

## Karta przedmiotu

Informacje ogólne o przedmiocie		
1. Kierunek studiów: <i>analityka medyczna</i>		2. Poziom kształcenia: jednolite studia magisterskie
		3. Forma studiów: stacjonarne
4. Rok: II		5. Semestr: IV
6. Nazwa przedmiotu: ANALIZA INSTRUMENTALNA		
7. Status przedmiotu: obowiązkowy		
8. Jednostka realizująca przedmiot, adres, e-mail: Zakład Analizy Instrumentalnej, Katedra Analizy Instrumentalnej, ul. Jedności 8, 41-200 Sosnowiec <a href="mailto:analizainstrumentalna@sum.edu.pl">analizainstrumentalna@sum.edu.pl</a>		
9. Imię i nazwisko osoby odpowiedzialnej za realizację przedmiotu: Prof. dr hab. n. med. Krystyna Trzepietowska-Stępień		
10. Założenia i cele kształcenia przedmiotu: Poznanie podstaw teoretycznych i metodycznych wybranych instrumentalnych technik analitycznych oraz ich aplikacji w medycznej diagnostyce laboratoryjnej. Kształtowanie umiejętności w zakresie: doboru metod instrumentalnych do rozwiązywania problemów analitycznych, posługiwania się aparaturą pomiarową, wykonywania analiz ilościowych i jakościowych metodami instrumentalnymi oraz oceny wiarygodności wyniku analizy.		
11. Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji: Podstawowe wiadomości o strukturze elektronowej i właściwościach pierwiastków oraz związków chemicznych; umiejętność wykonywania obliczeń chemicznych i podstawowych czynności analitycznych (ważenie, pipetowanie, przygotowywanie i rozcieńczanie roztworów); obsługa komputera, znajomość programów Word i Excel; umiejętność wykorzystania metod matematycznych i statystycznych do opracowania wyników pomiarów.		
12. Efekty uczenia się		
Numer przedmiotowego efektu uczenia	Przedmiotowe efekty uczenia się	Odniesienie do efektów kształcenia zawartych w standardach
P_W01	Student zna klasyfikację instrumentalnych technik analitycznych oraz podstawy teoretyczne i metodyczne technik spektroskopowych, elektroanalitycznych, chromatograficznych i spektrometrii mas oraz ich zastosowanie w medycznej diagnostyce laboratoryjnej.	B.W11. B.W5.
P_W02	Zna zasady funkcjonowania aparatów stosowanych w spektrofotometrii UV-VIS, spektrofluorymetrii, absorpcyjnej i emisyjnej spektrometrii atomowej, potencjometrii, konduktometrii, chromatografii gazowej, wysokosprawnej chromatografii cieczowej i spektrometrii mas.	B.W12.
P_W03	Zna kryteria wyboru metody analitycznej oraz zasady jej walidacji	B.W13.
P_U01	Potrafi posługiwać się aparaturą pomiarową stosowaną w technikach spektroskopowych, elektroanalitycznych i chromatograficznych.	B.U1. F.U6.
P_U02	Potrafi identyfikować związki organiczne oraz oznaczać pierwiastki, jony i związki chemiczne metodami instrumentalnymi, opracowywać i interpretować wyniki pomiarów oraz oceniać wiarygodność wyniku analizy, a także wyciągać wnioski z własnych pomiarów i obserwacji.	B.U14. B.U12. B.U2.
P_U03	Potrafi przeprowadzać walidację instrumentalnej metody analitycznej.	B.U8. B.U2.
P_U04	Potrafi dobierać instrumentalną metodę analityczną do rozwiązania konkretnego zadania analitycznego.	B.U2. B.U8.

<b>13. Formy zajęć w odniesieniu do efektów uczenia</b>					
Numer przedmiotowego efektu uczenia	Forma zajęć dydaktycznych				
	wykład	seminarium	ćwiczenia	zajęcia praktyczne	e-learning
P_W01	X	X	X		
P_W02	X	X	X		
P_W03		X	X		
P_U01			X		
P_U02			X		
P_U03		X	X		
P_U04		X	X		
<b>14. Treści programowe</b>					
<b>14.1. Forma zajęć: Wykłady</b>					<b>Liczba godzin</b>
W1	<p>Podział instrumentalnych technik analitycznych i ich ogólna charakterystyka. Wprowadzenie do technik spektroskopowych: absorpcja i emisja promieniowania elektromagnetycznego, efekty oddziaływania promieniowania o różnej długości fali z materią.</p> <p>Spektrofotometria w zakresie nadfioletu i światła widzialnego: prawa absorpcji promieniowania, odchylenia od praw absorpcji; budowa i zasada działania spektrofotometrów UV-Vis; zapewnienie jakości pomiaru spektrofotometrycznego.</p>				3
W2	<p>Spektrofotometria w zakresie nadfioletu i światła widzialnego: przejścia elektronowe w związkach organicznych i w kompleksach metali; widmo UV-Vis, parametry charakteryzujące pasmo absorpcyjne; chromofory, auksochromy; wpływ pH i polarności rozpuszczalnika na widmo UV-Vis; analiza jakościowa w spektrofotometrii UV-Vis; analiza ilościowa w spektrofotometrii UV-Vis - dobór optymalnych warunków oznaczania, metody oznaczania pojedynczego składnika, analiza mieszaniny wieloskładnikowej; przykłady zastosowania spektrofotometrii UV-Vis w diagnostyce laboratoryjnej.</p>				3
W3	<p>Nefelometria i turbidymetria: podstawy teoretyczne, aparatura pomiarowa, zastosowanie w diagnostyce laboratoryjnej.</p> <p>Spektrofluorymetria: mechanizm powstawania fluorescencji; widmo wzbudzenia i widmo emisji fluorescencji; wydajność kwantowa fluorescencji; fluorofory; wygaszanie fluorescencji; budowa i zasada działania spektrofluorymetru; zastosowanie spektrofluorymetrii w analizie jakościowej i ilościowej; znaczniki fluorescencyjne i sondy fluorescencyjne oraz ich wykorzystanie w analizie związków biologicznie czynnych.</p>				3
W4	<p>Absorpcyjna spektrometria atomowa: podstawy absorpcji atomowej; budowa i zasada działania spektrofotometru absorpcji atomowej - źródła promieniowania, atomizery płomieniowe i bezpłomieniowe; metody analizy ilościowej; interferencje w AAS i metody ich eliminacji.</p> <p>Emisyjna spektrometria atomowa: spektrofotometria płomieniowa – podstawy fizykochemiczne, aparatura, analiza ilościowa; atomowa spektrometria emisyjna z indukcyjnie sprzężoną plazmą - zasada metody, palnik ICP, schemat spektrometru emisyjnego ICP i zasada jego działania. Wykorzystanie absorpcyjnej i emisyjnej spektrometrii</p>				3

	atomowej w diagnostyce laboratoryjnej.	
W5	<p>Techniki elektroanalityczne. Potencjometria: podstawy metody; elektrody odniesienia i elektrody wskaźnikowe, jonoselektywne elektrody membranowe; aparatura potencjometryczna; bezpośredni pomiar stężenia jonów, potencjometryczne czujniki gazów.</p> <p>Konduktometria: podstawy teoretyczne, metody pomiaru przewodnictwa elektrolitycznego. Amperometria: podstawy metody; czujniki amperometryczne - czujnik tlenowy Clarka, czujniki enzymatyczne. Przykłady aplikacji technik elektroanalitycznych w medycznej diagnostyce laboratoryjnej</p>	3
W6	<p>Techniki chromatograficzne: istota chromatografii, mechanizmy rozdzielania w chromatografii podziałowej, adsorpcyjnej, jonowej i w chromatografii wykluczania; chromatografia planarna - metody rozwijania i wywoływania chromatogramu, identyfikacja rozdzielonych substancji, analiza ilościowa; wysokosprawna chromatografia cienkowarstwowa; chromatografia kolumnowa - sprawność i zdolność rozdzielcza kolumny chromatograficznej; parametry retencji.</p>	3
W7	<p>Wysokosprawna chromatografia cieczowa: fazy stacjonarne i fazy ruchome w HPLC; chromatografia w normalnym i odwróconym układzie faz; chromatograf cieczowy -elementy składowe, zasada działania, typy detektorów; elucja izokratyczna, elucja gradientowa; identyfikacja rozdzielonych związków i metody analizy ilościowej w HPLC; chromatografia jonowa; chromatografia z tworzeniem par jonowych; chromatografia chiralna; ultra-wysokosprawna chromatografia cieczowa; przykłady zastosowania HPLC w diagnostyce laboratoryjnej.</p>	3
W8	<p>Chromatografia gazowa: aparatura do chromatografii gazowej – gaz nośny, układ dozowania próbki, kolumny pakowane i kolumny kapilarne, fazy stacjonarne, typy detektorów; chromatografia izotermiczna i chromatografia z programowaniem temperatury; wybór parametrów analizy; identyfikacja rozdzielonych związków i metody analizy ilościowej w GC; derywatywacja; przykłady zastosowania chromatografii gazowej w diagnostyce laboratoryjnej.</p>	3
W9	<p>Spektrometria mas: podstawy spektrometrii mas; widmo mas; zasada funkcjonowania spektrometru mas; metody jonizacji (EI, CI, ESI, MALDI, APCI), fragmentacja; analizatory mas; wysokorozdzielcza spektrometria mas; wykorzystanie bibliotek widm mas do identyfikacji związków organicznych; spektrometria mas z indukcyjnie sprzężoną plazmą (ICP-MS). Techniki łączone: układ GC/MS i HPLC/MS - przykłady zastosowań w diagnostyce laboratoryjnej.</p>	3
W10	<p>Spektrofotometria w podczerwieni: podstawy teoretyczne; zasady funkcjonowania dyspersyjnych spektrofotometrów IR i spektrometrów IR z transformacją Fouriera; techniki pomiarowe; interpretacja widm w podczerwieni - drgania charakterystyczne i częstości grupowe; zastosowanie spektrofotometrii IR do identyfikacji i określania struktury związków organicznych.</p> <p>Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego: podstawa spektroskopii NMR, warunek rezonansu; elementy składowe</p>	3

	spektrometru NMR; metody pomiaru widm NMR; protonowy rezonans magnetyczny - przesunięcie chemiczne; sprzężenie spinowo-spinowe, interpretacja widm; spektroskopia <sup>13</sup> C NMR; obrazowanie NMR(MRI).	
<b>Łącznie</b>		<b>30</b>
<b>14.2. Forma zajęć: Seminaria</b>		
S1	Rodzaje i przyczyny błędów w analizie instrumentalnej. Metody kalibrowania instrumentalnych metod analitycznych	2
S2	Parametry charakterystyczne instrumentalnych metod analitycznych - definicje i metody wyznaczania.	2
S3	Walidacja instrumentalnych metod analitycznych. Kryteria doboru metody analitycznej.	2
S4	Oznaczanie pojedynczego składnika metodą spektrofotometrii UV-Vis - obliczenia.	2
S5	Analiza ilościowa mieszaniny wieloskładnikowej w spektrofotometrii UV-Vis.	2
S6	Jonoselektywne elektrody membranowe i biosensory w diagnostyce laboratoryjnej.	2
S7	Sprawdzian pisemny.	2
S8	Chromatografia powinowactwa.	2
S9	Wyznaczanie sprawności i zdolności rozdzielczej kolumny chromatograficznej. Zastosowanie wzorca wewnętrznego w analizie ilościowej w GC i HPLC.	2
S10	Przygotowanie próbek materiału biologicznego do rozdziatu chromatograficznego - ekstrakcja do fazy stałej (SPE) i mikroekstrakcja do fazy stałej (SPME).	2
S11	Tandemowa spektrometria mas. Analiza ilościowa w spektrometrii mas.	2
S12	Znakowanie peptydów i białek do celów analizy ilościowej w spektrometrii mas.	2
S13, S14	Zastosowanie chromatografii i technik łączonych (GC/MS i LC/MS) w medycznej diagnostyce laboratoryjnej (prezentacja aplikacji wyszukanych przez studentów w publikacjach naukowych).	4
S15	Kolokwium zaliczeniowe	2
<b>Łącznie</b>		<b>30</b>
<b>14.3. Forma zajęć: Ćwiczenia</b>		
C1	Regulamin laboratorium i przepisy BHP. Omówienie sposobu sporządzania sprawozdań z wykonanych ćwiczeń i warunków zaliczenia.	2
C2	Identyfikacja i oznaczanie aromatycznych aminokwasów i ich pochodnych metodą spektrofotometrii UV. Badanie wpływu pH na widma aminokwasów.	4
C3	Oznaczanie jonów żelaza (III) metodą spektrofotometrii w świetle widzialnym. Walidacja zastosowanej metody.	4
C4	Oznaczanie izotiocyanianu fluoresceiny (FITC) metodą spektrofluorymetryczną. Badanie wpływu jodku potasu na wygaszanie fluorescencji FITC.	4
C5	Oznaczanie metali techniką absorpcyjnej spektrometrii atomowej.	4
C6	Potencjometryczny pomiar pH.	4

	Oznaczanie jonów fluorkowych z zastosowaniem elektrody jonoselektywnej.	
C7	Oznaczanie witaminy A metodą wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC).	4
C8	Analiza składu kwasów tłuszczowych w lecytynie żółtka jaja techniką chromatografii gazowej sprzężonej ze spektrometrią mas (GC/MS).Wykorzystanie biblioteki widm mas do identyfikacji kwasów tłuszczowych.	4
łącznie		30
łączna liczba godzin z przedmiotu		90
15. Metody uczenia		
15.1. Wykład	Wykład informacyjny z prezentacją multimedialną, wykład konwersatoryjny, film.	
15.2. Seminaria	Prelekcja, wykład konwersatoryjny wsparty prezentacją multimedialną, , zadania problemowe, dyskusja, giełda pomysłów, metody wykorzystujące udostępnione w Internecie zasoby edukacyjne.	
15.3. Ćwiczenia	Metody praktyczne - ćwiczenia laboratoryjne, pomiar, obserwacja; pokaz, objaśnienie, metody programowane z użyciem komputera, dyskusja problemowa.	
15.4. Inne		
15.5. e-learning	Elektroniczne podręczniki i inne udostępnione w Internecie zasoby edukacyjne	
16. Sposoby weryfikacji efektów uczenia się i sposoby oceny		
Numer przedmiotowego efektu uczenia się	Sposoby weryfikacji	Warunki zaliczenia
P_W01	Sprawdzian (ustny lub pisemny) oceniający przygotowanie studenta do poszczególnych ćwiczeń laboratoryjnych. Sprawdzian pisemny z materiału seminaryjnego – pytania otwarte i test uzupełnień. Egzamin pisemny - pytania otwarte i test uzupełnień.	Udzielenie prawidłowych odpowiedzi na co najmniej 60% pytań.  Udzielenie prawidłowych i wyczerpujących odpowiedzi na co najmniej 60% pytań.  Udzielenie prawidłowych i wyczerpujących odpowiedzi na co najmniej 65% pytań.
P_W02	Sprawdzian (ustny lub pisemny) oceniający przygotowanie studenta do poszczególnych ćwiczeń laboratoryjnych. Egzamin pisemny - pytania otwarte i test uzupełnień.	Udzielenie prawidłowych odpowiedzi na co najmniej 60% pytań.  Udzielenie prawidłowych i wyczerpujących odpowiedzi na co najmniej 65% pytań.
P_W03	Sprawdzian pisemny. Egzamin pisemny - pytania otwarte i test uzupełnień.	Udzielenie prawidłowych odpowiedzi na co najmniej 60% pytań. Udzielenie prawidłowych i wyczerpujących odpowiedzi na co najmniej 65% pytań.
P_U01	Obserwacja studentów podczas wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych; ocena sprawozdań z poszczególnych ćwiczeń.	Prawidłowo przeprowadzona kalibracja przyrządu, poprawnie wykonane pomiary.
P_U02	Ocena sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych.	Poprawnie opracowane, przedstawione i zinterpretowane wyniki analiz. Prawidłowa identyfikacja analitu, wykonanie oznaczeń analitu z błędem względnym nie przekraczającym 5%.

P_U03	Ocena przeprowadzonej walidacji instrumentalnej metody analitycznej	Poprawnie wykonana i opisana walidacja metody
P_U04	Sprawdzian pisemny. Ocena aktywności studentów w dyskusji problemowej podczas seminarium	Właściwy dobór metody instrumentalnej do rozwiązania postawionego zadania analitycznego, oparty o znajomość kryteriów doboru.
<b>17. Obciążenie pracą studenta</b>		
Forma aktywności	Przeciętna liczba godzin na zrealizowanie aktywności	
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim:	udział w wykładach	30
	udział w wykładach w formie e-learningu	
	udział w seminariach	30
	udział w ćwiczeniach	30
	udział w innych formach kształcenia	
	konsultacje	10
	<b>łącznie</b>	<b>100</b>
Samodzielna praca studenta	przygotowanie do seminariów	20
	przygotowanie do ćwiczeń	14
	dokończenie sprawozdań z ćwiczeń laboratoryjnych	14
	przygotowanie do sprawdzianów	10
	przygotowanie do egzaminu/zaliczenia końcowego	15
	<b>łącznie</b>	<b>73</b>
<b>łącznie</b>		<b>173</b>
<b>Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu</b>		<b>6</b>
<b>18. Sumaryczne wskaźniki charakteryzujące przedmiot</b>		
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich		4
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje za nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym		2
<b>19. Literatura</b>		
<b>19.1. Podstawowa</b>		
1. Szczepaniak W.: Metody instrumentalne w analizie chemicznej. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004 (lub nowsze wydania).		
2. Solnica B., Sztefko K. (red.): Medyczne laboratorium diagnostyczne. Metodyka i aparatura. PZWL, Warszawa 2015.		
<b>19.2. Uzupełniająca</b>		
1. Skoog D. A., West D. M., Holler F.J., Crouch S. R.: Podstawy chemii analitycznej. T.2. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007 (przekład z języka angielskiego).		
2. Minczewski J., Marczenko Z.: Chemia analityczna. T.2. PWN, Warszawa 2008 (wyd. dziesiąte).		
3. Silverstein R.M., Webster F.X., Kiemle D.J.: Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008 (przekład z języka angielskiego).		
4. Suder P., Bodzoń-Kuśkowska A., Silberring J. (red.): Spektrometria mas. Wydawnictwa AGH, Kraków 2016.		
5. Witkiewicz Z.: Podstawy chromatografii. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2005.		
6. Stepnowski P., Synak B., Szafrank B., Kaczyński Z.: Techniki separacyjne. Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 2010. Książka dostępna on-line: <a href="http://www.chem.univ.gda.pl/analiza/dydaktyka/skrypty/Techniki_separacyjne">http://www.chem.univ.gda.pl/analiza/dydaktyka/skrypty/Techniki separacyjne</a>		
7. Serra P.A. (red.): Biosensors. InTech 2010. Książka dostępna on-line: <a href="https://www.intechopen.com/books/biosensors">https://www.intechopen.com/books/biosensors</a> .		
<b>20. Inne przydatne informacje o przedmiocie</b>		
<b>20.1. Liczebność grup</b>	Zgodnie z uchwałą Senatu SUM	

<b>20.2. Materiały do zajęć</b>	Instrukcje do ćwiczeń, wzory sprawozdań, zagadnienia do ćwiczeń i seminariów oraz inne materiały dostępne są w siedzibie Zakładu Analizy Instrumentalnej oraz na stronie internetowej Katedry Analizy Instrumentalnej (analizainstrumentalna.sum.edu.pl)
<b>20.3. Miejsce odbywania się zajęć</b>	Ćwiczenia laboratoryjne - sala ćwiczeń Zakładu Analizy Instrumentalnej, Sosnowiec, ul. Jedności 8 (na ćwiczeniach laboratoryjnych obowiązują odzież ochronna). Wykłady i seminaria - zgodne z harmonogramem ustalonym przez Dziekanat Wydziału Farmaceutycznego z Oddziałem Medycyny Laboratoryjnej SUM.
<b>20.4. Miejsce i godzina konsultacji</b>	Zakład Analizy Instrumentalnej; 2 godz. tygodniowo, dni i godziny konsultacji ustalane ze studentami na początku semestru.
<b>20.5. Inne</b>	W ramach prowadzonych zajęć ze studentami wykorzystywane są kompetencje dydaktyczne zdobyte przez nauczycieli akademickich Zakładu podczas szkolenia „Innowacyjne umiejętności dydaktyczne (learning-by-doing). Szkolenie odbyło się w ramach projektu „Rozwój kadry dydaktycznej kluczem do nowej jakości kształcenia w SUM”, realizowanego w ramach Działania 3.4 Zarządzanie w instytucjach szkolnictwa wyższego Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój 2014-2020, współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego, numer umowy POWR.03.04.00-00-D069/16-02 z dnia 05.06.2017 r.

## 21. Formy oceny – szczegóły

Efekt	Na ocenę 2	Na ocenę 3	Na ocenę 3,5	Na ocenę 4	Na ocenę 4,5	Na ocenę 5
P_W01	Student nie zna klasyfikacji instrumentalnych technik analitycznych ani podstaw teoretycznych i metodycznych technik spektroskopowych, elektroanalitycznych, chromatograficznych i spektrometrii mas.	Student zna podstawową klasyfikację instrumentalnych technik analitycznych. Opisuje w sposób ogólny podstawy teoretyczne technik spektroskopowych, elektroanalitycznych, chromatograficznych i spektrometrii mas, zna podstawy analizy jakościowej i ilościowej w tych technikach. Wskazuje pojedyncze przykłady zastosowań technik instrumentalnych w medycznej diagnostyce laboratoryjnej.	Student zna podstawową klasyfikację instrumentalnych technik analitycznych oraz kryteria takiej klasyfikacji. Opisuje w sposób ogólny podstawy teoretyczne technik spektroskopowych, elektroanalitycznych, chromatograficznych i spektrometrii mas, zna podstawy analizy jakościowej i ilościowej w tych technikach oraz opisuje metodę krzywej kalibracyjnej. Wskazuje nieliczne przykłady zastosowań technik instrumentalnych w medycznej diagnostyce laboratoryjnej.	Student zna kryteria klasyfikacji i klasyfikację instrumentalnych technik analitycznych. Poprawnie opisuje teoretyczne i metodyczne podstawy poszczególnych technik spektroskopowych, elektroanalitycznych, chromatograficznych i spektrometrii mas, charakteryzuje metody analizy jakościowej i ilościowej stosowane w tych technikach. Wskazuje przykłady zastosowań technik instrumentalnych w medycznej diagnostyce laboratoryjnej.	Student zna klasyfikację instrumentalnych technik analitycznych według różnych kryteriów. Szczegółowo opisuje teoretyczne i metodyczne podstawy poszczególnych technik spektroskopowych, elektroanalitycznych, chromatograficznych i spektrometrii mas, charakteryzuje metody analizy jakościowej i analizy ilościowej stosowane w tych technikach, wskazując wady i zalety poszczególnych metod. Wymienia liczne przykłady zastosowań technik instrumentalnych w medycznej diagnostyce laboratoryjnej.	Student zna klasyfikację instrumentalnych technik analitycznych według różnych kryteriów. Wyczerpująco opisuje teoretyczne i metodyczne podstawy poszczególnych technik spektroskopowych, elektroanalitycznych, chromatograficznych i spektrometrii mas, charakteryzuje i porównuje metody analizy jakościowej i analizy ilościowej stosowane w tych technikach, wskazując wady i zalety poszczególnych metod. Wyjaśnia, na konkretnych przykładach, celowość stosowania w/w technik w medycznej diagnostyce laboratoryjnej.
P_W02	Student nie zna zasad funkcjonowania aparatury stosowanej w technikach instrumentalnych	Student wymienia podstawowe części składowe i objaśnia ogólne zasady funkcjonowania aparatów	Student poprawnie objaśnia zasady funkcjonowania aparatów stosowanych w spektrofotometrii UV-	Student poprawnie objaśnia zasady funkcjonowania aparatów stosowanych w spektrofotometrii UV-	Student szczegółowo objaśnia zasady funkcjonowania aparatów stosowanych w spektrofotometrii UV-	Student wyczerpująco objaśnia zasady funkcjonowania aparatów stosowanych w spektrofotometrii UV-

		stosowanych w spektrofotometrii UV-Vis, spektrofluorymetrii, absorpcyjnej i emisyjnej spektrometrii atomowej, potencjometrii, konduktometrii, chromatografii gazowej, wysokosprawnej chromatografii cieczowej i spektrometrii mas	Vis, spektrofлуorymetrii, absorpcyjnej i emisyjnej spektrometrii atomowej, potencjometrii, konduktometrii, chromatografii gazowej, wysokosprawnej chromatografii cieczowej i spektrometrii mas, oraz wymienia i opisuje podstawowe części składowe tych aparatów.	Vis, spektrofлуorymetrii, absorpcyjnej i emisyjnej spektrometrii atomowej, potencjometrii, konduktometrii, chromatografii gazowej, wysokosprawnej chromatografii cieczowej i spektrometrii mas, oraz opisuje i charakteryzuje elementy składowe tych aparatów.	Vis, spektrofлуorymetrii, absorpcyjnej i emisyjnej spektrometrii atomowej, potencjometrii, konduktometrii, chromatografii gazowej, wysokosprawnej chromatografii cieczowej i spektrometrii mas. Opisuje i charakteryzuje elementy składowe tych aparatów, tłumaczy wpływ niektórych parametrów przyrządu na jakość i precyzję pomiarów.	Vis, spektrofлуorymetrii, absorpcyjnej i emisyjnej spektrometrii atomowej, potencjometrii, konduktometrii, chromatografii gazowej, wysokosprawnej chromatografii cieczowej i spektrometrii mas. Szczegółowo opisuje i charakteryzuje elementy składowe tych aparatów, tłumaczy wpływ parametrów przyrządu na jakość i precyzję pomiarów.
P_W03	Student nie zna kryteriów doboru metody analitycznej ani zasad jej walidacji	Student zna najważniejsze kryteria doboru metody analitycznej. Poprawnie wyjaśnia cel i ogólne zasady walidacji metody analitycznej oraz wymienia parametry metody podlegające procesowi walidacji	Student zna najważniejsze kryteria doboru metody analitycznej. Poprawnie wyjaśnia cel i ogólne zasady walidacji metody analitycznej, wymienia parametry metody podlegające procesowi walidacji, definiuje niektóre z nich i wie jak można je wyznaczyć dla instrumentalnej metody analitycznej.	Student zna kryteria doboru metody analitycznej. Prawidłowo wyjaśnia cel i zasady walidacji metody analitycznej, wymienia i definiuje parametry metody podlegające procesowi walidacji i wie jak można większość z nich wyznaczyć dla instrumentalnej metody analitycznej.	Student zna i charakteryzuje kryteria doboru metody analitycznej. Szczegółowo wyjaśnia cel i zasady walidacji metody analitycznej, wymienia i definiuje parametry metody podlegające procesowi walidacji i wie jak można je wyznaczyć dla instrumentalnej metody analitycznej.	Student zna i charakteryzuje kryteria doboru metody analitycznej. Wyczerpująco wyjaśnia cel i zasady walidacji metody analitycznej, wymienia i definiuje parametry metody podlegające procesowi walidacji i wie jak można je wyznaczyć różnymi sposobami dla instrumentalnej metody analitycznej.
P_U01	Student nie potrafi posługiwać się aparaturą pomiarową stosowaną w technikach spektroskopowych, elektroanalitycznych i chromatograficznych	Student potrafi posługiwać się aparaturą pomiarową stosowaną w technikach spektroskopowych, elektroanalitycznych i chromatograficznych, korzystając z instrukcji obsługi tych przyrządów i wydanej pomocy prowadzącego zajęcia.	Student potrafi posługiwać się aparaturą pomiarową stosowaną w technikach spektroskopowych, elektroanalitycznych i chromatograficznych, korzystając z instrukcji obsługi tych przyrządów i niewielkiej pomocy prowadzącego zajęcia.	Student potrafi posługiwać się aparaturą pomiarową stosowaną w technikach spektroskopowych, elektroanalitycznych i chromatograficznych, zgodnie z zasadami jej użytkowania i konserwacji.	Student potrafi posługiwać się aparaturą pomiarową stosowaną w technikach spektroskopowych, elektroanalitycznych i chromatograficznych, zgodnie z zasadami jej użytkowania i konserwacji, oraz umie określić wpływ warunków pomiarowych na wynik analizy.	Student potrafi nie tylko posługiwać się aparaturą pomiarową stosowaną w technikach spektroskopowych, elektroanalitycznych i chromatograficznych, zgodnie z zasadami jej użytkowania i konserwacji, ale także uzasadnia dobór warunków pomiarowych i określa ich wpływ na wynik analizy.
P_U02	Student nie potrafi wykonać analizy jakościowej ani analizy ilościowej metodami instrumentalnymi według załączonej instrukcji lub wykonuje oznaczanie analitu z błędem względnym przekraczającym 5%.	Student potrafi identyfikować związki organiczne oraz oznaczać pierwiastki, jony i związki chemiczne metodami instrumentalnymi, chociaż popełnia błędy grube na skutek braku staranności w pracy. Przy wydanej pomocy nauczyciela potrafi poprawnie opracowywać, przedstawiać i interpretować wyniki	Student potrafi identyfikować związki organiczne oraz oznaczać pierwiastki, jony i związki chemiczne metodami instrumentalnymi. Przy pomocy nauczyciela potrafi poprawnie opracowywać, przedstawiać i interpretować wyniki pomiarów, oceniać wiarygodność wyniku analizy posługując się	Student potrafi identyfikować związki organiczne oraz oznaczać pierwiastki, jony i związki chemiczne metodami instrumentalnymi. Przy niewielkiej pomocy nauczyciela potrafi poprawnie opracowywać, przedstawiać i interpretować wyniki pomiarów oraz oceniać wiarygodność wyniku analizy	Student potrafi identyfikować związki organiczne oraz oznaczać pierwiastki, jony i związki chemiczne metodami instrumentalnymi. Potrafi, na ogół samodzielnie, poprawnie opracowywać, przedstawiać i interpretować wyniki pomiarów oraz ocenić wiarygodność wyniku analizy posługując się	Student potrafi identyfikować związki organiczne oraz oznaczać pierwiastki, jony i związki chemiczne metodami instrumentalnymi. Potrafi samodzielnie, prawidłowo opracowywać i przedstawiać wyniki pomiarów oraz oceniać wiarygodność wyniku analizy posługując się metodami



		<p>pomiarów, oceniać wiarygodność wyniku analizy posługując się metodami statystycznymi oraz wyciągać wnioski z własnych pomiarów i obserwacji.</p>	<p>metodami statystycznymi oraz wyciągać i formułować wnioski z własnych pomiarów i obserwacji.</p>	<p>posługując się metodami statystycznymi. Potrafi wyciągać i formułować wnioski z własnych pomiarów i obserwacji.</p>	<p>metodami statystycznymi. Potrafi wyciągać i formułować wnioski z własnych pomiarów i obserwacji.</p>	<p>statystycznymi. Potrafi interpretować i dyskutować uzyskane wyniki oraz wyciągać i formułować wnioski z własnych pomiarów i obserwacji.</p>
P_U03	<p>Student nie potrafi przeprowadzić walidacji instrumentalnej metody analitycznej.</p>	<p>Student potrafi, przy wydatnej pomocy nauczyciela, przeprowadzić walidację instrumentalnej metody analitycznej oraz sporządzić raport z walidacji.</p>	<p>Student potrafi, przy niewielkiej pomocy nauczyciela, przeprowadzić walidację instrumentalnej metody analitycznej oraz sporządzić raport z walidacji.</p>	<p>Student potrafi, przy niewielkiej pomocy nauczyciela, przeprowadzić walidację instrumentalnej metody analitycznej oraz sporządzić raport z walidacji. Potrafi ocenić przydatność metody w kontekście celu analizy.</p>	<p>Student potrafi samodzielnie przeprowadzić walidację instrumentalnej metody analitycznej oraz sporządzić raport z walidacji. Potrafi ocenić przydatność metody w kontekście celu analizy.</p>	<p>Student potrafi samodzielnie przeprowadzić walidację instrumentalnej metody analitycznej oraz sporządzić raport z walidacji. Potrafi zinterpretować i szczegółowo przedyskutować uzyskane wyniki z walidacji.</p>
P_U04	<p>Student nie potrafi dobrać metody instrumentalnej do rozwiązania konkretnego zadania analitycznego.</p>	<p>Student potrafi, przy wydatnej pomocy nauczyciela, właściwie dobrać metodę instrumentalną do rozwiązania konkretnego zadania analitycznego</p>	<p>Student potrafi, przy niewielkiej pomocy nauczyciela, dobrać metodę instrumentalną do rozwiązania konkretnego zadania analitycznego, uwzględniając kryteria wyboru metody analitycznej.</p>	<p>Student potrafi dobrać metodę instrumentalną do rozwiązania konkretnego zadania analitycznego, uwzględniając kryteria wyboru metody analitycznej oraz umie uzasadnić swój wybór.</p>	<p>Student potrafi dobrać metodę instrumentalną do rozwiązania konkretnego zadania analitycznego, uwzględniając kryteria wyboru metody analitycznej oraz dane z piśmiennictwa naukowego. Potrafi uzasadnić swój wybór.</p>	<p>Student potrafi dobrać metodę instrumentalną do rozwiązania konkretnego zadania analitycznego, uwzględniając kryteria wyboru metody analitycznej oraz umie uzasadnić swój wybór. Potrafi zaproponować metody alternatywne w oparciu o analizę piśmiennictwa naukowego.</p>

\* ocena celująca – wiedza i umiejętności dla wszystkich efektów kształcenia osiągają średnią punktację powyżej 98%.