

Opis przedmiotu			
Kod przedmiotu	1020-TC000-ISP-4008		
Nazwa przedmiotu	Chemia organiczna		
	Organic Chemistry		
Wersja przedmiotu	2021/2022		
A. Usytuowanie przedmiotu w systemie studiów			
Poziom kształcenia	Studia I stopnia		
Forma i tryb prowadzenia studiów	Studia stacjonarne		
Kierunek studiów	Technologia Chemiczna		
Profil studiów	Ogólnoakademicki		
Specjalność	Przedmiot wspólny dla kierunku		
Jednostka prowadząca przedmiot	Wydział Chemiczny Katedra Chemii Organicznej		
Jednostka realizująca przedmiot (zlecenia międzywydziałowe)	Nie dotyczy		
Koordinator przedmiotu	prof. dr hab. inż. Stanisław Ostrowski		
B. Ogólna charakterystyka przedmiotu			
Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	Przedmioty podstawowe		
Poziom przedmiotu	Poziom podstawowy		
Status przedmiotu	Przedmiot obowiązkowy		
Język prowadzenia zajęć	polski		
Usytuowanie przedmiotu w planie zajęć - semestr nominalny	4		
Usytuowanie realizacji przedmiotu w roku akademickim	semestr letni		
Wymagania wstępne - formalne	brak		
Limit liczby studentów	brak		
C. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć			
Cel przedmiotu	Celem wykładu jest przedstawienie obszernego materiału z chemii organicznej w sposób uwidaczniający wewnętrzną logikę kursu, wykazanie podobieństw i analogii wielu reakcji i przedstawienie reguł decydujących o ich przebiegu.		
	The aim of the lecture is the presentation, in a logical way, of comprehensive material concerning organic chemistry. Similarities and analogies of many reactions are discussed, as well as the rules determining their course.		
Efekty uczenia się (z podziałem na W, U i KS) wraz z odniesieniem do efektów uczenia się dla obszaru i kierunku			
<i>Nr efektu</i>	<i>Opis efektu</i>	<i>Odniesienie do charakterystyk efektów uczenia się</i>	<i>Odniesienie do efektów uczenia się w programie</i>
Zakładane efektu uczenia się w zakresie wiedzy			
W01	Zna podstawowe grupy związków organicznych, ich budowę, właściwości i występowanie, elementy stereochemii, mechanizmy reakcji przyłączenia, podstawienia i eliminacji oraz metody syntezy związków organicznych	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	K_W03 K_W08
	The student knows classes of organic compounds, their structure, properties, and occurrence in the nature. He knows elements of stereochemistry, reaction mechanisms (addition, substitution, elimination), and methods of organic synthesis.		
W02	Zna podstawowe reakcje organiczne – nukleofilowe, elektrofilowe, rodnikowe, wybrane cykloaddycje – mające znaczenie w syntezie organicznej	I.P6S_WG.o III.P6S_WG	K_W03 K_W08

	The student knows the most important reactions (electrophilic, nucleophilic, radical, some reactions of cycloaddition) used in organic synthesis.				
Zakładane efekty uczenia się w zakresie umiejętności					
U01	Potrafi posługiwać się nazewnictwem w podstawowym zakresie, wyjaśnić właściwości i reaktywność związków organicznych na podstawie budowy grupy funkcyjnej, wyjaśnić przebieg reakcji na podstawie poznanych mechanizmów, zaproponować kilkietapową syntezę związku organicznego z podanych substratów	I.P6S_UW.o I.P6S_UK III.P6S_UW.o	K_U01 K_U03 K_U13		
	The student knows nomenclature of organic compounds, can predict their properties and reactivity on the basis of functional groups, is able to explain the reaction course on the basis of known mechanisms, and propose a few-steps synthesis of the compound starting from the simple substrates.				
U02	Posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych dotyczących rozwiązywanego zadania	I.P6S_UW.o I.P6S_UK III.P6S_UW.o	K_U01 K_U03		
	The student knows how to use literature and internet resources to solve the problem.				
Zakładane efekty uczenia się w zakresie kompetencji społecznych					
KS01	Potrafi pracować samodzielnie, posiada umiejętność formułowania argumentów i ocen oraz prezentowania ich w czasie dyskusji	I.P6S_KK I.P6S_KO I.P6S_KR	K_K01 K_K02 K_K05 K_K06		
	The student is able to work independently, to formulate arguments and evaluations during the discussion.				
Forma zajęć dydaktycznych i ich wymiar (liczba godzin)	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt/laboratorium komputerowe	Seminarium
W planie tygodniowym	4	1			
W całym semestrze	60	15			
Treści kształcenia – oddzielnie dla każdej z formy zajęć dydaktycznych	<p>Wykład: WPROWADZENIE DO CHEMII ORGANICZNEJ I JEJ ZNACZENIE. Rys historyczny (<i>vis vitalis</i>, Chevreul, Wöhler, Kolbe). Pojęcie grupy funkcyjnej i przegląd najważniejszych grup funkcyjnych. Struktura elektronowa i przestrzenna cząsteczek organicznych: rodzaje wiązań i polaryzacja wiązań, elektroujemność, hybrydyzacja atomów w związkach organicznych (sp^3, sp^2, sp), orbitale molekularne, typy reakcji w chemii organicznej (jonowe, rodnikowe, pericykliczne), rozpad homolityczny i heterolityczny, wiązania, rodzaje izomerii. Metody określania struktur cząsteczek organicznych (analiza elementarna, MS, IR, NMR, UV-Vis). Nomenklatura IUPAC. [3 h] NAJPROSTSZE STRUKTURY, PODSTAWOWE REAKCJE I ICH MECHANIZMY. ELEMENTY STEREOCHEMII. <i>Alkany i cykloalkany:</i> konformacja etanu, <i>n</i>-butanu, cykloheksanu (wiązania aksjalne i ekwatorialne), wzory przestrzenne i wzory Newmana, reaktywność chemiczna, halogenowanie metanu, mechanizm reakcji rodnikowej (diagram energetyczny), względna reaktywność halogenów z metanem jako funkcja energii aktywacji, stan przejściowy, produkt pośredni. [5 h] <i>Podstawowe pojęcia stereochemii:</i> konformacja, konfiguracja, centrum stereogeniczne, skręcalność właściwa, enancjomeria, wzory przestrzenne i wzory projekcyjne Fischera, reguły Cahna-Ingolda-Preloga, reguły określania pierwszeństwa podstawników, konfiguracja względna i absolutna w systemie <i>R/S</i>, reakcje stereoselektywne i stereospecyficzne, enancjomery, odmiana racemiczna, diastereoizomery, odmiana <i>mezo</i>-, czystość optyczna, rozdzielanie mieszanin racemicznych. [3 h] <i>Alkeny i dieny sprzężone:</i> izomeria <i>E/Z</i>, addycja elektrofilowa do wiązania podwójnego, mechanizm, reguła Markownikowa, powstawanie, struktura, trwałość i przegrupowania karbokationów, addycje <i>syn</i>- i <i>anti</i>-, addycja rodnikowa, addycje synchroniczne, ozonoliza, reakcje substytucji w pozycji <i>allylowej</i>, otrzymywanie dienów sprzężonych i ich trwałość: teoria rezonansu i teoria LCAO, polimeryzacja (jonowa, wolnorodnikowa). [5 h] <i>Alkiny:</i> kwasowość alkinów, reaktywność wiązania potrójnego, reakcje alkinów (przyłączanie halogenów, reakcja przyłączania wody do propynu, wprowadzenie pojęcia tautomerii). [2 h] AROMATYCZNOŚĆ I JEJ KONSEKWENCJE W CHEMII ORGANICZNEJ. <i>Węglowodory aromatyczne:</i> kryterium aromaticzności, benzen – struktura, rezonans, energia rezonansu, izomeria i nazewnictwo wielopodstawionych pochodnych zw. aromatycznych, policykliczne węglowodory aromatyczne, substytucja elektrofilowa (halogenowanie, nitrowanie, sulfonowanie, reakcja Friedla-Craftsa), przedstawianie struktur ze zdelokalizowanymi elektronami π – wzory mezo- i</p>				

wpływ na szybkość reakcji, wykorzystanie w syntezie, reaktywność toluenu i styrenu, rodnik, kation i anion benzyłowy. [6 h]

WAŻNE MECHANIZMY SUBSTYTUCJI I ELIMINACJI; I KLASY ZWIĄZKÓW, W KTÓRYCH CZĘSTO SIĘ JE OBSERWUJE. *Halogenki alkilowe i aryłowe:* struktura, metody otrzymywania, reakcje, mechanizmy i stereochemia reakcji substytucji nukleofilowej (S_N1 , S_N2 , S_Ni), mechanizmy i stereochemia reakcji eliminacji ($E1$, $E2$, $E1c\beta$; reguła Zajcewa, reguła Hofmanna), substytucja nukleofilowa S_NAr , substytucja przez benzyn. [6 h] *Związki metaloorganiczne:* związki litoorganiczne i związki Grignarda, inne związki metaloorganiczne. [2 h] *Alkohole, tiole i fenole:* metody otrzymywania (w tym: reakcja hydroborowania/utleniania alkenów), reakcje alkoholi (z metalami, otrzymywanie alkenów, eterów, związków karbonylowych, estrów), reakcje fenoli, np. przegrupowanie Friesa, reakcja Reimera-Tiemanna. [4 h] *Etery, epoksydy, sulfidy:* otrzymywanie eterów (z alkoholi w warunkach kwasowych, metoda Williamsona), reaktywność. [2 h]

CHEMIA ORGANICZNA Z GRUPĄ KARBONYLOWĄ W TLE. *Aldehydy i ketony:* struktura i właściwości grupy karbonylowej, addycja do grupy karbonylowej (wody, alkoholi, amin, związków Grignarda), utlenianie i redukcja, reakcja Cannizzaro. [2 h] *Kwasy karboksylowe i pochodne:* kwasowość, wartości pK_a , metody otrzymywania alifatycznych i aromatycznych kwasów, reakcja Kolbego, reaktywność, reakcje halogenowania, redukcji, dekarboksylacji, metody otrzymywania pochodnych kwasów (chlorki kwasowe, bezwodniki, estry, amidy) i ich reakcje (mechanizmy). [2 h] Wykorzystanie reakcji związków karbonylowych w syntezie: enolizacja, alkiłowanie i acylowanie jonów enolanowych, kondensacja aldolowa (prosta, krzyżowa), reakcja Wittiga, kondensacja Claisena i jej podobne, reakcja Reformatskiego i reakcja Michaela, syntezy z zastosowaniem estru kwasu malonowego i acetylooctowego, enaminy – wykorzystanie w syntezie. *Post scriptum:* nitryle i nitrozwiązki. [3 h] *Węglowodany:* monosacharydy i polisacharydy, strategia syntezy aldoz szeregu D (metodą Kilianiego-Fischera), anomery i mutarotacja, najważniejsze reakcje cukrów. [2 h]

ZWIĄZKI AZOTU. *Aminy alifatyczne i aromatyczne:* właściwości zasadowe i nukleofilowe, metody otrzymywania (w tym: reakcja Gabriela, degradacja Hofmanna), reakcje – alkiłowanie, degradacja soli amoniowych, acylowanie; sulfonamidy, aminokwasy i peptydy, kataliza dwufazowa, sole diazoniowe i ich zastosowanie w syntezie. [5 h] *Związki heterocykliczne:* heterocykle nasycone, związki heteroaromatyczne, porównanie reaktywności furanu, pirolu i tiofenu (metody ich otrzymywania i reakcje), struktura i reaktywność pirydyny i jej N -tlenku, szereg zasadowości (pirol, pirydyna, pirolidyna). Zasady purynowe, nukleozydy, nukleotydy. [3 h]

REAKCJE CYKLOADDYCJI: podstawy teorii orbitali granicznych, cykloaddycje [2+2] i [4+2], dieny i dienofile, reakcje cykloaddycji [3+2], dipole i dipolarofile. [2 h]

WYBRANE ZWIĄZKI NATURALNE. [1 h]

NOWOCZSNE STRATEGIE SYNTEZY ORGANICZNEJ. retrosynteza: pojęcie syntonu, zabezpieczanie i przemiany grup funkcyjnych, chemia kombinatoryczna, reakcje multikomponentowe. [2 h]

Ćwiczenia:

Program ćwiczeń pokrywa się z programem wykładu i ma na celu ułatwienie zrozumienia: budowy elektronowej i stereochemii związków organicznych, nomenklatury, otrzymywania i przekształceń węglowodorów i związków jednofunkcyjnych, podstawowych mechanizmów reakcji, oraz wykorzystanie nabytej wiedzy w planowaniu syntez związków organicznych.

Wersja angielska / English version

Lecture:

INTRODUCTION TO ORGANIC CHEMISTRY: Historical background (*vis vitalis*, Chevreul, Wöhler, Kolbe). Functional groups. Structure of organic molecules. Types of organic reactions. Methods of molecular structures determination. IUPAC nomenclature. [3 h]

ELEMENTARY STRUCTURES, REACTIONS AND MECHANISMS IN ORGANIC CHEMISTRY. ELEMENTS OF STEREOCHEMISTRY. *Alkanes and cycloalkanes:* conformations of ethane, *n*-butane, cyclohexane, Newman projection, halogenation of alkanes, mechanism. [5 h] *Introduction to stereochemistry:* general definitions, tetrahedral geometry and Fischer projections, Cahn-Ingold-Prelog priority rules, relative configuration and absolute configuration *R/S*, enantiomers and racemic mixture, diastereoisomers, stereoselective and stereospecific reactions, *meso*-compounds, optical purity, resolution of racemic mixtures. [3 h] *Alkenes and conjugated dienes:* *E/Z* isomerism, electrophilic addition to double bonds, carbocations, radical addition, allylic position, conjugated dienes – preparation, stability of, reactions. [5 h] *Alkynes:* acidity of, reactions of triple bond (addition of halogens and water), alkylation of alkynes. [2 h]

AROMATICITY AND ITS CONSEQUENCES IN ORGANIC CHEMISTRY. *Arenes:* aromaticity, benzene – structure, resonance, resonance energy, isomerism and nomenclature of multi-substituted aromatic compounds, polycyclic aromates, electrophilic aromatic substitution and orientation (halogenation, nitration, sulphonation, Friedel-Crafts reaction), directing effect in electrophilic substitution, mesomeric structures, reactions of arenes and their application in synthesis, reactivity of toluene and styrene, benzylic radical, cation, and anion. [6 h]

	<p>MOST IMPORTANT MECHANISMS OF SUBSTITUTION AND ELIMINATION; AND CLASSES OF COMPOUNDS IN WHICH THEY ARE OFTEN OBSERVED. <i>Alkyl and aryl halides</i>: structure and methods of preparation, reactions, mechanisms and stereochemistry of nucleophilic substitutions (S_N1, S_N2, S_Ni), mechanisms and stereochemistry of elimination reactions (E1, E2, $E1c\beta$; Zaitsev's rule, Hofmann's rule), nucleophilic S_NAr, substitution in arenes, substitution <i>via</i> benzyne intermediate. [6 h]. Organometallic compounds: organolithium and Grignard reagents, their reactions, some other organometallic compounds,. [2 h] Alcohols, thiols and phenols: preparation of (<i>e.g.</i> reaction of hydroboration/oxidation of alkenes), reactions of alcohols (with alkali metals, preparation of alkenes, ethers, carbonyl compounds, esters) and phenols, <i>e.g.</i> Fries rearrangement, Reimer-Tiemann reaction, etc. [4 h] Ethers, epoxides, sulphides: preparation methods of ethers (from alcohols in acidic conditions, Williamson method), reactivity, preparation of epoxides and sulphides, their reactions. [2 h]</p> <p>ORGANIC CHEMISTRY WITH THE CARBONYL GROUP IN THE BACKGROUND. Aldehydes and ketones: structure and properties of carbonyl group, addition to carbonyl group (water, alcohols, amines, Grignard reagents), oxidation and reduction, aldol condensation, Cannizzaro reaction. [2 h] Carboxylic acids and their derivatives: acidity, pK_a values, preparation methods of carboxylic acids, Kolbe reaction, reactivity, halogenation reaction, reduction, decarboxylation, preparation methods of carboxylic acids derivatives (acid halides, anhydrides, esters, amides), their reactions (mechanisms). [2 h] Carbonyl compounds in organic synthesis: enolization, alkylation and acylation of enol ions, Wittig, Claisen, Reformatski, and Michael reactions, the use in the synthesis of malonic and acetoacetic acid esters, enamines. <i>Post scriptum</i>: nitriles and nitrocompounds. [3 h]</p> <p>Introduction to carbohydrates: monosaccharides and polysaccharides, strategy of synthesis of D-aldoes (Kiliani-Fischer method), anomers and mutarotation, the most important reactions of sugars. [2 h]</p> <p>NITROGEN COMPOUNDS. Aliphatic and aromatic amines: amines as bases and nucleophiles, preparation methods (<i>e.g.</i> Gabriel reaction, Hofmann degradation) and reactions (alkylation, degradation of ammonium salts, acylation), sulphonamides, amino acids and peptides, phase-transfer catalysis; diazonium salts and their application in organic synthesis. [5 h] Heterocyclic compounds: saturated heterocycles, heteroaromatic compounds, furan, pyrrole, and thiophene – comparison of reactivity, preparation methods and reactions, pyridine and its <i>N</i>-oxide – structure and reactivity, basicity of pyrrole, pyridine, and pyrrolidine, purine basis, nucleozides, nucleotides. [3 h]</p> <p>CYCLOADDITION REACTIONS: introduction to frontier orbitals theory, cycloadditions [2+2] and [2+4], dienes and dienophiles, cycloaddition [3+2], dipoles and dipolarophiles. [2 h]</p> <p>SELECTED NATURAL PRODUCTS. (1 h)</p> <p>NOVEL STRATEGIES IN ORGANIC SYNTHESIS. Retrosynthetic approach (synthons, functional groups protection and their interconversions). Combinatorial chemistry and multi-component reactions. [2 h]</p> <p>-----</p> <p>Classes: They cover the program of the above lecture and allow better understanding of the structure of organic molecules, nomenclature, stereochemistry, mechanisms, and transformations of organic compounds.</p>
Metody kształcenia	<p>Wykład: Wykład konwencjonalny, problemowy, wspomagany technikami multimedialnymi.</p> <p>Ćwiczenia: Rozwiązanie zadań wspomagane wykorzystaniem modeli związków organicznych oraz technik multimedialnych.</p>
Metody sprawdzania efektów uczenia się (dla każdej pozycji efektów uczenia się, w tym, dla umiejętności odwołanie do konkretnych zadań projektowych, laboratoryjnych itp.)	
Nr efektu	Sposób sprawdzania
Zakładane efekty uczenia się w zakresie wiedzy	
W01	Egzamin pisemny, kolokwia pisemne
W02	Egzamin pisemny, kolokwia pisemne
Zakładane efekty uczenia się w zakresie umiejętności	
U01	Egzamin pisemny, kolokwia pisemne
U02	Egzamin pisemny, kolokwia pisemne
Zakładane efekty uczenia się w zakresie kompetencji społecznych	
KS01	Egzamin pisemny, kolokwia pisemne

Metody oceny	Trzy kolokwia w semestrze. Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest uzyskanie 51% maksymalnej liczby punktów z kolokwiów. Egzamin pisemny (ustne ustalanie oceny końcowej). Ocena końcowa uwzględnia punkty z kolokwiów (z wagą 30%) i z egzaminu (z wagą 70%).
Egzamin	Tak
Literatura	1. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, Chemia organiczna. WNT, t. I – 2009, t. II – 2010, t. III – 2010, t. IV – 2011. 2. D. Buza, W. Sas, P. Szczeciński, Chemia organiczna, kurs podstawowy. Oficyna Wydawnicza PW, 2006. 3. D. Buza, A. Ćwil, Zadania z chemii organicznej z rozwiązaniami. Wydanie II, Oficyna Wydawnicza PW, 2006. 4. M. Mąkosza, M. Fedoryński, Podstawy syntezy organicznej. Reakcje jonowe i rodnikowe. Oficyna Wydawnicza PW, 2006.
Witryna www przedmiotu	http://zcho.ch.pw.edu.pl/dyd_tech15.html
D. Nakład pracy studenta	
Liczba punktów ECTS	6
Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się	180 h w tym 1. godziny kontaktowe 75 h, w tym: a) obecność na wykładzie – 60 h b) obecność na ćwiczeniach – 15 h 2. zapoznanie się ze wskazaną literaturą – 50 h 3. przygotowanie do kolokwiów, egzaminu i obecność na egzaminie – 55 h
Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	90 h, w tym: a) obecność na wykładzie – 60 h b) obecność na ćwiczeniach – 15 h c) nieobligatoryjna obecność na konsultacjach – 15 h.
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	brak
E. Informacje dodatkowe	
Uwagi	O ile nie powoduje to zmian w zakresie powiązań danego przedmiotu z efektami uczenia się określonymi dla programu studiów w treściach kształcenia mogą być wprowadzane na bieżąco zmiany związane z uwzględnieniem najnowszych osiągnięć naukowych.
Data aktualizacji	30.09.2021