

KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA		
Nazwa modułu/przedmiotu Reologia stosowana		Kod 1010702211010700346
Kierunek studiów Technologia chemiczna	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) ogólnoakademicki	Rok / Semestr 1 / 1
Ścieżka obieralności/specjalność Composites and nanomaterials (Kompozyty)	Przedmiot oferowany w języku: polski	Kurs (obligatoryjny/obieralny) obligatoryjny
Stopień studiów: II stopień	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) stacjonarna	
Godziny Wykłady: 15 Ćwiczenia: - Laboratoria: 30 Projekty/seminaria: -		Liczba punktów 2
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) podstawowy		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) ogólnouczelniany
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki nauki techniczne nauki techniczne		Podział ECTS (liczba i %) 2 100% 2 100%
Odpowiedzialny za przedmiot / wykładowca: prof dr hab. Lubomira Broniarz-Press email: lubomira.broniarz-press@put.poznan.pl tel. 61 6652789 Wydział Technologii Chemicznej ul. Berdychowo 4 60-965 Poznań		
Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:		
1	Wiedza:	Student zna: - podstawy analizy matematycznej, - podstawy chemii i fizyki
2	Umiejętności:	Student posiada umiejętności: - posługiwania się arkuszami kalkulacyjnymi, - przeprowadzenia analizy statystycznej wyników pomiarów, - czytania rysunku technicznego
3	Kompetencje społeczne	Student zna ograniczenia swojej wiedzy i dostrzega konieczność jej pogłębiania
Cel przedmiotu: 1. Zapoznanie studenta z podstawową wiedzą z zakresu reologii technicznej, w szczególności z właściwościami przepływowymi płynów nienewtonowskich i ich mikrostrukturą, reometrią oraz metodami obliczeń strat ciśnienia. 2. Wykształcenie umiejętności prowadzenia badań reologicznych oraz praktycznego wykorzystania ich wyników.		
Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia		
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, lepkośćprężystych, magneto- i elektroreologicznych oraz metody matematycznego ich opisu. - [K_W11] 3. Zna podstawy teoretyczne reometrii kapilarnej i rotacyjnej, metod pomiaru właściwości lepkośćprężystych 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 świadomy, 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]

Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia

Wiedza

Punkty 1-5: Kolokwium w formie testu i pytań problemowych

Umiejętności:

Punkt 1-4: Kolokwium w formie testu i pytań problemowych, dyskusja na temat realizacji ćwiczenia laboratoryjnego

Punkt 3: Ocena sprawozdania z przeprowadzonego ćwiczenia laboratoryjnego

Kompetencje społeczne

Punkt 1-2: Ocena i dyskusja sprawozdania z przeprowadzonego ćwiczenia laboratoryjnego

Treści programowe

- W ramach zajęć omawiane są następujące zagadnienia:
1. Odpowiedź sprężysta, lepka i lepkosprężysta
 2. Czas jako parametr charakteryzujący odpowiedź substancji
 3. Ścinanie proste ciał stałych i płynów
 4. Wpływ temperatury i ciśnienia na właściwości reologiczne płynów
 5. Płyny nienewtonowskie: definicja, koncepcja uogólnionego płynu newtonowskiego, podział
 6. Matematyczne modele reologiczne płynów reostabilnych
 7. Interpretacja zjawisk zagęszczania i rozrzedzania ścinaniem
 8. Płyny z granicą płynięcia (przyczyny występowania metody wyznaczania granicy płynięcia)
 9. Płyny o właściwościach zależnych od czasu ścinania (pojęcie tiksotropii i antytiksotropii, mechanizm zjawiska tiksotropii)
 10. Modele cieczy lepkosprężystych
 11. Efekty naprężeń normalnych (efekt Weissenberga, efekt Barusa)
 12. Modele mechaniczne cieczy (Maxwella, Kelvina, Burgersa)
 13. Ciecze elektro- i magnetoreologiczne.
 14. Zastosowanie właściwości reologicznych w kontroli procesów
 15. Przepływy wiskozymetryczne
 16. Charakterystyka wiskozymetrów: grawitacyjne lepkościomierze kapilarne, lepkościomierze wypływowe, lepkościomierze ze spadającą kulką.
 17. Opadanie pojedynczej cząsteczki (prędkość opadania, opory ruchu cząstek kulistych i niekulistych, wykres Schillera-Naumanna, wykres Koziola)
 18. Reometria kapilarna ? równania podstawowe
 19. Reometria rotacyjna ? równania podstawowe
 20. Metody badań właściwości lepkosprężystych płynów
 21. Zalety i wady reometrów: kapilarnych, o współosiowych cylindrach, stożek- płytką.
 22. Lepkość wzdłużna ? definicja i metody pomiaru
 23. Metody obliczania oporów przepływu dla płynów nienewtonowskich.
 24. Zjawisko redukcji oporów przepływu
 25. Właściwości reologiczne płynów polimerowych
 26. Właściwości reologiczne układów dwufazowych
 27. Metody szacowania szybkości ścinania
 28. Reologia krwi
 29. Płyny biologiczne

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.

Literatura 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

Czynność	Czas (godz.)
Obciążenie pracą studenta	

forma aktywności	godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	60	2
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	45	0
Zajęcia o charakterze praktycznym	25	0