



Załącznik III.2.5a Charakterystyka sal wykładowych, pracowni, laboratoriów

1. Informacje dotyczące budynków, powierzchni i rodzaju pomieszczeń Wydziału Chemii UŁ

Budynek pierwszy Wydziału Chemii usytuowany jest przy ul. Tamka 12. Składa się z kilku innych budynków - Budynki nr 1, 2, 3, 4, 5, 7. Ogólna powierzchnia - 6281 m².

Charakterystyka obiektu:

- budynek nr 1 – 2397 m² (trzy kondygnacje)
- budynek nr 2 – 344 m² (parterowy)
- budynek nr 3 – 340 m² (parterowy)
- budynek nr 4 – 2471 m² (czterokondygnacyjny)
- budynek nr 5 – 710 m² (parterowy)
- budynek nr 7 – 92 m² (parterowy, wolnostojący)

Rodzaje pomieszczeń obejmują 3 aule – 230 m², 3 sale seminaryjne – 136 m², Sala Rady wydziału -150 m², pracownia komputerowa - 54 m², sekretariaty- 11 pom. biurowych- 140 m², dziekanat – 5 pom. biurowych – 120 m², 4 pokoje socjalne – 68 m², 8 pracowni studenckich -542 m², 15 sanitariatów – 216 m² -, 2 klatki schodowe, 5 holli – 941 m².

Ponadto: 1 szatnia, 1 portiernia – 62 m², 40 pomieszczeń biurowych - 780 m², 28 pracowni naukowych- 894 m².

Baza dydaktyczna – ul. Tamka 12

Sale i aule wykładowe wyposażone w projektory, 2 mobilne zestawy do wideokonferencji

Budynek nr 1

- 1 sala 18 miejsc
- 2 sale -30 miejsc
- 1 sala komputerowa – 15 stanowisk
- 2 aule wykładowe – 65 miejsc
- 1 aula wykładowa – 97 miejsc

Pracownie studenckie laboratoryjne

- 2 pracownie chemii analitycznej
- 4 pracownie chemii organicznej
- 2 pracownie elektrochemii

Baza naukowa – ul. Tamka 12

Pracownie naukowe specjalistyczne

- 4 pracownie naukowe - chemia organiczna
- 4 pracownie naukowe – chemia organiczna i stosowana
- 1 pracownia naukowa specjalistyczna
- 10 pracowni naukowych z elektrochemii i chemii analitycznej
- pracownie specjalistyczne NMR, IR – 2 szt.
- pracownie aparaturowe -2 szt. (poziom -1)
- pracownie naukowo- badawcze – 3 szt. (adaptacja auli)

Budynek drugi mieści się w przyjemnej zielonej okolicy przy ul. Pomorskiej 163/165 w skład którego wchodzi 4 obiekty (A,B,C i D).



- *Budynek A* o powierzchni 966 m² jest obiektem dwukondygnacyjnym w którym możemy znaleźć: 15 pracowni chemicznych i aparaturowych, 14 pokoi biurowych.
- *Budynek B* o powierzchni 764 m², to parterowy obiekt w którym są: 1 sala wykładowa, 2 pracownie studenckie, 4 pokoje przygotowawcze, 8 pracowni naukowych, 10 pokoi biurowych.
- *Budynek C* to nowy, parterowy obiekt o powierzchni 883 m², w którego skład wchodzi: 4 pracownie chemiczne, 4 sale seminaryjne, 4 pomieszczenia laboratoryjne typu „clean room”, 11 pomieszczeń biurowych, 2 sale komputerowe z 16 stanowiskami komputerowymi.
- *Budynek D* ma 293 m² i zawiera w parterze: 1 salę wykładową, 3 pracownie chemiczne, 4 pokoje biurowe.

2. Informacje dotyczące wyposażenia oraz urządzeń i sprzętu naukowego w poszczególnych Katedrach Wydziału Chemii UŁ

Katedra Chemii Fizycznej

Kalorymetr typu izoperibol

Studenci do realizacji pracy licencjackiej, magisterskiej oraz badań własnych mogą wykorzystywać kalorymetr typu izoperibol. Kalorymetr służy do badania ciepła rozpuszczania ciał stałych oraz cieczy w wodzie, rozpuszczalnikach organicznych oraz mieszanych wodno-organicznych oraz organiczno-organicznych w różnych temperaturach. Otrzymane wyniki pomiarów mogą być interpretowane pod kątem zmian w oddziaływaniach substancja rozpuszczona-substancja rozpuszczona, substancja rozpuszczona-rozpuszczalnik oraz rozpuszczalnik-rozpuszczalnik. Można również badać wpływ zmian temperatury na te oddziaływania.

Uzyskane wnioski można wykorzystywać do wyboru rozpuszczalnika podczas zachodzenia reakcji chemicznych oraz modelowania różnych procesów fizyko-chemicznych wykorzystywanych między innymi w farmacji, medycynie oraz kosmetologii.

Układ do pomiarów przewodnictwa elektrolitycznego

Studenci do realizacji pracy licencjackiej, magisterskiej oraz badań własnych mogą wykorzystywać układ pomiarowy z mostkiem typu Wayne Kerr i naczyniem trójelektrodowym do pomiaru przewodnictwa elektrolitycznego. Układ służy do wyznaczania stałej konduktometrycznej naczynia pomiarowego z wykorzystaniem roztworu KCl w wodzie. Następnie można wykonać pomiary przewodnictwa elektrolitycznego w celu wyznaczania stałej asocjacji, stałej dysocjacji oraz stałej tworzenia kompleksów w wodzie, rozpuszczalnikach organicznych oraz mieszanych wodno-organicznych oraz organiczno-organicznych w różnych temperaturach. W dalszej kolejności można obliczyć termodynamiczne funkcje (swobodną entalpię, entalpię i entropię) poszczególnych procesów i wnioskować o zmianie oddziaływań pomiędzy cząsteczkami podczas danego procesu.

Klaster obliczeniowy

Klaster 1 (thomas): węzeł główny oraz 28 węzłów obliczeniowych DELL PowerEdge R610 (każdy 8 CPU, 48 GB RAM), Klaster 2 (drachen): węzeł główny oraz 31 węzłów obliczeniowych NEC Express5800/E120f-M (każdy 16 CPU, 256 GB RAM). Klaster obliczeniowy udostępniane są studentom w celu wykonywania przez nich obliczeń w ramach realizowanych prac magisterskich przy użyciu specjalistycznego oprogramowania Gaussian 09, Gaussian 16 oraz Mopac (pod systemem Linux). Dodatkowo, na konsultacjach oraz przy realizacji prac magisterskich studenci korzystają z programów specjalistycznych do modelowania molekularnego: Hyperchem 8, Avogadro, Gabedit (w pok. C24 na lokalnych komputerach PC z systemem Windows).



Dyfraktometr monokrystaliczny

Monokrystaliczny dyfraktometr rentgenowski z podwójnym źródłem promieniowania – zestaw aparaturowy XtaLAB SYNERGY-S firmy Rigaku Oxford Diffraction, wraz z oprogramowaniem. Na zestaw składają się:

- Monokrystaliczny dyfraktometr rentgenowski
- Źródła promieniowania rentgenowskiego
- Detektor promieniowania rentgenowskiego
- Goniometr
- Jednostki sterujące
- Przystawka do kontroli temperatury kryształu
- Urządzenie stereoskopowe do selekcjonowania próbek
- CrysAlis - oprogramowanie obsługujące aparaturę i przetwarzające dane.

Urządzenie dedykowane do pomiarów dyfrakcji rentgenowskiej próbek monokrystalicznych, przetwarzania i archiwizowania danych. Aparatura naukowa ma zastosowanie w ustalaniu symetrii i budowy kryształów oraz struktury cząsteczkowej związków chemicznych. Wykorzystywana jest w realizacji prac dyplomowych (licencjackich i magisterskich) obejmujących swoim zakresem tematycznym badania krystalograficzne.

8 komputerów Lenovo, z procesorami AMD Ryzen 5 (4 sztuki)/ AMD Ryzen 3 (4 sztuki) z systemem Windows 11 Pro, na których zainstalowany jest pakiet SHELX pozwalający na wyznaczenie i udokładnienie struktury krystalicznej. Ponadto na komputerach zainstalowane jest też następujące oprogramowanie krystalograficzne: Mercury, enCIFer, CrystalExplorer, Platon, Ortep 3, WinGX.

Izotermiczny kalorymtr miareczkujący TA Instruments Affinity ITC oraz izotermiczny kalorymtr miareczkujący MicroCal VP-ITC przeznaczone są do pomiarów efektów cieplnych oddziaływania związków chemicznych (np. agregacji surfaktantów, kompleksowania receptorów makromolekularnych małowcząsteczkowymi ligandami) w roztworach i umożliwiają wyznaczenie stechiometrii i standardowych funkcji termodynamicznych (entalpii, entropii, entalpii swobodnej) oddziaływań badanych związków chemicznych w roztworach w stałej temperaturze, zazwyczaj w zakresie od 5 do 60°C.

Różnicowe kalorymetry skaningowe SETARAM micro DSC III oraz Linseis Chip-DSC 100 przeznaczone są do pomiarów efektów cieplnych zachodzących w badanej substancji (stałej, np. polimer lub ciekłej, np. roztwór błon fosfolipidach) podczas programowanej zmiany temperatury. Kalorymetry Linseis Chip-DSC 100 oraz SETARAM micro DSC III umożliwiają wyznaczenie temperatury oraz entalpii przejść fazowych oraz wyznaczenie izobarycznej pojemności cieplnej substancji w funkcji temperatury.

Kalorymetry nieizotermiczno-nieadiabetyczne przeznaczone są do pomiarów efektów cieplnych rozpuszczania substancji w badanych rozpuszczalnikach i umożliwiają m.in. wyznaczenie etapowych współczynników oddziaływania pomiędzy cząsteczkami badanych substancji.

Spektrometr FT-IR ThermoScience Nicolet iS 5 przeznaczony jest do rejestracji widm w zakresie IR substancji stałych (np. w KBr) i umożliwia wyznaczenie pasm absorpcji IR charakterystycznych dla struktury badanych związków.

Spektrofotometr UV-VIS Specord Jena przeznaczony jest do rejestracji widm w zakresie UV oraz w zakresie światła widzialnego roztworów substancji (np. leków lub ekstraktów z roślin) i umożliwia wyznaczenie współczynników absorpcji oraz oznaczenie stężenia substancji w roztworze.



Zestawy do dializy Harvard Apparatus przeznaczone są do analizy podziału małych cząsteczek między fazy ciekłe rozdzielone membraną półprzepuszczalną. W przypadku, gdy jedną z faz stanowi roztwór makrocząsteczek, a drugą fazę stanowi roztwór liganda, możliwe jest wyznaczenie izotermy wiązania i analiza stechiometrii i stałej wiązania liganda przez makrocząsteczkę w roztworze.

Wagi analityczne Sartorius, Mettler, Radwag przeznaczone są do wyznaczania mas badanych substancji i służą m.in. do przygotowywania mieszanin i roztwórow badanych substancji.

System Milipore Direct Q3 UV służy do oczyszczania wody. Pozwala uzyskać wodę o klasie czystości „ultra czysta”. **Wyparka próżniowa Steinberg Systems, model SBS-RV-2000** przeznaczona jest do zateżniania roztworów, usuwania/regeneracji rozpuszczalników. **Młynek Novital Davide 4V** przeznaczony jest do mielenia surowców pochodzenia naturalnego. **Twardościomierz Sauter HBD 100-0 Shore D oraz zestaw do testów adhezji (siatka nacięć oraz krzyżowy)** przeznaczone są do badania parametrów użytkowych powłok polimerowych. **Miernik Seven Excellence Mettler Toledo** to urządzenie wielokanałowe służące do jednoczesnego pomiaru pH, przewodnictwa i temperatury. **Homogenizator ultradźwiękowy UP 200HT** z komorą dźwiękoszczelną jest wykorzystywany do sonikacji próbek.

Densymetr przepływowy Anton Paar DMA 5000 przeznaczony jest do pomiaru gęstości próbek ciekłych w zadanej temperaturze i umożliwia m.in. wyznaczanie cząstkowych molowych objętości badanych substancji w roztworach. Pozwala na badanie oddziaływań w roztworach (hydratacja, solwatacja) poprzez analizę termodynamicznych funkcji objętościowych.

Miernik gęstości i prędkości dźwięku: Anton Paar DSA 5000 M przeznaczony jest do pomiaru gęstości i prędkości rozchodzenia się ultradźwięków w próbkach ciekłych (np. w roztworach) w zadanej temperaturze. Pozwala na badanie oddziaływań w roztworach (hydratacja, solwatacja) poprzez analizę termodynamicznych funkcji objętościowych oraz ściśliwości cieczy.

Mostki Wayne Kerr typ B905, typ 6425, typ 6430B, typ 6440B oraz naczynia trójelektrodowe przeznaczone są do pomiarów przewodnictwa roztworów. Pozwalają na badanie procesu micelizacji (wyznaczanie *krytycznego stężenia micelizacji* i pośrednio funkcji termodynamicznych micelizacji), tworzenia kompleksów (wyznaczanie stałej tworzenia kompleksu), asocjacji jonów itp.

Tensjometr pęcherzykowy KRÜSS BP50 przeznaczony do pomiarów napięcia powierzchniowego cieczy metodą dynamiczną i statyczną. Pozwala m.in. na badanie procesu micelizacji (wyznaczanie *krytycznego stężenia micelizacji* i pośrednio funkcji termodynamicznych micelizacji).

Pracownia C-34 dysponuje ośmioma stanowiskami komputerowymi wyposażonymi w komputery marki Lenovo z systemem operacyjnym Windows 11 Pro, procesorami AMD Ryzen 5 5600G z grafiką Radeon (3.90 GHz) oraz 8 GB pamięci RAM.

Na komputerach zainstalowane jest specjalistyczne oprogramowanie HyperChem 8.0, które znajduje zastosowanie w procesie dydaktycznym, zwłaszcza w ramach zajęć z chemii obliczeniowej i modelowania molekularnego. Oprogramowanie umożliwia m.in. przeprowadzanie obliczeń chemii kwantowej, symulacji mechaniki molekularnej oraz wizualizację struktur chemicznych.

Z HyperChem korzystają również studenci realizujący prace licencjackie z zakresu chemii teoretycznej, wykorzystując jego możliwości do samodzielnych analiz i obliczeń związanych z tematyką swoich badań. Sprzęt oraz oprogramowanie są dostępne w Pracowni do pracy własnej studentów, wspierając ich realizację zadań wynikających z programu studiów.

Gęstościomierz Density and Sound Velocity Meter Anton Paar DSA 5000M – wykorzystywany do precyzyjnych pomiarów gęstości cieczy oraz prędkości rozchodzenia się ultradźwięków. Umożliwia



analizę właściwości fizykochemicznych substancji w różnych warunkach temperaturowych, co znajduje zastosowanie w badaniach nad roztworami i cieczami rzeczywistymi.

Precyzyjny mostek pomiarowy Wayne Kerr 6430B (Precision Component Analyzer) – umożliwia automatyczny pomiar przewodnictwa elektrycznego cieczy i ciał stałych, wraz z zestawem termostatów pozwalających na prowadzenie pomiarów w szerokim zakresie temperatur. Dzięki temu studenci mają możliwość analizy zmian właściwości elektrycznych materiałów w funkcji temperatury, co jest szczególnie istotne w badaniach nad roztworami elektrolitowymi i przewodnikami jonowymi.

Lepkościomierze – służą do oznaczania lepkości dynamicznej i kinematycznej cieczy, wykorzystywane są m.in. w analizie płynów o charakterze technologicznym i biologicznym.

Titratory Karla Fischera – wykorzystywane do precyzyjnego oznaczania zawartości wody w rozpuszczalnikach i innych próbkach, zgodnie z uznanymi metodami analitycznymi.

Aparatura do pomiaru stałej dielektrycznej – pozwala na wyznaczanie właściwości dielektrycznych cieczy i ciał stałych, co jest szczególnie istotne w kontekście badań nad materiałami funkcjonalnymi i analizą oddziaływań międzycząsteczkowych.

Spektrometr FT-IR Thermo Scientific Nicolet iS5 – umożliwia identyfikację związków chemicznych oraz analizę składu próbek stałych, ciekłych i gazowych na podstawie ich widm w podczerwieni. Wykorzystywany jest przez studentów m.in. do weryfikacji struktury związków organicznych i nieorganicznych oraz monitorowania zmian chemicznych w materiałach.

Wszystkie urządzenia są dostępne dla studentów w ramach indywidualnej pracy badawczej pod opieką prowadzących. Aparatura ta wspiera realizację programów studiów w zakresie chemii fizycznej.

Krystalograficzna baza danych (Cambridge Structural Database, CSD) jest największą licencjonowaną bazą struktur krystalicznych, wyznaczonych na podstawie rentgenowskiej analizy strukturalnej i dyfrakcji neutronowej kryształów związków organicznych i metaloorganicznych. Baza zawiera ponad 1,3 mln struktur 3D, z czego 45% stanowią struktury organiczne, a 55% metaloorganiczne. Od 1965 roku gromadzone są dane bibliograficzne (nazwiska autorów, tytuł, numer, strony i rok wydania czasopisma), chemiczne (np. nazwę związku, skład chemiczny, wzór cząsteczki), krystalograficzne (np. układ krystalograficzny, grupa przestrzenna, parametry komórki elementarnej, współrzędne atomów, gęstość, kształt kryształu itp.) oraz inne informacje tekstowe (np. poprawki eksperymentalne, odmiany polimorficzne, informacje o nieporządku) dla badanych struktur. Baza CSD stanowi zaufane źródło naukowe, które jest systematycznie uzupełniane, co najmniej dwa razy do roku, o nowe dane strukturalne.

Katedra Chemii Fizycznej posiada dwa stanowiska pracy z bazą CSD, z których korzystają studenci realizujący zadania wynikające z programu studiów. Baza wykorzystywana jest także przez studentów realizujących prace licencjackie i magisterskie z zakresu chemii strukturalnej.

Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej

Elektromagnes laboratoryjny LS – EM – 7 (Lake Shore Cryotronics, Westerville, Ohio, USA) z zasilaczem LS - 648 : służy do wytwarzania pomiędzy nabiegunnikami elektromagnesu stałego pola magnetycznego w zakresie (0 - 1.2 T). W ramach prac dyplomowych Licencjaci i Magistranci prowadzą przy pomocy tego urządzenia badania nad wpływem stałego pola magnetycznego na: zmiany właściwości wytrzymałościowych i fizykochemicznych kompozytów polimerowych, na wydajność i czas przebiegu reakcji syntez związków organicznych, właściwości fizykochemiczne i parametry



wytrzymałościowe materiałów budowlanych, również z zastosowaniem uzdatnionych materiałów odpadowych.

Teslomierz LS – F41 – FC : służy do pomiaru indukcji magnetycznej B, w teslach, podczas wykonywania badań w stałym polu magnetycznym przez Licencjatów i Magistrantów, w ramach wykonywania prac dyplomowych.

Studenci w ramach wykonywania badań do swoich prac dyplomowych wykorzystują następującą aparaturę badawczą:

Chromatograf ciekzowy Agilent 1200 z detektorami DAD i FLD i oprogramowaniem ChemStation - przeznaczonym do analizy jakościowej i ilościowej związków chemicznych w próbkach ciekłych, m.in. w próbkach środowiskowych, biologicznych, farmaceutycznych i spożywczych. Detektory DAD i FLD umożliwiają analizę związków absorbujących promieniowanie UV/VIS oraz związków wykazujących fluorescencję.

Oprogramowanie ChemStation służy do sterowania pracą urządzenia, programowania metody analitycznej, zbierania i obróbki danych.

Chromatograf gazowy Agilent 7890A sprzężony ze spektrometrem masowy (GC-MS), z oprogramowaniem MassHunter - system analityczny przeznaczony do jakościowej i ilościowej analizy lotnych i półlotnych związków chemicznych. Umożliwia identyfikację i oznaczanie śladowych ilości substancji w złożonych próbkach środowiskowych, biologicznych, farmaceutycznych, petrochemicznych i spożywczych.

Oprogramowanie MassHunter umożliwia pełne sterowanie parametrami GC i MS, oraz zawiera funkcje do obróbki danych, analizy ilościowej i jakościowej, dekonwolucji widm mas, identyfikacji substancji z bibliotek (NIST).

System do SPE - służy do oczyszczania i zateżniania próbek ciekłych przed analizą instrumentalną np. chromatografią ciekową. Jest stosowany w analizach analitycznych, środowiskowych, farmaceutycznych i kryminalistycznych.

Spektrofotometr UV-VIS SP-830 - urządzenie przeznaczone do pomiaru absorbancji i transmitancji światła w zakresie widzialnym i ultrafioletowym. Znajduje zastosowanie w chemii analitycznej, toksykologii, badaniach środowiskowych oraz dydaktyce.

Komora fitotronowa (Pol-Eko) - komora służy do kontrolowanej hodowli roślin, glonów, sinic, mikroorganizmów oraz tkanek roślinnych w ściśle określonych warunkach środowiskowych. Znajduje zastosowanie w badaniach biologicznych, ekologicznych, toksykologicznych i środowiskowych.

Komora laminarna Bio II Advance (Telstar, Hiszpania) - urządzenie klasy II, służące do pracy z materiałem biologicznym wymagającym ochrony użytkownika, produktu i środowiska. Zapewnia sterylne warunki dzięki laminarnemu przepływowi powietrza i systemowi filtracji HEPA, który usuwa cząstki i mikroorganizmy z powietrza nawiewanego i wywiewanego. Wykorzystywana jest do pracy z kulturami mikroorganizmów, próbkami środowiskowymi.

Fluorymetr AlgaeChek Ultra (Modern Water, Wielka Brytania) - urządzenie służące do szybkiego i selektywnego wykrywania oraz monitorowania obecności różnych grup fitoplanktonu, w szczególności sinic (cyanobacteria), zielenic (chlorophyta), okrzemek (diatomeae) i kryptofitów. Wykorzystuje technikę fluorescencji chlorofilu *in vivo*, co pozwala na ocenę ilości i aktywności fotosyntetycznej alg w czasie rzeczywistym. Znajduje zastosowanie w badaniach środowiskowych, monitorowaniu jakości wód,



wykrywaniu zakwitów sinic oraz w ocenie skutków zanieczyszczeń (np. farmaceutykami) na organizmy fotosyntetyzujące.

Mikroskop optyczny Olympus CX-41 (Olympus, Filipiny) - mikroskop biologiczny przeznaczony do zastosowań rutynowych oraz edukacyjnych i laboratoryjnych. Wykorzystywany jest m.in. do obserwacji komórek, mikroorganizmów i fitoplanktonu, a także do analizy próbek środowiskowych.

Ponadto wykorzystywany jest podstawowy sprzęt laboratoryjny taki jak:

- dejonizator wody HLP Spring HydroLab System z odwróconą osmozą i kapsułą mikrofiltracyjną 0,2 μm (HydroLab, Polska),
- waga laboratoryjna RADWAG, model AS 310/C/2, max 310 g, d = 0,1 mg (RADWAG, Polska),
- mieszadło magnetyczne MM6 (Polamed, Polska),
- miernik wielofunkcyjny Multi 3430 SETF połączony z elektrodą SenTix umożliwiający pomiary pH, miernikiem tlenu rozpuszczonego w wodzie FDO 925 oraz miernikiem przewodnictwa TetraCon 925 (WTW, Niemcy),
- łaźnia ultradźwiękowa Ultrasonic Cleaner USC-TH (VWR International, Polska)
- łaźnia grzejna IKA HB10 digital (VWR)
- wirówka Rotofix 32 A (Hettich)

Oprogramowanie OriginLab - program umożliwia profesjonalną analizę i obróbkę danych naukowych oraz tworzenie specjalistycznych wykresów. Dodatkowo przy użyciu tego narzędzia można przeprowadzać podstawowe oraz rozbudowane analizy walidacyjne danych.

Profilometr optyczny 3D - urządzenie umożliwiające szczegółową analizę powierzchni różnego rodzaju próbek. Profilometr umożliwia bezkontaktowy pomiar topografii powierzchni z mikro- i nanoskalową dokładnością. Urządzenie to wykorzystuje technologię interferometrii światła białego oraz konfokalnej mikroskopii optycznej, co pozwala na analizę chropowatości próbek i innych parametrów 3D powierzchni.

Biodrukarka 3D Bio X - do najważniejszych funkcji urządzenia należą: -Biodruk ludzkich tkanek z dowolnie wybranych z szerokiego zakresu możliwych do zastosowania materiałów. Mogą to być między innymi tkanki mięśnia sercowego, skóry, chrząstki oraz kości; - Wymienialne przez użytkownika, inteligentne głowice, które umożliwiają zarówno chłodzenie, jak i ogrzewanie ekstrudowanego materiału.; - Opatentowany system czystej, zamkniętej komory wyposażonej w filtry HEPA.; - Możliwość kontrolowania temperatury stołu roboczego w zależności od stosowanego biomateriału.

Spektrofotometr ATR FTIR - to urządzenie służące do analizy składu chemicznego materiałów poprzez pomiar ich widma w podczerwieni. Technika ATR umożliwia bezpośrednie badanie próbek stałych, ciekłych i półstałych bez potrzeby specjalnego przygotowania. Urządzenie pozwala na rejestrację widma powierzchniowego poprzez wielokrotne odbicie promieniowania IR. Dzięki transformacji Fouriera (FTIR) uzyskuje się szczegółowe informacje o wiązaniach chemicznych i grupach funkcyjnych obecnych w próbce.

SEM stołowy - urządzenie umożliwiające wysokorozdzielczą obserwację powierzchni próbek w powiększeniu dochodzącym do kilkudziesięciu tysięcy razy. Dzięki zastosowaniu wiązki elektronowej możliwe jest uzyskanie obrazów topografii oraz kontrastu materiałowego z dużą głębią ostrości. Mikroskop ten jest wyposażony w zautomatyzowane funkcje ustawiania ostrości, kontrastu i próżni, co ułatwia obsługę nawet mniej doświadczonym użytkownikom.

Elektrochemiczny miernik uniwersalny EMU



Automatyczny titrator CERKO
Potencjostat AUTOLAB N-128
Waga magnetyczna Sherwood Scientific MK1
Spektrofotometr UV/VIS Jasco V-630
Spektrofotometr Metertech SP 830 PLUS
Spektrofotometr Metertech SP 830

Poza tym drobny sprzęt przenośny: pehametry, konduktometr, tlenomierz, kolorymetr, używane do zajęć z chemii nieorganicznej oraz do pomiarów prowadzonych przez Studenckie Koło Naukowe Chemików „Orbital”.

Aparatura jest wykorzystywana przez studentów w celu wykonywania zadań wynikających z programu studiów w ramach pracy własnej.

1. **Autolab 302N** (Metrohm) potencjostat – aparat do pomiarów elektrochemicznych.
2. **Spelec** (*DropSens*) potencjostat/spektrofotometr UV/Vis - aparat do pomiarów elektrochemicznych i spektroskopowych

W ramach Laboratorium Spektrometrii Atomowej, Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej dysponuje **spektrometrem absorpcji atomowej contrAA 800** firmy Analytik Jena GmbH. Zasada działania tego urządzenia opiera się na zjawisku absorpcji promieniowania o specyficznej długości fali przez wolne atomy metali. Dzięki zastosowaniu lampy ksenonowej i detektora CCD wysokiej rozdzielczości, spektrometr contrAA 800 pozwala na selektywne oznaczanie szerokiego spektrum śladowych ilości metali, zapewniając granice wykrywalności na poziomie ppb. Spektrometr umożliwia atomizację próbki zarówno w płomieniu, jak i w piecu grafitowym. Dzięki dostępności techniki mineralizacji mikrofalowej w Laboratorium, pomiary metali mogą być wykonywane w szerokim spektrum obiektów badań. W ramach zajęć studenci wykorzystują spektrofotometr do analizy próbek środowiskowych, a także produktów spożywczych i kosmetyków. Oznaczane są m.in. zawartości wapnia, żelaza, miedzi, cynku, ołowiu, kadmu, kobaltu, chromu oraz srebra.

Katedra Chemii Organicznej

Analityczny chromatograf HPLC Shimadzu – precyzyjny system do rozdzielenia i oznaczania związków organicznych i bioaktywnych, wykorzystywany zarówno w analizie jakościowej i ilościowej, jak i do monitorowania przebiegu reakcji. Umożliwia dokładne określanie czystości oraz identyfikację składników mieszanin reakcyjnych i produktów syntezy.

Preparatywny chromatograf Shimadzu – zaawansowany system przeznaczony do oczyszczania i frakcjonowania większych ilości substancji (w skali gramowej). Stanowi nieodzowne narzędzie w procesie izolacji związków chemicznych otrzymywanych w ramach prac badawczych, pozwalając na ich dalszą charakterystykę.

System HPLC–MS Shimadzu – połączenie wysokosprawnej chromatografii cieczowej z detekcją masową. Umożliwia jednoznaczną identyfikację i analizę strukturalną związków organicznych i metaloorganicznych, również w śladowych ilościach. Wykorzystywany jest w analizach jakościowych, badaniach produktów syntezy oraz w profilowaniu metabolicznym.

System do chromatografii kolumnowej Büchi (Pure Chromatography System) – nowoczesny, zautomatyzowany system do chromatografii flash oraz preparatywnej, umożliwiający szybkie i



powtarzalne oczyszczanie związków organicznych. Dzięki detekcji UV, automatycznemu dozowaniu próbki oraz precyzyjnej kontroli gradientu fazy ruchomej, system pozwala na skuteczne rozdzielanie mieszanin reakcyjnych i izolację czystych produktów. Wspiera pracę w badaniach naukowych, zwłaszcza w zakresie chemii organicznej i syntezy preparatywnej.

Reaktor mikrofalowy Anton Paar Monowave 400 – monomode reaktor do przeprowadzania reakcji chemicznych z wykorzystaniem ogrzewania mikrofalowego (do 300 °C i 30 bar). Zapewnia szybkie i wydajne prowadzenie reakcji w kontrolowanych warunkach, skracając znacząco czas syntezy.

Liofilizator – urządzenie umożliwiające suszenie próbek metodą sublimacji w warunkach próżni. Stosowany do przygotowywania trwałych postaci produktów reakcji (np. soli, koniugatów biologicznych) oraz usuwania rozpuszczalników bez wpływu na strukturę związków wrażliwych na temperaturę.

Spektrofluorymetr Fluoromax4 ze sferą całkującą – wysoko czuły przyrząd do rejestracji widm fluorescencji, fosforescencji oraz wyznaczania kwantowej wydajności i czasów życia emisji. Wykorzystywany w badaniach fotofizycznych oraz analizie materiałów luminescencyjnych.

Spektrofotometr UVVis Shimadzu UV3600i Plus – spektrofotometr o rozszerzonym zakresie pracy (185–3300 nm), wyposażony w podwójny monochromator oraz sferę całkującą. Umożliwia analizę próbek ciekłych i stałych, m.in. pomiary absorpcji, reflektancji i transmisji, również dla próbek o niskiej koncentracji lub silnym rozpraszaniu światła.

Wirówka laboratoryjna (2 szt.) – urządzenie umożliwiające rozdział zawiesin i ekstraktów w oparciu o różnice gęstości, stosowane w preparatyce próbek, oczyszczaniu osadów reakcyjnych i oddzielaniu nadmiarów reagentów.

Wagi analityczne Mettler Toledo i Ohaus – precyzyjne urządzenia umożliwiające ważenie z dokładnością do $\pm 0,1$ mg oraz $\pm 0,01$ mg, wykorzystywane w przygotowywaniu roztworów, dozowaniu odczynników oraz ważeniu końcowym oczyszczonych produktów.

System uzdatniania wody czystej i ultraczystej Millipore – zapewnia wodę spełniającą normy dla klasy czystości I i II, niezbędną do prowadzenia analiz instrumentalnych, przygotowania roztworów i płukania szkła laboratoryjnego w warunkach analizy śladowej.

Wyparki próżniowe (14 szt.) – umożliwiają usuwanie rozpuszczalników z mieszanin poreakcyjnych w sposób łagodny, pod zmniejszonym ciśnieniem i przy kontrolowanej temperaturze. Stosowane rutynowo w końcowym etapie syntezy związków organicznych.

Linie próżniowo–argonowe – stanowiska do prowadzenia syntez i operacji chemicznych w atmosferze obojętnej, wykorzystywane przy pracy z substancjami wrażliwymi na wilgoć lub tlen, a także przy reaktywnych reagentach i prekursorach metaloorganicznych.

Zmywarka laboratoryjna Miele – specjalistyczne urządzenie do mycia i suszenia szkła laboratoryjnego w warunkach zapewniających wysoką czystość. Zapewnia powtarzalność, oszczędność wody i detergentów oraz bezpieczeństwo użytkownika, wspomagając codzienną pracę laboratoryjną.

System do prowadzenia reakcji na żywicy – zestaw reaktorów do syntez chemicznych w warunkach heterogenicznych (np. na nośnikach polimerowych lub ciałach stałych), umożliwiającą prowadzenie



reakcji w trybie oszczędnym objętościowo i przy ograniczonym użyciu rozpuszczalników wykorzystywany w syntezie peptydów.

Termoblok – aparat do precyzyjnego ogrzewania prób w zamkniętych probówkach, wykorzystywany w syntezach organicznych, reakcjach enzymatycznych oraz przygotowywaniu próbek do analizy.

Reaktor mikrofalowy Synthos 3000 służy do syntezy oraz wspomaganiej mikrofalami ekstrakcji próbek stałych (przy kontroli temperatury i ciśnienia procesu).

HPLC Shimadzu, analityczne i preparatywne. Rozdział złożonych mieszanin związków organicznych i nieorganicznych.

Spektrofluorymetr FS5 Edinborough, pomiary steady-state widm fotoluminescencji roztworów.

Liofilizator Alpha LSC basic Christ. Liofilizacja próbek w skali laboratoryjnej.

Waga laboratoryjna RADWAG XA60/220/X – dokładność w gramach do 5 miejsc po przecinku.

Waga laboratoryjna RADWAG AS 220.R2 PLUS – dokładność w gramach do 4 miejsc po przecinku.

Homogenizator ultradźwiękowy Omni-Ruptor 4000 do homogenizowania próbek/prowadzenia reakcji sonochemicznych.

Wytrząsarka IKA KS 260 zaopatrzona w tacę wytrząsającą na której można jednocześnie wytrząsać kilkanaście próbek.

Fotolizer z lampą UV, UV-Consulting Peschl, umożliwia prowadzenie reakcji fotochemicznych w zakresie światła UV.

Fotolizer – światło widzialne umożliwia przeprowadzanie reakcji fotochemicznych w zakresie światła widzialnego. Źródłem światła są żarówki wolframowe (4 x 200W).

Suszarka laboratoryjna KBC-32W do suszenia szkła laboratoryjnego.

Wysokociśnieniowy autoklaw laboratoryjny Roth model IV 500 ml/100 bar, cylinder i głowica - do prowadzenia reakcji w warunkach zmiennego ciśnienia i temperatury.

Lampa UV/VIS - do chromatografii cienkowarstwowej (TLC), pozwalająca na wizualizację związków chemicznych przy długości fali 365 nm i/lub 254 nm.

Waga analityczna AS 220.R2.PLUS RADVAG, dokładność odczytu 0,1mg - waga do ważenia małych ilości substancji chemicznych i do przygotowywania naważek analitycznych.

Aparat Boetiusa do pomiaru temperatury topnienia substancji stałych.

Katedra Chemii Organicznej i Stosowanej

Różnicowy kalorymetr skaningowy (Mettler Toledo, DSC-1) - analiza przemian fazowych, oznaczanie czystości próbek, wyznaczanie ciepła właściwego substancji



Analizator elementarny (Elementar) oznaczanie zawartości pierwiastków (takich jak węgiel, wodór, azot, siarka) w próbkach

Spektrometr EPR (Bruker) analiza spektroskopowa materiałów otwarto-powłokowych, badania mechanizmów reakcji, wykrywanie i oznaczanie wolnych rodników

System chromatografii flashowej (Reveleris) - rozdział mieszanin związków chemicznych, ocena czystości próbek

Średniociśnieniowy aparat do uwodornienia (Parr Instrument Co.) - reakcje z gazowym wodorem w zakresie małych i średnich ciśnień

Młyn kulowy (Retsch) - prowadzenie reakcji w warunkach mechanochemicznych (bez użycia rozpuszczalnika)

HPLC (Agilent, Knauer, Varian) - oczyszczanie, ocena czystości oraz identyfikacja związków chemicznych

Reaktor mikrofalowy (CEM) - prowadzenie reakcji chemicznych w warunkach aktywacji mikrofalowej
GC-MS

Chromatografia cieczowa:

- **Chromatograf cieczowy HPLC-DAD Agilent Technologies 1260 Infinity II**
- **Chromatograf cieczowy HPLC-DAD Agilent Technologies 1220 Infinity**
- **Chromatograf cieczowy HPLC-DAD Agilent Technologies 1100**

Chromatografy cieczowe z detektorem diodowym UV-vis – rozdzielanie składników mieszanin, ich identyfikacja jakościowa i oznaczanie ilościowe, rejestrowanie widm UV-vis w realnym czasie analizy. Mogą być wykorzystywane w różnych trybach chromatografii, w tym głównie w chromatografii w odwróconym układzie faz (RP-LC), chromatografii jonowymiennej (IC-LC) oraz chromatografii oddziaływań hydrofilowych (HILIC). Są wykorzystywane w ramach pracowni studenckiej, w tym również na etapie przygotowywania eksperymentalnych prac dyplomowych.

- **Chromatograf cieczowy HPLC-FLD JASCO**
- **Chromatograf cieczowy HPLC-FLD Agilent Technologies 1100**

Chromatografy cieczowe z detektorem diodowym UV-vis oraz detektorem spektrofluorymetrycznym – rozdzielanie składników mieszanin, ich identyfikacja jakościowa i oznaczanie ilościowe, rejestrowanie widm UV-vis w realnym czasie analizy. Mogą być wykorzystywane w różnych trybach chromatografii, w tym głównie w chromatografii w odwróconym układzie faz (RP-LC), chromatografii jonowymiennej (IC-LC) oraz chromatografii oddziaływań hydrofilowych (HILIC). Są wykorzystywane w ramach pracowni studenckiej, w tym również na etapie przygotowywania eksperymentalnych prac dyplomowych, a także podczas realizacji prac doktorskich.

- **Chromatograf cieczowy HPLC-ELSD Agilent Technologies 1220 Infinity**

Chromatograf cieczowy z detektorem rozpraszania światła – rozdzielanie składników mieszanin, ich identyfikacja jakościowa i oznaczanie ilościowe. Może być wykorzystywany w różnych trybach chromatografii, w tym głównie w chromatografii w odwróconym układzie faz (RP-LC) oraz chromatografii oddziaływań hydrofilowych (HILIC). Jest wykorzystywany na etapie przygotowywania eksperymentalnych prac dyplomowych, a także podczas realizacji prac doktorskich.

HPLC-MS/MS Agilent Technologies 1260/90 Infinity II, MS 6470 LC/TQ



Chromatograf cieczowy z detektorem mas typu potrójny kwadrupol – rozdzielanie składników mieszanin, ich identyfikacja jakościowa i oznaczanie ilościowe, także w oparciu o analizę widm masowych. Może być wykorzystywany w różnych trybach chromatografii, w tym głównie w chromatografii w odwróconym układzie faz (RP-LC) oraz chromatografii oddziaływań hydrofilowych (HILIC). Jest wykorzystywany podczas realizacji prac doktorskich.

Chromatografia gazowa:

- **Chromatograf gazowy GC-MS Agilent Technologies 7820A, MS 5977B**

Chromatograf gazowy z detektorem mas (pojedynczy kwadrupol) – rozdzielanie lotnych składników mieszanin, ich identyfikacja jakościowa i oznaczanie ilościowe. Jest wykorzystywany w ramach pracowni studenckiej, w tym również na etapie przygotowywania eksperymentalnych prac dyplomowych, a także podczas realizacji prac doktorskich.

Kapilarna elektroforeza:

- **Aparat do elektroforezy kapilarnej HPCE-DAD Agilent Technologies 7100 CE**
- **Aparat do elektroforezy kapilarnej HPCE-DAD Hewlett Packard HP^{3D}CE**

Obydwa aparaty umożliwiają rozdzielanie składników mieszanin wg mechanizmu charakterystycznego dla technik elektromigracyjnych, tj. na zasadzie różnic w prędkościach migracji rozdzielanych składników w kapilarze wypełnionej buforem. Umożliwiają identyfikację jakościową i oznaczanie ilościowe analitów oraz rejestrowanie widm UV-vis w realnym czasie analizy. Są wykorzystywane w ramach pracowni studenckiej, w tym również na etapie przygotowywania eksperymentalnych prac dyplomowych, a także podczas realizacji prac doktorskich.

Spektrofotometria UV-vis:

- **Spektrofotometr UV-Vis Hewlett Packard HP 8453**
- **Spektrofotometr UV-Vis Shimadzu UV-1900**

Obydwa przyrządy umożliwiają rejestrację widm w zakresie promieniowania UV-vis a tym samym pozwalają na analizę kolorymetryczną. Są wyposażone w detektory diodowe UV-vis. Jako podstawowe wyposażenie laboratorium są wykorzystywane w ramach pracowni studenckiej, w tym również na etapie przygotowywania eksperymentalnych prac dyplomowych, a także podczas realizacji prac doktorskich.

Katedra Dydaktyki Chemii

Dwa mikrotitratory jeden jednokanałowy, drugi dwukanałowy do wykonywania oznaczeń potencjometrycznych i/lub pH-metrycznych

Waga analityczna Sartorius o dokładności do 0.00001g.

HYPERQUAD oprogramowanie do analizy krzywych miareczkowania potencjometrycznego i pH-metrycznego oraz pakiet ACDLabs z modułem symulacji widm masowych i widm fragmentacyjnych MS Fragmenter pozwalający na analizę widm masowych otrzymywanych związków kompleksowych

Zestawy komputerowe 16 sztuk, sala 125.

Na każdym komputerze zainstalowane jest m.in. oprogramowanie Statistica, którego licencja jest odnawiana co dwa lata. Kolejne odnowienie przypada na rok 2026.

Z oprogramowania Statistica korzystają Studenci 1 roku 2 stopnia na kierunku Analityka chemiczna.



Zakład Dydaktyki Chemii i Popularyzacji Nauk obecnie Katedra Dydaktyki Chemii dysponuje salą dydaktyczną, która ma za zadanie spełniać rolę klasy szkolnej. Sala ta wyposażona jest w dygestoria, stoły laboratoryjne z dociągniętą wodą i prądem. Stoły laboratoryjne uzupełnione są o szafki, w których przechowywane są zestawy ćwiczeń laboratoryjnych z zakresu szkoły podstawowej/ponadpodstawowej do wykonania przez studentów. Sala ma do dyspozycji pokój przygotowawczy, w którym znajduje się zapasowy zestaw odczynników chemicznych i sprzętu.

Laboratorium to uzyskało akredytację Uczelnianej Komisji Akredytacyjnej. Od roku akademickiego 2019/2020 laboratorium było systematycznie doposażone o tablicę interaktywną, dziesięć komputerów mobilnych z podstawowym oprogramowaniem, dostępem do internetu, Dodatkowo zakupiono program ChemOffice+Cloud, licencja instytucjonalna na 15 stanowisk dla studentów kierunku Nauczanie Chemii, na trzy lata. Ponadto rzutnik multimedialny drukarki 3D, kamery, a także środki ochrony osobistej, odczynniki i sprzęt chemiczny, drukarkę i ksero do dyspozycji studentów. Dodatkowo zakupiono i zainstalowano stół demonstracyjny.

Doposażenie tej sali było możliwe dzięki pozyskaniu środków finansowych z projektu pt: „Modelowe kształcenie przyszłych nauczycieli przedmiotów matematyczno-przyrodniczych w Uniwersytecie Łódzkim” na lata 2019-2023. Fundusze zostały pozyskane z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju przez kierownika laboratorium.

W sali tej odbywa się większość zajęć realizowanych na kierunku Nauczanie Chemii, zajęcia promujące Wydział Chemii i popularyzujące naukę, a także prace badawcze z zakresu dydaktyki chemii szkoły podstawowej i ponadpodstawowej.

Katedra Technologii i Chemii Materiałów

Elektronowy mikroskop skaningowy z analizatorem EDS

Wysokorozdzielczy skaningowy mikroskop elektronowy SEM, wyposażony w działo elektronowe z termiczną emisją polową (emiter Schottky'ego) z napięciem przyspieszającym regulowanym w zakresie od minimum 200 V do 30 kV. Mikroskop pracuje w trybie wysokiej próżni $6 \cdot 10^{-6}$ mbar oraz w trybie niskiej próżni (<2 mbar). W zależności od zastosowanych parametrów pomiarowych, możliwe jest osiągnięcie wysokich rozdzielczości (do 1 nm). Mikroskop SEM umożliwia: badanie struktury materiałów, obrazowanie materiałów warstwowych, stopów, warstw ochronnych, powłok antykorozyjnych lub dekoracyjnych, analizę wielkości i kształtu cząstek materiałów sypkich - granulatów, proszków, wypełniaczy, analizę pierwiastkową materiałów.

Spektrofotometr NICOLET IS50

Podstawowe cechy przyrządu: zakres spektralny: $7500-400 \text{ cm}^{-1}$, rozdzielczość spektralna $0,25 \text{ cm}^{-1}$. Detektory: szerokok zakresowy DTGS, zakres $7500-180 \text{ cm}^{-1}$, ultrawysokoczuły, niskoszumowy, linearyzowany MCT (chłodzony ciekłym azotem), zakres $5000-700 \text{ cm}^{-1}$. Konfiguracja spektrofotometru oraz wyposażenie dodatkowe pozwala na badania powierzchni różnych materiałów ze szczególnym uwzględnieniem materiałów cienkowarstwowych i ultracienkowarstwowych. Oprogramowanie znajdujące się w zestawie pozwala na wszechstronną obróbkę, korektę i pomiary rejestrowanych widm, w tym na pomiary ilościowe. Posiadamy również oprogramowanie wspomagające analizę widm IR, IR-mentor.

Tribometr typu kula-tarcza lub trzpień-tarcza (T-11)

Urządzenie to zostało zaprojektowane i wyprodukowane przez Instytut Eksploatacji w Radomiu w celu określania właściwości tribologicznych materiałów stosowanych w węzłach tarcia maszyn. Tester można wykorzystać do badania metali, tworzyw sztucznych, materiałów ceramicznych i cienkich powłok w warunkach tarcia suchego lub smarowania, w otoczeniu powietrza, bądź określonego gazu, w różnych temperaturach. Przy pomocy urządzenia T-11 można wyznaczać lub obserwować: warunki



zacierania, wpływ obróbki powierzchniowej na tarcie i trwałość elementów maszyn, wpływ docierania na zjawiska tribologiczne, charakterystyki tribologiczne smarów stałych, plastycznych i płynnych środków smarowych, wpływ temperatury otoczenia i gazu na tarcie i zużycie, zjawiska tribopolimeryzacji.

GONIOMETR KRÜSS DSA25

Analizator kształtu kropli i napięcia powierzchniowego (metoda kropli zawieszanej - Pendant Drop). Służy do analizy procesów: zwilżania i adhezji (na granicy faz ciecz/ciało stałe) oraz pomiaru swobodnej energii powierzchniowej (SFE). Podstawowe, precyzyjne, łatwe w obsłudze narzędzie do analizy.