tendero	Métiers de l'Ingénieur
Cours-TD	0:00:00			
TD	5:20:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				Epreuve écrite 1:30:00

Connaissances et Capacités

Savoir mettre en œuvre un plan de criblage (choix du plan, des facteurs, du domaine expérimental).
Savoir analyser ce plan : hiérarchisation des facteurs, modélisation type "boite noire" de la relation réponse / facteur, validation du modèle, significativité des effets.

Contenu du cours- Syllabus

Les plans de criblage : plans fractionnaires & plans de Taguchi

Ouvrages de Référence

Opérations unitaires

Volume Horaire	
Cours	8:00:00
Cours-TD	0:00:00
TD	10:40:00
TP	0:00:00

Responsable Pédagogique	
Nom	J. Albet

Unité d'Enseignement
Sciences industrielles

Pédagogie Active
app

Coefficient
2,5

Mode d'Evaluation
Epreuve écrite

Connaissances et Capacités

Savoir dimensionner, sur la base du concept d'étage théorique et de méthodes de construction graphique les procédés de séparation les plus couramment utilisés en Génie des Procédés : la distillation, l'absorption et l'extraction-liquide-liquide.

Comprendre et analyser le fonctionnement de ces opérations afin de dégager les paramètres prédominants.

Comprendre les écoulements dans les milieux poreux, savoir calculer la perte de charge de ces écoulements.

Contenu du cours- Syllabus

Méthodes de dimensionnement des opérations unitaires du génie des procédés basées sur la notion d'étage d'équilibre : rectification de mélanges binaires, absorption isotherme, extraction liquide liquide.

Etude des écoulements dans les garnissages et milieux poreux.

Ouvrages de Référence

Outils et stratégie de synthèse

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	4:00:00	Nom	F. Silvestre	Outils et stratégies de synthèse organique
Cours-TD	0:00:00			
TD	6:40:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		2
				Mode d'Evaluation
				Epreuve écrite

Connaissances et Capacités

Etre capable de développer une démarche scientifique pertinente lors de l'approche rétrosynthétique de molécules complexes. Etre capable d'imaginer, concevoir, élaborer et maîtriser des stratégies de synthèse de molécules complexes, chirales et achirales.

Contenu du cours- Syllabus

Approche rétrosynthétique – Rétrosynthèse : formalisme et définition - Notion de rétron – Opérations rétrosynthétiques – Synthons et équivalents synthétiques -

Ouvrages de Référence

- Chimie organique : Pierre Grécias (Dunod) - Chimie organique : René Milcent (Edp sciences)
 - Traité de chimie organique : K. Peter C. Vollhardt – Neil Eric Shore (De Boeck Université) -
 Stéréochimie des composés organiques : Ernest Eliel (Tec et Doc) - Quelques concepts directeurs de la Chimie organique : Pierre Laszlo (Ellipses) - Chimie organique : Pierre Vogel (De Boeck Université) -
 Les bases de la chimie organiques : Guy Decodts (coll. PCEM) - Invitation à la chimie organique : Johnson Williams (De Boeck Université) - Comprendre la chimie organique : Alain Lassalle (Ellipses) -
 Chimie organique, licence de chimie : Christian Bellec (Vuibert) – Chimie organique : Jonathan Clayden, Nick Greeves, Stuart Warren (De Boeck Université) – Mécanismes réactionnels en chimie organique : méthodes synthétiques, stéréochimie et réactions modernes : Reinhard Bruckner (De Boeck Université) -

Physico chimie nucléaire

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	5:20:00	Nom	C. Dufaure	Sciences industrielles
Cours-TD	0:00:00			
TD	4:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				Soutenance Orale + Epreuve écrite

Connaissances et Capacités

Connaître, comprendre et mettre en œuvre les principes de la radioprotection

Contenu du cours- Syllabus

Notions fondamentales sur la constitution des noyaux, les différents processus et les lois de la radioactivité; dosimétrie et radioprotection

Ouvrages de Référence

Manuel de radioactivité à l'usage des utilisateurs, Jacques FOOS et Guy LEMAIRE (1997), Editions Formascience.

Projet Professionnel Stage 1A

Volume Horaire	
Cours	0:00:00
Cours-TD	0:00:00
TD	0:00:00
TP	0:00:00

Responsable Pédagogique	
Nom	C. Brandam

Unité d'Enseignement
Sciences et culture de l'ingénieur

Pédagogie Active
0

Coefficient
1

Mode d'Evaluation
Passeport Projet Professionnel

Connaissances et Capacités

Analyser le fonctionnement d'une entreprise.
 Analyser les métiers d'une entreprise et se projeter vis-à-vis de son projet professionnel.
 Rédiger une fiche de synthèse sur les activités menées durant le stage.
 Mettre à jour son projet professionnel.

Contenu du cours- Syllabus

Effectuer un stage en entreprise de 4 semaines minimum.
 Mettre à jour son PPP : fiche stage 1A, REX forums, Carré d'atout.

Ouvrages de Référence

Réactions péricycliques

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	1:20:00	Nom	J. Volkman	Outils et stratégies de synthèse organique
Cours-TD	0:00:00			
TD	10:40:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	PEG / cours inversé		1,5
		Moodle : JSME		
				Mode d'Evaluation
				Epreuve écrite

Connaissances et Capacités

Est capable de déterminer la faisabilité (permise/interdite) et le résultat d'une réaction péricyclique en utilisant le modèle de Dewar-Zimmerman, les règles de généralisées de Woodward-Hoffmann et les orbitales frontières (Fukui).

Est capable d'utiliser la modélisation moléculaire pour prédire la faisabilité et le résultat d'une réaction péricyclique par l'étude des orbitales moléculaires et des points stationnaires.

Est capable de proposer une réaction péricyclique comme étape dans la synthèse de molécules organiques complexes.

Contenu du cours- Syllabus

- Rappels de chimie théorique sur l'aromaticité selon Hückel et présentation de l'aromaticité selon Möbius.
- Présentation des cinq grandes classes de réactions péricycliques
- Présentation des modèles théoriques :
 - Théorie de Dewar-Zimmerman
 - Théorie de la conservation des éléments de symétrie lors d'une transformation (Woodward-Hoffmann)
 - Théorie des orbitales frontières (Fukui)
- Applications aux réactions péricycliques avec l'appui de la modélisation moléculaire (SPARTAN Student).

Département Chimie (CH)

Deuxième année, Premier semestre

Martine.Urrutigoity@ensiacet.fr ; Sophie.ThiebaudRoux@ensiacet.fr

Ouvrages de Référence

[Le Floch, P. Introduction à la chimie moléculaire par la théorie des orbitales frontières. France : Centre Poly-Média de l'Ecole Polytechnique, 2006. 259 p. ISBN 2-7302-1334-1.](#)

Anslyn, E. V., Dougherty D. A. *Modern Physical Organic Chemistry*. United States of America: University Science Books, 2006. 1099 p. ISBN 978-1-891389-31-3.

Lowry, T. H., Schueller Richardson, K. *Mechanism and Theory in Organic Chemistry*, 1987. 1090p. ISBN 0-06-044084-8.

Carey, F. A., Sundberg, R. J. *Chimie Organique Avancée : Tome 1. Structures moléculaires et mécanismes réactionnels*. Belgique : De Boeck Université, 1996. 840 p. ISBN 2-8041-2295-6.

Carey, F. A., Sundberg, R. J. *Chimie organique avancée. Tome 2. Réactions et synthèses*. Belgique : De Boeck Université, 1997. 832 p. ISBN 2-8041-2349-9.

RMN

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	4:00:00	Nom	O. Dechy-Cabaret	Outils et stratégies de synthèse organique
Cours-TD	0:00:00			
TD	5:20:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
				Mode d'Evaluation
				Epreuve écrite

Connaissances et Capacités

Savoir interpréter un spectre RMN (1H, 13C, 31P, 19F ou autres noyaux) en 1 ou 2 dimensions pour résoudre des questions de suivi de réactions, de quantification et de détermination de structure.

Contenu du cours- Syllabus

Chapitre 1 : RMN : principes et aspects pratiques
Chapitre 2 : Interprétation de spectres 1D
Chapitre 3 : Interprétation de spectres 2D

Ouvrages de Référence

La spectroscopie de RMN H. Günther Ed. Masson, 1994.
Méthodes spectroscopiques pour la chimie organique M. Hesse, H. Meier, B. Zeeh, Ed. Masson, 1997.
Identification spectrométrique de composés organiques Silverstein, Webster, Kiemle, Ed. De Boeck, 2007.
Nuclear Magnetic Resonance P. J. Hore, Oxford University Press, 1995.

Sciences Industrielles : catalyse hétérogène industrielle

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	8:00:00	Nom	J. Bousquet	Sciences industrielles
Cours-TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TD	0:00:00	0		0,5
TP	0:00:00	Mode d'Evaluation		
				4 Séminaires Obligatoires + Rapport

Connaissances et Capacités

Comprendre – à l'aide d'exemples - la démarche scientifique et technologique qui permet de passer de l'écriture des réactions chimiques et des caractéristiques thermodynamiques de celles-ci au choix des catalyseurs hétérogènes utilisés industriellement et - in fine - au dessin du procédé industriel.

Contenu du cours- Syllabus

Le cours ne concerne que les catalyseurs hétérogènes et des procédés industriels les mettant en œuvre

Il est constitué de deux parties :

- la première est un ensemble de fiches décrivant les grands procédés catalytiques permettant de produire les plus importants intermédiaires de l'industrie chimique de base
- la deuxième montre comment ont été mis au point trois procédés catalytiques de dépollution d'effluents d'automobiles à alimentation essence ou diesel et de fumées industrielles contenant NO_x, SO₂ et éventuellement poussières.

La plupart des diapositives présentées en cours sont en anglais

Ouvrages de Référence

- procédés de pétrochimie (tomes 1 et 2) de A. Chauvel, G. Lefebvre et L. Castex (Ed Technip 1985)
- automobiles and pollution de P Degobert (Ed. Technip 1995)
- applied heterogeneous catalysis de JF Le Page (Ed Technip 1987)

Sécurité des procédés - Evaluation des Risques Professionnels

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	6:40:00	Nom	N. Gabas	Métiers de l'Ingénieur
Cours-TD	0:00:00			
TD	6:40:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	0:00:00	0		1
Mode d'Evaluation				
Epreuve écrite : 1:30:00 pour Sécurité des procédés + EvRP : soutenance orale + support écrit				

Connaissances et Capacités

Sécurité des procédés :

- Connaître le vocabulaire spécifique de la sécurité des procédés
- Connaître le contexte réglementaire européen et français concernant les risques industriels majeurs
- Connaître les principales méthodes d'analyse des risques d'un procédé chimique
- Etre capable d'effectuer l'analyse des risques d'un procédé chimique simple

Evaluation des risques professionnels :

- Connaître : le cadre législatif des risques professionnels ; les 9 principes généraux de prévention ; la démarche d'évaluation des risques professionnels.
- Etre capable d'effectuer l'évaluation des risques professionnels sur un poste de travail d'une entreprise à partir d'un outil multimédia

Contenu du cours- Syllabus

Sécurité des procédés :

- Contexte réglementaire européen et français concernant les risques industriels majeurs
- Principales méthodes d'Analyse des risques d'un procédé chimique

Evaluation des risques professionnels :

- Principales définitions
- Cadre législatif
- Les 9 principes généraux de prévention
- Elaboration du Document Unique
- Sources d'informations

Ouvrages de Référence

- André Laurent, **Sécurité des procédés chimiques**, Editions TEC et DOC, Lavoisier, 2003
- NF EN 31010, **Gestion des risques – Techniques d'évaluation des risques**, juillet 2010
- Prévention, Sécurité, Santé au Travail de A à Z! Le Manuel de Référence, Editions PREVENTION, Octobre 2011

TP Chimie Inorganique

Volume Horaire	
Cours	0:00:00
Cours-TD	0:00:00
TD	0:00:00
TP	63:00:00

Responsable Pédagogique	
Nom	J. Durand

Unité d'Enseignement
Chimie Inorganique

Pédagogie Active
0

Coefficient
4

Mode d'Evaluation
Contrôle continu

Connaissances et Capacités

Acquérir des connaissances dans le domaine de la synthèse des solides par cristallisation en solution, par dépôt chimique en phase vapeur, en tube scellé, par électrolyse, par réaction solide-solide. Savoir établir la relation entre la méthode de synthèse et le produit obtenu à l'aide de techniques analytiques. Savoir utiliser des techniques de caractérisation comme : diffraction RX, spectroscopie infra-rouge, UV-visible, absorption atomique, analyse thermogravimétrique, microscopie électronique à balayage, RMN.

Apprentissage de l'utilisation de rampe de synthèse vide argon.

Partie expérimentale :

- Synthèse de complexes de coordination et organométallique sous atmosphère contrôlée.
- Purification de composé moléculaire par : Recristallisation, Sublimation, Séparation sur alumine
- Caractérisation : Point de fusion, Spectroscopie : UV-vis, IR, RMN
- Initiation à l'utilisation de gaz : Complexation et activation du dioxygène.
- Initiation à la catalyse en synthèse : Oxydation catalytique de phénols par le dioxygène, Catalyse organométallique : réaction de Heck et isomérisation d'alcènes

Partie théorique :

- Théorie des champs de ligands, série spectrochimique...
- Théorie des groupes et analyse IR
- Modélisation moléculaire (SPARTAN Student) et approche expérimentale.

Contenu du cours- Syllabus

Synthèses de matériaux par différentes voies (ferrites, bronze, phosphates, pérovskites, zéolites...). Synthèses d'organométalliques (molécules modèles, catalyseurs, ferrocène...). Caractérisation des composés obtenus.

Ouvrages de Référence

TP Chimie Organique

Volume Horaire		Responsable Pédagogique		Unité d'Enseignement
Cours	0:00:00	Nom	I. Alric	Outils et stratégies de synthèse organique
Cours-TD	0:00:00			
TD	0:00:00	Pédagogie Active		Coefficient
TP	42:00:00	0		3
				Mode d'Evaluation
				Epreuve écrite + Contrôle Continu

Connaissances et Capacités

Savoir analyser les diverses étapes d'un protocole opératoire, savoir mettre en œuvre les techniques les mieux adaptées à la séparation et à la caractérisation des produits synthétisés,
 Savoir identifier les paramètres clés de procédés de synthèse,
 Savoir mener une réflexion sur les conditions de sécurité du procédé de synthèse et sa mise en œuvre industrielle,
 Analyser la pureté des produits obtenus par différentes techniques d'analyse (RMN proton, carbone, 2D, IR, CPG).
 Savoir rédiger un cahier de laboratoire.
 Appliquer les règles de sécurité dans un laboratoire de chimie organique.

Contenu du cours- Syllabus

Durant ces travaux pratiques, les étudiants apprennent :

- à manipuler des produits chimiques en respectant les consignes de sécurité,
- à réaliser des montages pour la synthèse organique,
- à mettre en œuvre des réactions,
- les techniques courantes de purification des produits.

Quatre réactions sont réalisées :

- Synthèse de la benzalacétone et de la dibenzalacétone (10,5h) : étude d'une réaction de condensation aldolique, obtention d'un solide (dibenzalacétone) ou d'un liquide (benzalacétone) en fonction de la stœchiométrie des réactifs utilisés, mise en œuvre d'extraction liquide-liquide, utilisation de l'évaporateur rotatif, distillation sous pression réduite, filtration, recristallisation, analyse du produit purifié (RMN proton, IR).
- Synthèse diénique (10,5h) : étude de la compétition entre une réaction d'élimination et une réaction de transposition (pinacolone et diméthylbutadiène), analyse du produit intermédiaire purifié (RMN proton, CPG, détermination du taux de diméthylbutadiène et pinacolone), réaction de Diels-Alder, recristallisation, analyse du produit purifié (RMN proton, carbone, 2D, IR).
- Réaction de substitution électrophile - Synthèse de l'acide 2-(4-toluy)benzoïque (10,5h) : réaction de Friedel et Crafts, synthèse en milieu anhydre, réalisation d'un piège à HCl,

distillation azéotrope, précipitation du produit sous l'effet du pH, recristallisation, analyse du produit purifié (RMN proton, IR).

- Réaction de Prins (10, 5h) : catalyse par une résine acide, préparation de la résine, mesure de la capacité de la résine, application d'un protocole issu d'une publication rédigée en anglais, analyse du produit purifié (RMN proton, COSY, IR).

Ouvrages de Référence

Disponibles à la médiathèque :

- *Travaux pratiques de chimie : de l'expérience à l'interprétation*, Thomas Barilero, Aurélie Deleuze, Matthieu Émond... [et al.], Paris, Éd. Rue d'Ulm, 2013
- *Practical synthetic organic chemistry : reactions, principles, and techniques*, Stéphane Caron, Hoboken (N.J.), Wiley, 2011
- *Reactions and syntheses in the organic chemistry laboratory*, Lutz F. Tietze, Theophil Eicher, Ulf Diederichsen, Weinheim, Wiley, 2015
- *Essential practical NMR for organic chemistry*, S.A. Richards, J.C. Hollerton, Chichester, Wiley, 2011