

<b>KARTA OPISU MODUŁU KSZTAŁCENIA</b>		
Nazwa modułu/przedmiotu <b>Reologia techniczna</b>		Kod
Kierunek studiów <b>Inżynieria chemiczna i procesowa</b>	Profil kształcenia (ogólnoakademicki, praktyczny) <b>ogólnoakademicki</b>	Rok / Semestr <b>3/5</b>
Ścieżka obieralności/specjalność	Przedmiot oferowany w języku: <b>polski</b>	Kurs (obligatoryjny/obieralny) <b>obligatoryjny</b>
Stopień studiów: <b>I stopień</b>	Forma studiów (stacjonarna/niestacjonarna) <b>stacjonarna</b>	
Godziny Wykłady: <b>30</b> Ćwiczenia: - Laboratoria: <b>30</b> Projekty/seminaria: -		Liczba punktów <b>5</b>
Status przedmiotu w programie studiów (podstawowy, kierunkowy, inny) <b>podstawowy</b>		(ogólnouczelniany, z innego kierunku) <b>ogólnouczelniany</b>
Obszar(y) kształcenia i dziedzina(y) nauki i sztuki nauki techniczne		Podział ECTS (liczba i %) <b>5 100%</b>
nauki techniczne		<b>5 100%</b>
<b>Odpowiedzialny za przedmiot:</b> dr inż. Jacek Rózański e-mail: Jacek.Rozanski@put.poznan.pl tel. 61 665 2147 Wydział Technologii Chemicznej ul. Berdychowo 4, 61-131 Poznań tel.: 61 665 26 52		<b>Wykładowca:</b>
<b>Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności, kompetencji społecznych:</b>		
1	<b>Wiedza:</b>	Student zna: • podstawy analizy matematycznej, • podstawy chemii i fizyk.
2	<b>Umiejętności:</b>	Student posiada umiejętności: • posługiwania się arkuszami kalkulacyjnymi, • przeprowadzenia analizy statystycznej wyników pomiarów, • czytania rysunku technicznego.
3	<b>Kompetencje społeczne</b>	Student zna ograniczenia swojej wiedzy i dostrzega konieczność jej pogłębiania.
<b>Cel przedmiotu:</b> 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.		
<b>Efekty kształcenia i odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia</b>		
<b>Wiedza:</b> 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, lepkosprężystych, magneto- i elektroreologicznych oraz metody matematycznego ich opisu - [K_W11] 3. Zna podstawy teoretyczne reometrii kapilarnej i rotacyjnej, metod pomiaru właściwości lepkosprężystych 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 w rurociągach - [K_W11], [K_W15]		
<b>Umiejętności:</b> 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]		
<b>Kompetencje społeczne:</b>		

<ol style="list-style-type: none"> <li>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]</li> <li>2. Student potrafi samodzielnie i zespołowo realizować postawione zadania. Jest świadomy odpowiedzialności za ich realizację w ramach pracy zespołowej - [K_K04]</li> </ol>
---

**Sposoby sprawdzenia efektów kształcenia**

<p>Wiedza          Punkty 1-6: egzamin pisemny 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 i 2: Raport z przeprowadzonej zespołowo analizy literatury na temat wybranego zagadnienia związanego z reologią techniczną, dyskusja na temat raportu oraz ocena przez grupę zaangażowania poszczególnych członków zespołu.</p>
---

**Treści programowe**

<p>W ramach zajęć omawiane są następujące zagadnienia:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Odpowiedź sprężysta, lepka i lepkosprężysta</li> <li>2. Czas jako parametr charakteryzujący odpowiedź substancji</li> <li>3. Ścinanie proste ciał stałych i płynów</li> <li>4. Pojęcie lepkości dynamicznej i kinematycznej</li> <li>5. Wpływ temperatury i ciśnienia na właściwości reologiczne płynów</li> <li>6. Płyny nienewtonowskie: definicja, koncepcja uogólnionego płynu newtonowskiego, podział</li> <li>7. Matematyczne modele reologiczne płynów reostabilnych</li> <li>8. Interpretacja zjawisk zagęszczania i rozrzedzania ścinaniem</li> <li>9. Płyny o granicy płynięcia (przyczyny występowania metody wyznaczania granicy płynięcia)</li> <li>10. Płyny o właściwościach zależnych od czasu ścinania (pojęcie tiksotropii i antytiksotropii)</li> <li>11. Pojęcie pierwszej różnicy naprężeń normalnych</li> <li>12. Efekty naprężeń normalnych (efekt Weissenberga, efekt Barusa)</li> <li>13. Modele mechaniczne płynów lepkosprężystych (Maxwella, Kelvina, Burgersa)</li> <li>14. Ciecze elektro- i magnetoreologiczne.</li> <li>15. Przepływy wiskozymetryczne</li> <li>16. Charakterystyka wiskozymetrów (grawitacyjne lepkościomierze kapilarne, lepkościomierze wyptywowe, lepkościomierze ze spadającą kulką)</li> <li>17. Opadanie pojedynczej cząsteczki (prędkość opadania, opory ruchu cząstek kulistych i niekulistych, wykres Schillera-Naumanna, wykres Koziola)</li> <li>18. Reometria kapilarna – równania podstawowe</li> <li>19. Reometria rotacyjna – równania podstawowe</li> <li>20. Metody badań właściwości lepkosprężystych płynów</li> <li>21. Zalety i wady reometrów: kapilarnych, o współosiowych cylindrach, stożek-plytka</li> <li>22. Lepkość wzdłużna – definicja i metody pomiaru</li> <li>23. Metody obliczania oporów przepływu dla płynów nienewtonowskich</li> <li>24. Zjawisko redukcji oporów przepływu</li> <li>25. Właściwości reologiczne płynów polimerowych</li> <li>26. Właściwości reologiczne układów dwufazowych</li> <li>27. Metody szacowania szybkości ścinania</li> </ol>
---

<p><b>Literatura podstawowa:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. M. Dziubiński, T. Kiljański, J. Sęk, Podstawy teoretyczne i metody pomiarowe reologii, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2014.</li> <li>2. M. Dziubiński, Kiljański T., Sęk J.: Podstawy reologii i reometrii płynów, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2009.</li> <li>3. T. Kiljański, M. Dziubiński, J. Sęk, K. Antosik: Wykorzystanie właściwości reologicznych płynów w praktyce inżynierskiej, Wydawca EKMA Krzysztof Antosik, Warszawa 2009.</li> <li>4. K. Wilczyński: Reologia w przetwórstwie tworzyw sztucznych, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2001.</li> </ol>
---

<p><b>Literatura uzupełniająca:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. J. Ferguson, Z. Kembłowski: Reologia stosowana płynów, Wydawnictwo Marcus s.c., Łódź 1995.</li> <li>2. Z. Kembłowski, T. Kiljański: Ćwiczenia laboratoryjne z reometrii technicznej, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Seria: Skrypty, Łódź 1993.</li> <li>3. Z. Orzechowski, J. Prywer, R. Zarzycki: Mechanika płynów w inżynierii środowiska, WNT, Warszawa 1997.</li> </ol>
---

**Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta**

Czynność	Czas (godz.)
1. Przygotowanie do egzaminu	45
2. Egzamin	3
3. Przygotowanie do kolokwium	15
4. Przygotowanie do laboratoriów, w tym przygotowanie opracowań	12
5. Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych	30
6. Przygotowanie raportu	10
7. Konsultacje	6

<b>Obciążenie pracą studenta</b>		
<b>forma aktywności</b>	<b>godzin</b>	<b>ECTS</b>
Łączny nakład pracy	125	5
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	68	2,7
Zajęcia o charakterze praktycznym	30	1,2