



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Applied rheology

### Przedmiot

Kierunek studiów

Technologia chemiczna

Studia w zakresie (specjalność)

Composites and Nanomaterials

Poziom studiów

drugiego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

I/1

Profil studiów

ogólnoakademicki

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratoria

30

Inne (np. online)

Ćwiczenia

Projekty/seminaria

### Liczba punktów ECTS

2

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Szymon Woziwodzki

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

e-mail: [szymon.woziwodzki@put.poznan.pl](mailto:szymon.woziwodzki@put.poznan.pl)

tel. 61 665 21 47

Wydział Technologii Chemicznej

ul. Berdychowo 4, 61-131 Poznań

tel.: 61 665 2147

### Wymagania wstępne

Student zna: podstawy analizy matematycznej, podstawy chemii i fizyki

Student posiada umiejętności: posługiwania się arkuszami kalkulacyjnymi, przeprowadzenia analizy statystycznej wyników pomiarów, czytania rysunku technicznego

Student zna ograniczenia swojej wiedzy i dostrzega konieczność jej pogłębienia

### Cel przedmiotu

1. Zapoznanie studenta z podstawową wiedzą z zakresu reologii technicznej, w szczególności z



właściwości przepływowymi płynów nienewtonowskich i ich mikrostrukturą, reometrią oraz metodami obliczeń strat ciśnienia.

2. Wykształcenie umiejętności prowadzenia badań reologicznych oraz praktycznego wykorzystania ich wyników.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

#### Wiedza

1. Zna podstawowe pojęcia reologiczne: lepkość dynamiczna, lepkość kinematyczna, lepkość wzdłużna i inne pojęcia lepkości, krzywe płynięcia i lepkości, liczbę Debory, podział płynów. - [K\_W11]
2. Zna podstawowe właściwości płynów reologicznie stabilnych i niestabilnych, lepkość sprężystych, magneto- i elektroreologicznych oraz metody matematycznego ich opisu. - [K\_W11]
3. Zna podstawy teoretyczne reometrii kapilarnej i rotacyjnej, metod pomiaru właściwości lepkość sprężystych płynu i lepkości wzdłużnej, zalety i wady poszczególnych metod pomiarowych oraz zasady ich doboru. - [K\_W11]
4. Zna podstawowe właściwości reologiczne płynów polimerowych, układów dwufazowych oraz biomateriałów stosowanych w przemyśle chemicznym. - [K\_W09]
5. Zna zasady obliczania strat ciśnienia przy przepływie różnych klas płynów nienewtonowskich (reologicznie stabilnych, tiksotropowych i wykazujących efekt redukcji oporów przepływu) w rurociągach. - [K\_W11, K\_W15]

#### Umiejętności

1. Student ma umiejętność doboru odpowiedniej metody pomiarowej do określenia różnych właściwości reologicznych płynów. - [K\_U08; K\_U18]
2. Potrafi przeprowadzić wybranymi metodami reometrycznymi pomiary reologiczne. - [K\_U08; K\_U12]
3. Student potrafi rozróżnić na podstawie badań doświadczalnych właściwości reologiczne różnych klas płynów nienewtonowskich oraz zastosować odpowiednie matematyczne modele reologiczne do opisu ich krzywych płynięcia. - [K\_U08]
4. Student potrafi połączyć właściwości reologiczne płynu z ich właściwościami użytkowymi. - [K\_U07]

#### Kompetencje społeczne

1. Student rozumie ciągłą konieczność poszerzania swojej wiedzy i umiejętności ze względu na szybki postęp w przemyśle chemicznym. Jest świadom, że ciągłe dokształcanie się jest sposobem na zachowanie konkurencyjności na rynku pracy. - [K\_K01]
2. Student potrafi samodzielnie i zespołowo realizować postawione zadania. Jest świadomy odpowiedzialności za ich realizację w ramach pracy zespołowej. - [K\_K04]

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:



Wiedza nabyta w ramach wykładu jest weryfikowana przez kolokwium w formie testu wielokrotnego wyboru realizowane na przedostatnim wykładzie. Test składa się z 15-20 pytań (zamkniętych), Próg zaliczeniowy: 50% punktów. Zagadnienia zaliczeniowe, na podstawie których opracowywane są pytania są przekazywane studentom na początku każdego następnego wykładu (za tematykę realizowaną w poprzednim).

Wiedza nabyta w ramach laboratorium weryfikowana jest przez trzy kolokwia: pierwsze w postaci testu zamkniętego, reszta testu otwartego. Ponadto weryfikacja następuje przez przygotowywane przez studentów raporty z ćwiczeń laboratoryjnych. Zaliczenie pod warunkiem przeprowadzeniu wszystkich ćwiczeń (6), zaakceptowaniu wszystkich raportów oraz uzyskania pozytywnych ocen z testów.

### Treści programowe

W ramach zajęć omawiane są następujące zagadnienia:

Odpowiedź sprężysta, lepka i lepkosprężysta; Czas jako parametr charakteryzujący odpowiedź substancji; Ścinanie proste ciał stałych i płynów; Wpływ temperatury i ciśnienia na właściwości reologiczne płynów; Płyny nienewtonowskie: definicja, koncepcja uogólnionego płynu newtonowskiego, podział; Matematyczne modele reologiczne płynów reostabilnych; Płyny z granicą płynięcia (przyczyny występowania metody wyznaczania granicy płynięcia); Efekty naprężeń normalnych (efekt Weissenberga, efekt Barusa); Modele mechaniczne cieczy (Maxwella, Kelvina); Ciecze elektro- i magnetoreologiczne; Przepływy wiskozymetryczne; wiskozymetry; Reometria kapilarna równania podstawowe Reometria rotacyjna - równania podstawowe

### Metody dydaktyczne

Prezentacja multimedialna, prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy oraz rozwiązywanie zadań podanych przez prowadzącego

### Literatura

Podstawowa

1. Chhabra R.P., Bubbles, drops and particles in non-Newtonian fluids, CRC Taylor and Francis, Boca Raton 2007.
2. Chhabra R.P., Richardson J.F., Non-Newtonian flow and applied Rheology, Elsevier, Amsterdam 2008.
3. Steffe, J.F. Daubert C.R., Bioprocessing pipelines: Rheology and analysis, Freeman Press, East Lansing 2006.
4. Steffe, J.F., Rheological methods in food proces engineering, Freeman Press, East Lansing 1996.

Uzupełniająca

1. M. Dziubiński, Kiljański T., Sęk J.: Podstawy reologii i reometrii płynów, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2009.



2. T. Kiljański, M. Dziubiński, J. Sęk, K. Antosik: Wykorzystanie właściwości reologicznych płynów w praktyce inżynierskiej, Wydawca EKMA Krzysztof Antosik, Warszawa 2009.
3. K. Wilczyński: Reologia w przetwórstwie tworzyw sztucznych, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2001.
4. Z. Kembłowski: Reometria płynów nienewtonowskich, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1973.
5. A. Ławniczak, A. Mielecki: Ciecze elektro- i magnetoreologiczne oraz ich zastosowania w technice, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, Poznań 1999.
6. J. Ferguson, Z. Kembłowski: Reologia stosowana płynów, Wydawnictwo Marcus s.c., Łódź 1995.
7. Z. Kembłowski, T. Kiljański: Ćwiczenia laboratoryjne z reometrii technicznej, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Seria: Skrypty, Łódź 1993.
8. Z. Orzechowski, J. Prywer, R. Zarzycki: Mechanika płynów w inżynierii środowiska, WNT, Warszawa 1997.

#### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	50	2
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	1,8
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć, przygotowanie do testu, wykonanie opracowań) <sup>1</sup>	5	0,2

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności