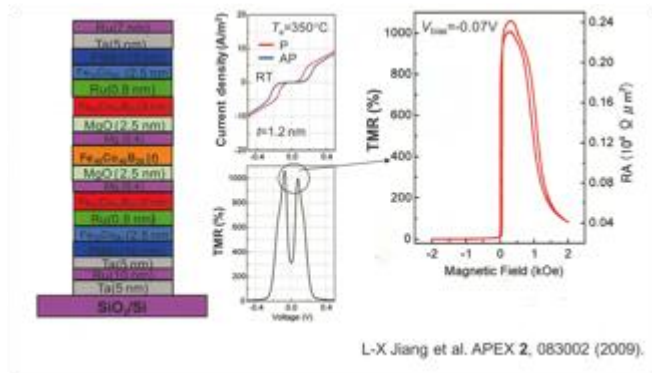
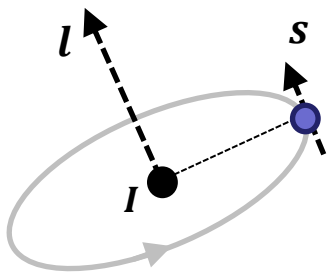


Temat 1: *Obserwacja procesów przemagnesowania w tlenkowych nanostrukturach spintronicznych przy użyciu metod synchrotronowych*

Temat 2: *Zastosowanie metod STXM i RIXS-MCD do badania oddziaływań magnetycznych w ferrofluidach i nanokompozytach*



commons.wikimedia.org



Materiały magnetyczne i metody ich badania

$$\mu_{\text{eff}} = g \frac{e\hbar}{2m} \sqrt{J(J+1)}$$

$$J = L \pm S \quad \vee \quad J = \Sigma j$$

Techniki magnetometryczne

Magnetometria masowa (torque, VSM, SQUID)

Podatność magnetyczna



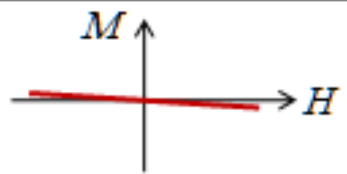

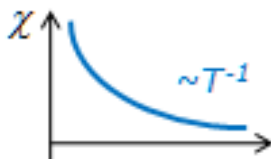
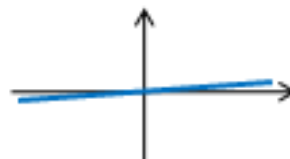

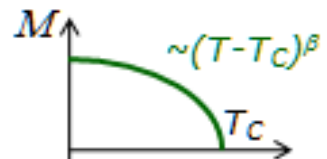
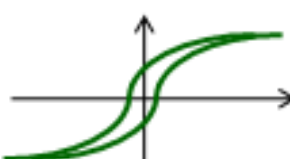

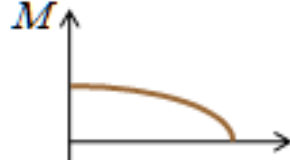
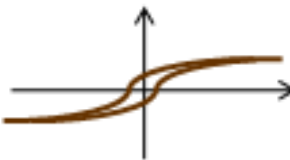

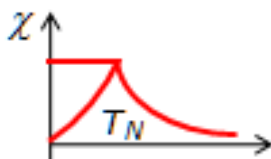

Efekt Kerra (MOKE)

Dyfrakcja neutronów

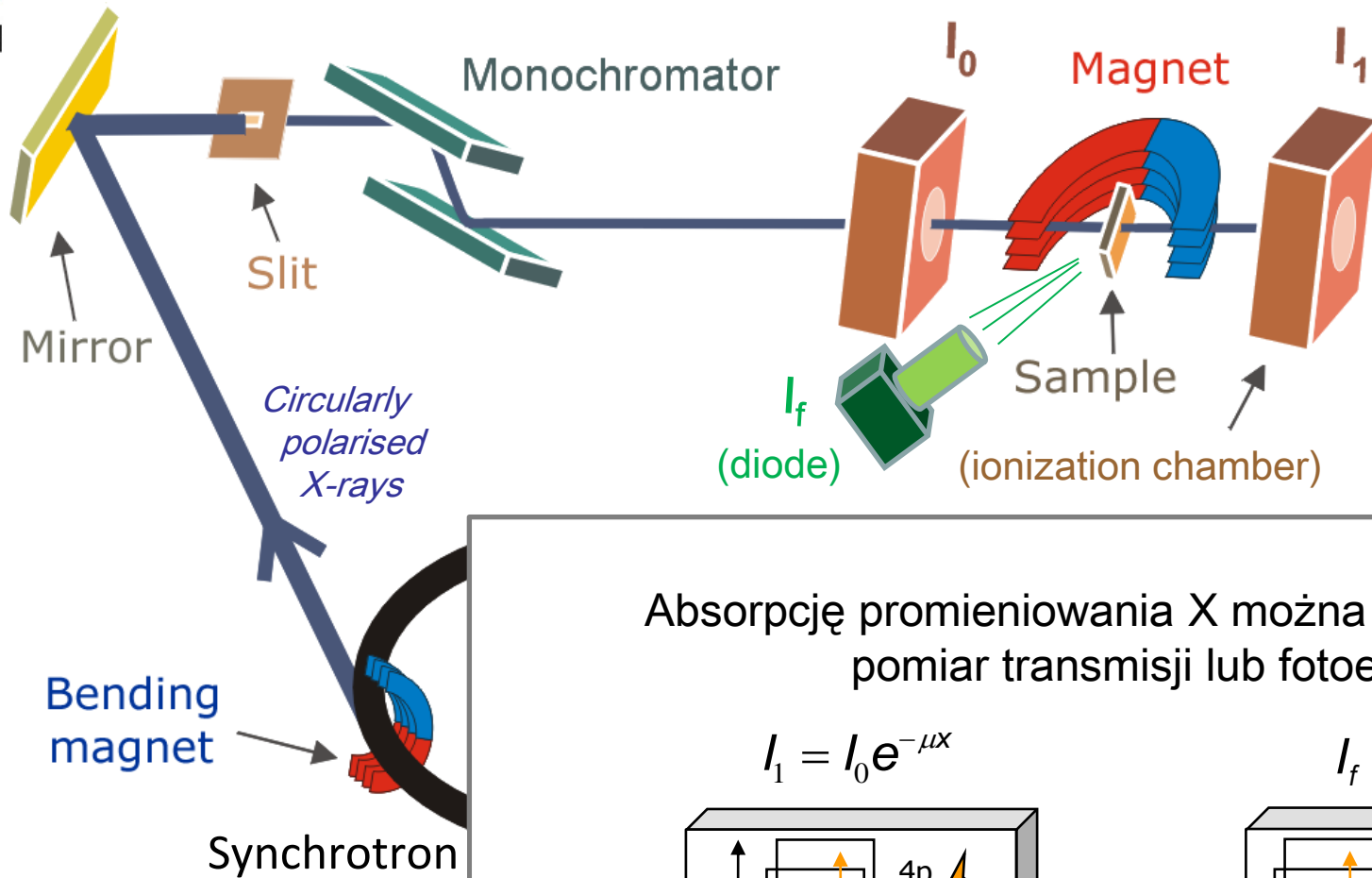
μ SR, NMR

Spektroskopia Mössbauera

XRMS, **XMCD**, XMLD

	Picture	T dependence	H dependence
	Diamagnetic 		
	Paramagnetic 		
	Ferromagnetic 		
	Ferrimagnetic 		
	Antiferromagn. 		

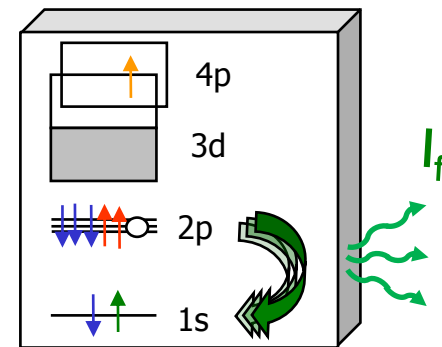
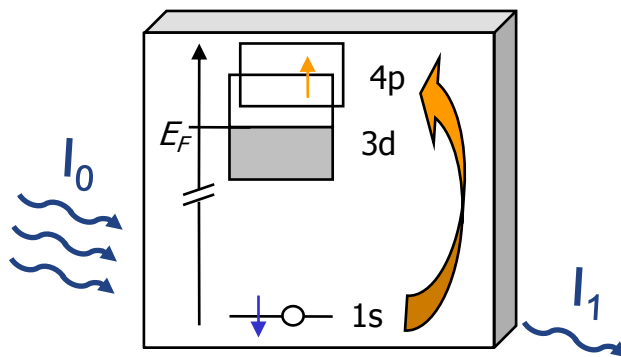
Zaadoptowane z: S.Blundell, *Magnetism in Condensed Matter*, Oxford Uni. Press (2001)



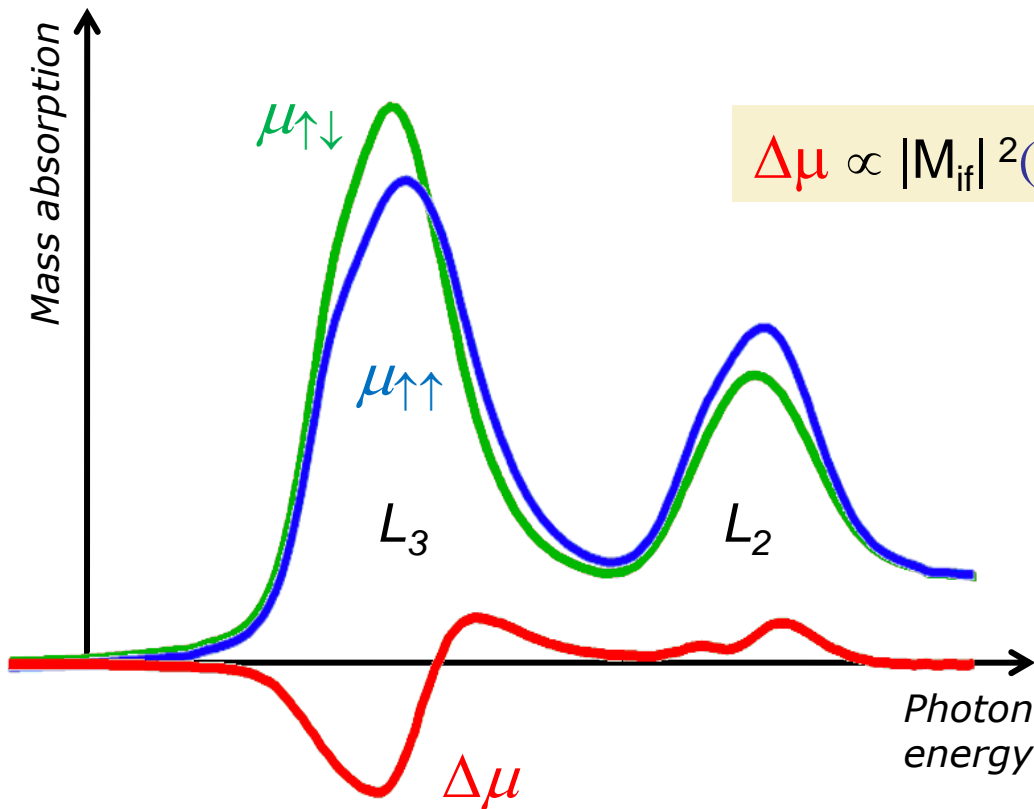
Absorpcję promieniowania X można badać poprzez pomiar transmisji lub fotoemisji

$$I_1 = I_0 e^{-\mu x}$$

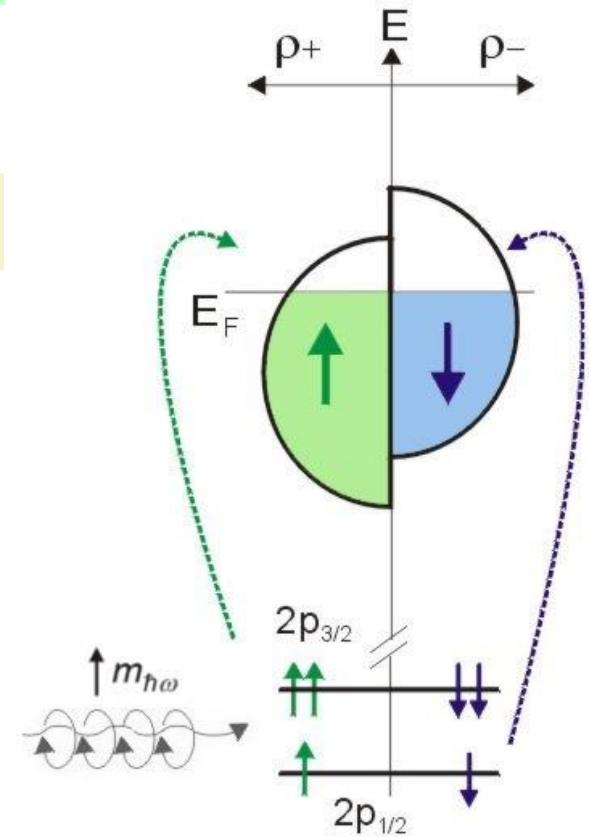
$$I_f \sim I_0 \mu$$

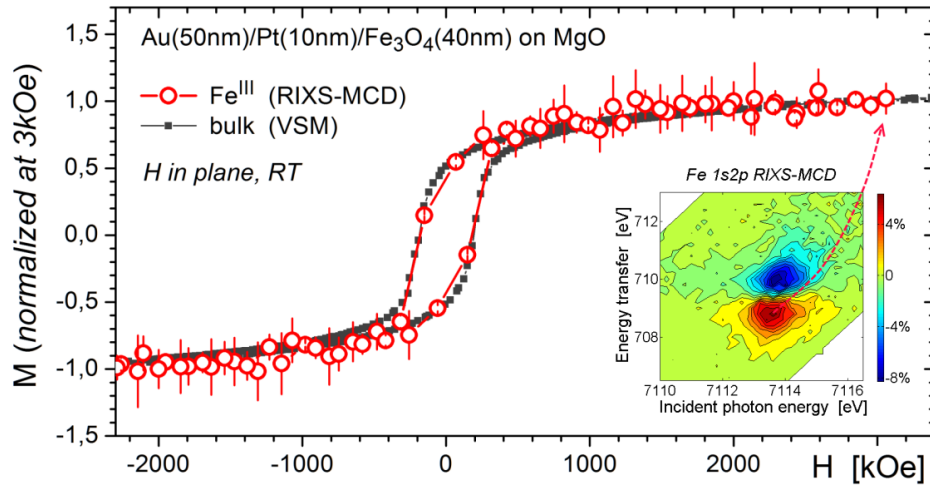
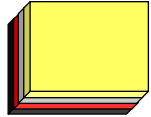


Metoda selektywnego pomiaru momentu magnetycznego wybranego pierwiastka w próbce



$$\Delta\mu \propto |M_{if}|^2(\rho_+ - \rho_-)$$





Dwuwymiarowa spektroskopia magnetyczna **RIXS-MCD**

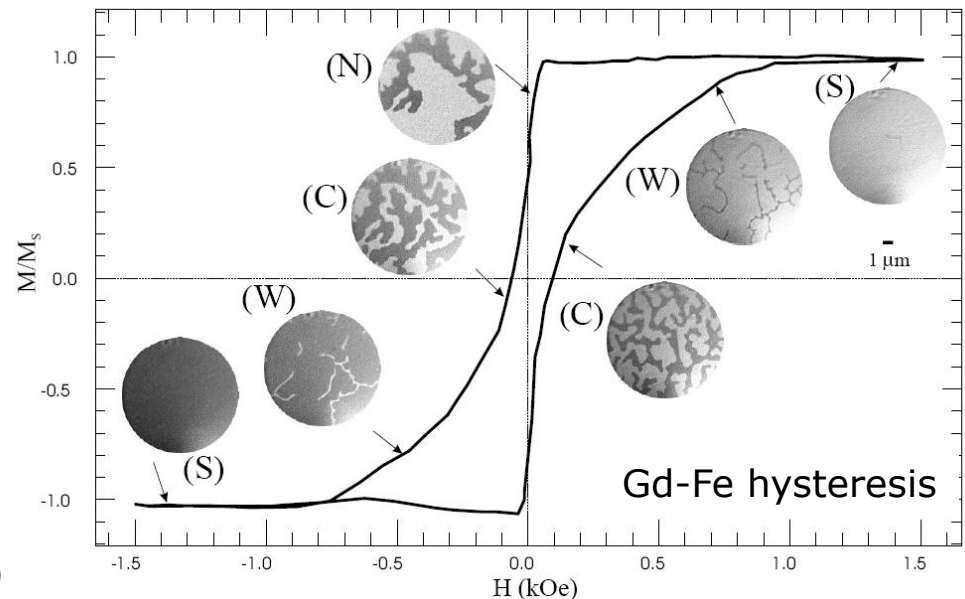
- *Silny sygnał magnetyczny i znaczna głębokość próbkowania (~10 μ m) dla materiałów tlenkowych*

M. Sikora et al., J. Appl. Phys. (2012)

Mikroskopia magnetyczna **STXM**

- *Wysokorozdzielcze (~40nm) obrazy domen magnetycznych w transmisji, pomiar dla wybranych pierwiastków*
- *Konieczne cienkie próbki (~100nm) i „przezroczyste” podłoże*

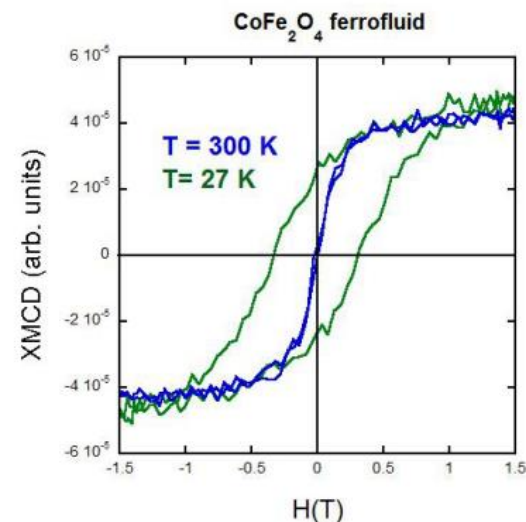
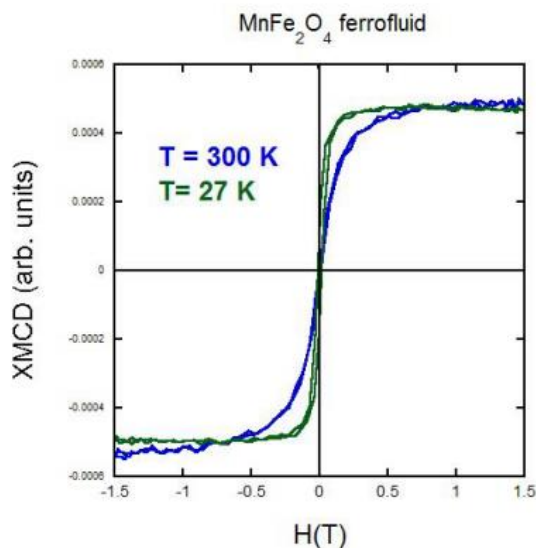
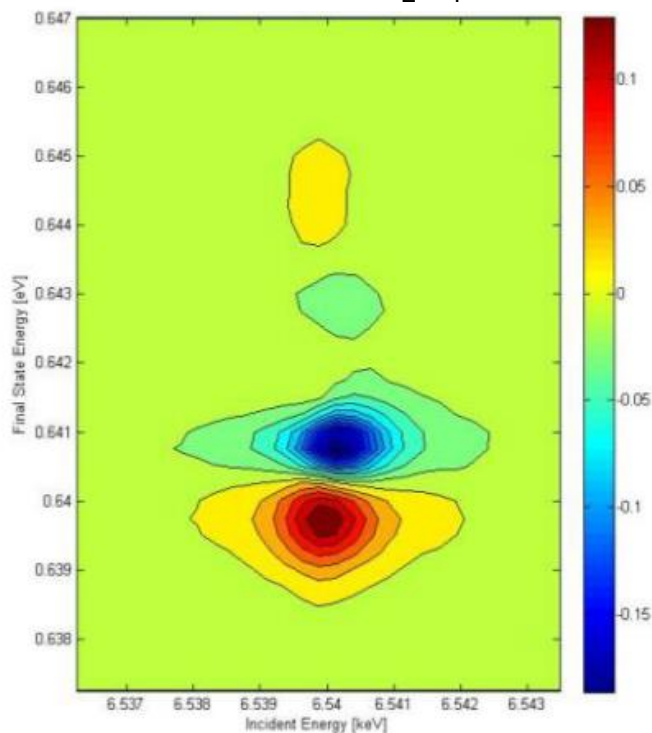
P. Fischer et al., J. Phys. D: Appl. Phys. (1998)



**NOT FOR
PUBLIC RELEASE**

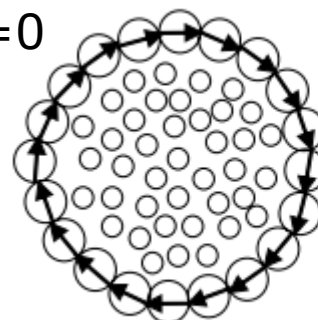
RIXS-MCD of binary ferrofluids

Mn RIXS-MCD zamrożonego ferrofluidu MnFe_2O_4

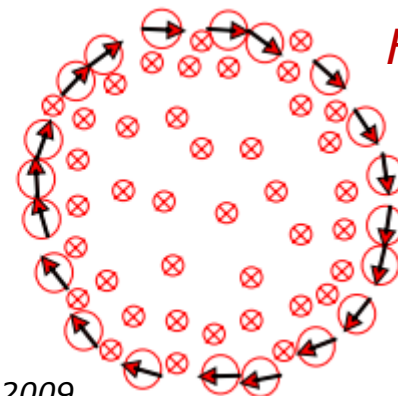


Badanie spontanicznego uporządkowania w mieszanych ferrofluidach magnetycznych

$H=0$



$H>0$



S. Han et al., J. Exp. Nanosci. 2009

	<i>Nanostruktury magnetyczne</i>	<i>Ferrofluidy i nanokompozyty</i>
<i>Zadania główne</i>	<ul style="list-style-type: none"> Przygotowanie cienkich warstw (wielowarstw) i ich charakterystyka mikroskopowa (SEM, TEM), strukturalna (XRD, Mossbauer) i magnetyczna (VSM, Mossbauer, XMCD) cienkich warstw i wielowarstw Wytworzenie nanostruktur spintronicznych technikami litograficznymi (FIB i eBeam) Charakterystyka mikroskopowa, strukturalna i magnetyczna nanostruktur Selektywna charakterystyka magnetyczna technikami synchrotronowymi - RIXS-MCD i STXM 	<ul style="list-style-type: none"> Przygotowanie (lub zakup) oraz charakterystyka mikroskopowa (SEM, TEM), strukturalna (XRD, Mossbauer) i magnetyczna (VSM, Mossbauer, XMCD) nanocząstek tlenków i węglików magnet. Przygotowanie mieszanin nanocząstek w roztworach (ferrofluidy) i fazach stałych (nanokompozyty) i ich charakterystyka mikroskopowa, strukturalna i magnetyczna Selektywna charakterystyka magnetyczna ferrofluidów i nanokompozytów technikami synchrotronowymi (RIXS-MCD i STXM)
<i>Do wyboru</i>	<ul style="list-style-type: none"> Konstrukcja układu do badania in-situ procesów przemagnesowania sterowanych prądem spinowym i/lub polem elektrycznym Symulacje mikromagnetyczne Konstrukcja przenośnego spektrometru wysokorozdzielczej emisji rentgenowskiej Udział w pracach uruchomieniowych i badaniach na pierwszej stacji polskiego synchrotronu Solaris 	<ul style="list-style-type: none"> Konstrukcja mikroceli do badania przepływu ferrofluidów Konstrukcja mikrorządzenia do badania dynamiki ferrofluidów w skali mezoskopowej

- ❑ Praca głównie eksperymentalna realizowana w laboratoriach KFCS (sputtering, XRD, VSM, Mossbauera) i ACMiN (laboratorium chemiczne, mikroskopii elektronowej, ablacji laserowej i sputteringu, litografii, XPS, XRD, VSM, Mossbauera, hipertermii)
- ❑ Możliwość kilkumiesięcznego stażu we współpracujących laboratoriach synchrotronowych (Grenoble) i/lub w grupie teoretycznej zajmującej się modelowaniem widm magnetycznego dichroizmu (Paryż lub Utrecht)
- ❑ Planowany udział w warsztatach i konferencjach naukowych sieci COST EUSpec.eu i programie Hercules
- ❑ Badania synchrotronowe w jednym lub kilku laboratoriach (ESRF, Soleil, ALS, SLS, Solaris)
- ❑ Praca realizowana w ramach grantu NCN, z którego finansowane są badania i stypendium naukowe dla doktoranta (na okres 42 miesięcy)

Osoby zainteresowane proszę o kontakt via e-mail:
marcin.sikora@agh.edu.pl