



UCHWAŁA NR 8 RADY DYDAKTYCZNEJ WYDZIAŁU CHEMII

z dnia 29 lutego 2024 r.

w sprawie szczegółowych zasad dyplomowania na kierunku Chemia Medyczna organizowanym na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego

Na podstawie § 68 ust. 2 Statutu Uniwersytetu Warszawskiego (Monitor UW z 2019 r. poz. 190) oraz Uchwały nr. 4 Uniwersyteckiej Rady ds. Kształcenia (URK) dotyczących procesu dyplomowania na Uniwersytecie Warszawskim Rada Dydaktyczna Wydziału Chemii postanawia, co następuje:

§ 1

1. Formułuje się szczegółowe zasady dyplomowania na kierunku Chemia Medyczna organizowanym na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego.
2. Zasady, o których mowa w ust. 1, stanowią załącznik do uchwały.

§ 2

Traci moc uchwała nr 7 Rady Dydaktycznej Wydziału Chemii Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 12 kwietnia 2023r. w sprawie szczegółowych zasad dyplomowania na kierunku Chemia Medyczna organizowanym na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego.

§ 3

Uchwała wchodzi w życie z dniem 1 kwietnia 2024 r.

Przewodniczący Rady Dydaktycznej

/-/

prof. dr hab. Beata Krasnodębska-Ostręga



Załącznik 1 do uchwały nr 8 Rady Dydaktycznej Wydziału Chemii z 29 lutego 2024 r. w sprawie szczegółowych zasad dyplomowania na kierunku Chemia Medyczna organizowanym na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego

SZCZEGÓŁOWE ZASADY DYPLMOWANIA NA KIERUNKU CHEMIA MEDYCZNA ORGANIZOWANYM NA WYDZIALE CHEMII UNIwersYTETU WARSZAWSKIEGO

§ 1

1. Rada Dydaktyczna Wydziału Chemii w drodze uchwały określa szczegółowe zasady procesu dyplomowania na kierunku Chemia Medyczna II stopnia składające się z:

- 1). Szczegółowe zasady przygotowywania i oceny prac dyplomowych.
- 2). Szczegółowe zasady przeprowadzania prac dyplomowych - postanowienia ogólne.
- 3). Szczegółowe zasady przeprowadzania prac dyplomowych na studiach pierwszego stopnia.
- 4). Szczegółowe zasady przeprowadzania prac dyplomowych na studiach drugiego stopnia.
- 5). Szczegółowe zasady monitorowania procesu dyplomowania.

§ 2

1. Szczegółowe zasady przygotowania i oceny pracy dyplomowej.

- 1). Pracę dyplomową składa się w formie elektronicznej w systemie APD.
- 2). Praca dyplomowa powinna zawierać następujące elementy:
 - streszczenie,
 - opis aktualnego stanu wiedzy na dany temat i wyjaśnienie celowości podjęcia danych badań,
 - hipoteza badawcza lub cel pracy,
 - metodyka badań lub część eksperymentalna,
 - omówienie uzyskanych wyników i ich dyskusja,
 - wnioski,
 - spis cytowanej literatury.
- 3). Praca dyplomowa może być napisana w języku angielskim. Wówczas w pracy umieszcza się wymagane odrębnymi przepisami elementy (streszczenie, oświadczenia studenta i kierującego pracą) w języku pracy i w języku polskim.
- 4). Praca dyplomowa oceniana jest zgodnie z wytycznymi Regulaminu Studiów UW (§ 46 ust. 1 i 13) oraz wytycznymi dotyczącymi procesu dyplomowania na Uniwersytecie Warszawskim (URK Uchwała nr. 4 § 2 ust. 2 pkt 1 i 2) odpowiednio:
 - dla pracy dyplomowej na studiach pierwszego stopnia tematyka pracy określana jest przez kierującego pracą, tak aby przygotować studenta do prowadzenia badań naukowych. Prowadzone badania powinny być zgodne z aktualnym stanem wiedzy, a praca może mieć charakter odtwórczy w oparciu o opublikowane dane lub patenty.



Wówczas opisuje się metodykę badań zaprezentowanych w cytowanej literaturze i własne wyniki.

- dla pracy dyplomowej na studiach drugiego stopnia tematyka pracy określana jest przez kierującego pracą, tak aby student osiągnął umiejętność prowadzenia badań naukowych, dlatego badania te powinny posiadać cechy nowości. Wówczas opisuje się metodykę własnych badań, wyniki oraz wnioski.

- 5). Recenzja pracy dyplomowej musi zawierać następujące elementy: imię i nazwisko autora, tytuł, imię i nazwisko kierującego lub recenzenta pracy, miejsce wykonania pracy, ocenę zgodności treści pracy z tematem określonym w tytule, ocenę formalną pracy (układ pracy, poprawność języka, opanowanie techniki pisania pracy), ocenę merytoryczną pracy, sposób wykorzystania pracy (publikacja, materiał źródłowy, itp.), inne uwagi oraz ocenę pracy zgodnie ze skalą ocen określoną w § 34 ust. 2 Regulaminu Studiów na UW. Dokładny formularz recenzji jest dostępny w systemie APD. Recenzja pracy dyplomowej musi być zatwierdzona i udostępniona studentowi na co najmniej trzy dni przed terminem egzaminu dyplomowego.
- 6). Zgodnie z Regulaminem UW (§ 46 ust. 6) wspólne przygotowanie pracy dyplomowej przez studentów jest dopuszczane po pozytywnym zaopiniowaniu przez Radę Dydaktyczną Wydziału Chemii wniosku kierującego pracą.

§3

W celu przeprowadzenia egzaminu dyplomowego w języku angielskim, student składa odpowiedni wniosek równocześnie ze złożeniem pracy dyplomowej.

§4

1. Szczegółowe zasady przeprowadzania egzaminu dyplomowego na studiach pierwszego stopnia obejmują:

- 1). Egzamin dyplomowy studiów pierwszego stopnia składa się z:
części pierwszej:
 - krótkiej (ok. 5-10 min.) ustnej prezentacji najważniejszych wyników i głównych treści pracy przez dyplomanta,
 - odpowiedzi na co najmniej dwa pytania dotyczące pracy, zadane przez członków komisji egzaminacyjnej,części drugiej:
 - odpowiedzi na cztery pytania przygotowane przez członków komisji w oparciu o listę zagadnień, po jednym z następujących działów chemii:
 - chemii nieorganicznej i analitycznej,
 - chemii organicznej, technologii chemicznej i biochemii,
 - chemii fizycznej i spektroskopii,
 - chemii teoretycznej i krystalografii.
- 2). Na stronie Wydziału Chemii jest udostępniany zakres wymagań do egzaminu dyplomowego na studiach pierwszego stopnia z działów chemii określonych w



- pkt. 1). Zakres ten przygotowujący jest przez zespół nauczycieli akademickich wskazanych przez KJD i stanowi załącznik nr 2 do uchwały.
- 3). Komisja egzaminacyjna podczas egzaminu dyplomowego pierwszego stopnia składa się z:
- przewodniczącego (spoza działu chemii określonego podczas składania dokumentów dotyczących wyboru specjalizacji)
 - kierującego pracą
 - recenzenta
 - dwóch członków komisji reprezentujących pozostałe działy chemii.
- 4). Na wniosek KJD, Rada Dydaktyczna Wydziału Chemii ustala listę nauczycieli akademickich (maksymalnie 5 osób z każdego z działów chemii określonych w pkt. 1.) spośród których będzie wybieranych dwóch członków komisji, o których mowa w § 4 ust. 3.
- 5). Komisja ocenia wszystkie części składowe odpowiedzi ustnej łącznie, stosując skalę, o której mowa w § 34 ust. 3 Regulaminu Studiów na UW. Ocena uzyskana z czterech pytań zadanych przez członków komisji w oparciu o listę zagadnień stanowi 50% końcowego wyniku egzaminu dyplomowego studiów pierwszego stopnia. Konieczne jest zaliczenie każdej części egzaminu dyplomowego wskazanego w §4 pkt.1. ust.1 na co najmniej ocenę 3.0.
- 6). Wynik studiów pierwszego stopnia, o którym mowa w § 52 Regulaminu Studiów na UW, stanowi ocena z pracy (0,2), średnia ocen ze studiów (0,7) oraz ocena z egzaminu dyplomowego (0,1) zaokrąglona do 0,5 przy stosowaniu skali, o której mowa w § 34 ust. 3 Regulaminu Studiów na UW.
- 7). Z egzaminu dyplomowego sporządza się protokół, jest on formą zapisu przebiegu egzaminu dyplomowego i decyzji komisji o nadaniu tytułu zawodowego.

§5

1. Szczegółowe zasady przeprowadzania egzaminu dyplomowego na studiach drugiego stopnia obejmują:
- 1). Egzamin dyplomowy na studiach drugiego stopnia prowadzony na Wydziale Chemii jest egzaminem ustnym składającym się z dwóch części:
- w części pierwszej Student:
 - krótko (ok. 5-10 min.) przedstawia najważniejsze wyniki i główne treści pracy,
 - udziela odpowiedzi na co najmniej trzy pytania dotyczące treści pracy dyplomowej zadawane przez członków komisji egzaminacyjnej,
 - w części drugiej:
 - Student udziela odpowiedzi na zagadnienie wybrane z listy wskazane przez Przewodniczącego.
- 2). Wybierane zagadnienie podczas egzaminu magisterskiego pochodzi z jednego z pięciu działów chemii:
- 1). chemii analitycznej,
 - 2). chemii organicznej
 - 3). biochemii,



- 4). chemii fizycznej i spektroskopii,
- 5). chemii teoretycznej.
- 3). Kierujący pracą przydzielając tematykę pracy dyplomowej, ma obowiązek wskazać dział, z którego magistrant będzie losował pytanie. Dział ten nie musi być zgodny z tematyką specjalizacji, w zakresie której wykonywana jest praca dyplomowa.
- 4). Na stronie internetowej Wydziału Chemii udostępniany jest zakres wymagań na egzamin dyplomowy drugiego stopnia z działów chemii określonych w §5 ust. 1 pkt. 2. Zakres ten przygotowany jest przez zespół nauczycieli akademickich wskazanych przez KJD i stanowi załącznik nr 3 do uchwały.
- 5). Student ma możliwość zrezygnowania z odpowiadania na jedno wybrane zagadnienie przed rozpoczęciem udzielania odpowiedzi. W takiej sytuacji Przewodniczący komisji wybiera kolejne zagadnienie, ale w sumie liczba zagadnień wybieranych z puli, nie może przekraczać dwóch.
- 6). Wynik egzaminu dyplomowego to średnia arytmetyczna ocen uzyskanych z odpowiedzi na wybrane zagadnienie i pytania członków komisji. Konieczne jest zaliczenie każdej części egzaminu dyplomowego wskazanego w §5 pkt.1. ust.1 na co najmniej ocenę 3.0.
- 7). Ocena pracy dyplomowej jest zgodna z § 46 ust. 13 Regulaminu Studiów na UW.
- 8). Wynik studiów w rozumieniu § 52 ust. 2 pkt 2). Regulaminu Studiów na UW to suma średniej ze studiów (0,5), oceny pracy dyplomowej (0,4), wyniku egzaminu dyplomowego (0,1). Ocena ta zaokrąglona jest zgodnie z zasadą, o której mowa w § 52 ust. 3 Regulaminu Studiów na UW.
- 9). Z egzaminu dyplomowego sporządza się protokół, jest on formą zapisu przebiegu egzaminu dyplomowego i decyzji komisji o nadaniu tytułu zawodowego.

§6

W celu uzyskania zaliczenia pracowni magisterskiej konieczne jest przedłożenie pracy dyplomowej zaakceptowanej przez kierującego pracą dyplomową.

§7

1. Szczegółowe zasady monitorowania procesu dyplomowania określone są w wytycznych dotyczących procesu dyplomowania na Uniwersytecie Warszawskim (URK Uchwała nr. 4 § 4).

1) Analiza procesu dyplomowania odbywa się w terminie od 1 października do 31 grudnia każdego roku akademickiego, a dotyczy obron przeprowadzonych do 30 września ubiegłego roku akademickiego.

2) Rada Dydaktyczna Wydziału Chemii powołuje osobę odpowiedzialną za coroczne monitorowanie procesu dyplomowania, w szczególności terminowości udostępniania studentom recenzji prac dyplomowych.

3) Szczegółowej analizie poddawane są losowo wskazane prace dyplomowe (20% branych prac dyplomowych I i II stopnia w sumie) oraz te, w których oceny kierującego pracą oraz recenzenta różnią się o co najmniej 1 stopień. Weryfikowane będą poprawność



protokołu, zgodność recenzji z wytycznymi (§ 2 ust. 5) oraz zgodność zadanych pytań z wymaganiami z załącznika 2 lub 3.

4) Protokół z procesu monitorowania dyplomowania zawierający jego ocenę zostaje przedstawiony na styczniowej Radzie Dydaktycznej Wydziału Chemii, a po analizie i zaproponowaniu działań naprawczych przesłany do URK.

§8

1. W danym roku akademickim nauczyciel akademicki ze stopniem doktora może kierować maksymalnie trzema pracami I stopnia i jedną pracą II stopnia na wszystkich kierunkach. Zaś nauczyciel akademicki ze stopniem doktora habilitowanego lub tytułem profesora może kierować maksymalnie trzema pracami I stopnia i maksymalnie trzema pracami II stopnia na wszystkich kierunkach.

2. Student ma prawo do częściowego wykonywania interdyscyplinarnej pracy inżynierskiej lub magisterskiej poza Uniwersytetem Warszawskim. W takim przypadku kierujący pracą jest zobowiązany do złożenia do Rady Dydaktycznej Wydziału Chemii wniosku o zgodę na współkierowanie pracą przez osobę spoza Uniwersytetu Warszawskiego, w szczególności reprezentującą inną dyscyplinę naukową.

3. Współkierownictwo prac dyplomowych dopuszczalne jest na etapie pracy inżynierskiej lub magisterskiej. Jeżeli praca ma charakter interdyscyplinarny, decyzją KJD można powołać innego nauczyciela akademickiego na współkierującego pracą z Wydziału.

4. Rada Dydaktyczna ustala wzór wniosku o zgodę na współkierowanie pracą przez osobę z zewnątrz, załącznik 4, który zamieszczony jest na Stronie Wydziału Chemii.

5. Kierujący pracą ma prawo wskazać opiekuna laboratoryjnego pracy dyplomowej, którym może być jedynie asystent lub doktorant.

6. Jeżeli Kierujący pracą posiada stopień naukowy doktora, wybierany recenzent pracy musi posiadać minimum stopień naukowy doktora habilitowanego.

7. W uzasadnionych przypadkach KJD może wyrazić zgodę na kierowanie pracą poza limitem określonym § 8 pkt. 1 odnoszącym się do studentów stopnia II przez nauczyciela akademickiego ze stopniem naukowym doktora.



Załącznik 2 do uchwały nr 8 Rady Dydaktycznej Wydziału Chemii z dnia 29 lutego 2024 r. w sprawie szczegółowych zasad dyplomowania na kierunku Chemia Medyczna organizowanym na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego

WYMAGANIA DO EGZAMINU DYPLOMOWEGO NA STUDIACH PIERWSZEGO STOPNIA NA WYDZIALE CHEMII UNIwersytetu WarsZawskiego dla kierunku Chemia Medyczna

CHEMIA NIEORGANICZNA I ANALITYCZNA

- 1). Układ okresowy pierwiastków. (Podział na bloki s, p, d i f. Konfiguracje elektronowe z uwzględnieniem wyjątków: Cr, Cu, Mo, Pd, Ag, Pt, Au.)
- 2). Promienie kowalencyjne i jonowe – definicje, zmienność w układzie okresowym.
- 3). Pojęcia: energii jonizacji, powinowactwa elektronowego i zmienność tych parametrów w układzie okresowym.
- 4). Pojęcia: elektroujemności, potencjału standardowego i zmienność tych parametrów w układzie okresowym.
- 5). Ustalanie kształtu przestrzennego prostych kowalencyjnych cząsteczek i jonów cząsteczkowych, z uwzględnieniem położenia niewiążących par elektronowych (VSEPR).
- 6). Wodór. Wodorki metali i niemetalu. Wiązanie wodorowe. Izotopy wodoru.
- 7). Litowce, berylłowce – reaktywność, reakcje z wodą i tlenem. Amfoteryczność.
- 8). Węgiel i krzem. Odmiany alotropowe węgla. Reakcje CaC_2 oraz SiO_2 . Rola wiązań C-C i Si-O-Si w tworzeniu związków węgla i krzemu.
- 9). Azot. Magnetyczne właściwości cząsteczki N_2 . Otrzymywanie amoniaku i kwasu azotowego(V).
- 10). Reakcje redoks rozpuszczania metali w HNO_3 .
- 11). Fosfor. Odmiany alotropowe fosforu. Tlenki fosforu – struktura i reakcje z wodą.
- 12). Tlen. Magnetyczne właściwości cząsteczki O_2 . Reakcje redoks z udziałem nadtlenu wodoru H_2O_2 .
- 13). Siarka. Odmiany alotropowe siarki i ich struktura. Oddziaływanie SO_2 , H_2S z wodą. Otrzymywanie H_2SO_4 .
- 14). Fluorowce. Właściwości fizyczne. Reakcje fluorowców i fluorowcowodorów z wodą.
- 15). Pierwiastki bloku d. Przykłady połączeń na różnych stopniach utlenienia. Równania reakcji redoks z udziałem jonów metali przejściowych.
- 16). Pierwiastki bloku f. Typowe i nietypowe stopnie utlenienia lantanowców. Kontrakcja lantanowców.
- 17). Związki kompleksowe. Liczby koordynacyjne, struktura i przykłady kompleksów.
- 18). Etylenodiamina i EDTA jako ligandy wielokleszczowe (chelatujące).
- 19). Teoria pola ligandów i teoria pola krystalicznego – założenia.
- 20). Schemat rozszczepienia orbitali d jonu centralnego w oktaedrycznym polu ligandów. Pojęcie kompleksów wysoko- i niskospinowych.
- 21). Zależność magnetycznych właściwości kompleksów od siły pola ligandów.
- 22). Podstawowe pojęcia z zakresu chemii analitycznej (czułość, zakres liniowy, ślepa próbka, granica wykrywalności i oznaczalności, dokładność, precyzja).
- 23). Cyfry znaczące.
- 24). Mocne i słabe kwasy zasady. Stała równowagi kwasowej, pH roztworów mocnych i słabych kwasów.
- 25). Czy m się różni stopień dysocjacji od stałej dysocjacji?



- 26). Definicja kwasu i zasady w teorii Brønsteda. Sprzężone pary kwas-zasada.
- 27). Hydroliza soli jako reakcja kwasowo-zasadowa.
- 28). Definicja kwasu i zasady w teorii Lewisa.
- 29). pH roztworów soli kwasów i zasad o różnej względnej mocy.
- 30). Bufory, pH roztworu buforowego.
- 31). Iloczyn rozpuszczalności, rozpuszczalność molowa substancji. Wpływ wspólnego jonu, obcych jonów, protonowania i kompleksowania na rozpuszczalność osadów.
- 32). Barwy płomienia palnika wywoływane przez lotne połączenia pierwiastków.
- 33). Barwy roztworów związków: litowców, berylowców i metali przejściowych.
- 34). Rozpuszczalność w wodzie chlorków, azotanów(V), siarczanów(VI), siarczków i węglanów litowców, berylowców i metali przejściowych.
- 35). Podstawa podziału kationów na grupy analityczne.
- 36). Reakcje charakterystyczne jonów żelaza, miedzi i niklu.
- 37). Porównanie reakcji NaOH z Al(III) oraz z Cr(III).
- 38). Reakcje halogenków z AgNO₃.
- 39). Reakcje redoks, stopień utlenienia, środowisko reakcji redoks.
- 40). Analiza wagowa - optymalne warunki strącania osadu.
- 41). Analiza miareczkowa. pH punktu równoważności w miareczkowaniach słabych i mocnych kwasów i zasad. Definicja buforu porównawczego.
- 42). Typowe wskaźniki pH: fenoloftaleina, oranż metylowy i optymalny dobór wskaźnika do danego miareczkowania.
- 43). Zasada alkacymetrycznego oznaczania mieszanin węglanów, wodorowęglanów i wodorotlenków.
- 44). Oznaczanie wapnia i magnezu za pomocą EDTA – miareczkowanie kompleksometryczne.
- 45). Technika miareczkowania redoks z elektrodą platynową jako elektrodą wskaźnikową. Obliczanie potencjału redoks układu w punkcie równoważności.
- 46). Budowa i funkcja elektrody kalomelowej.
- 47). Spektrofotometria UV-VIS. Prawo Lamberta-Beera, molowy współczynnik absorpcji, odstępstwa od prawa L-B.
- 48). Woltamperometria cykliczna, równanie Randlesa-Sevcika jako podstawa analizy ilościowej.
- 49). Porównanie woltamperometrii cyklicznej i metod pulsowych, zastosowania.
- 50). Podstawy potencjometrii. Wzór Nernsta, rodzaje elektrod, zasada pomiaru potencjału.
- 51). Absorpcyjna spektrometria atomowa. Zasada pomiaru i zasadnicze elementy spektrometru AAS.
- 52). Analityczne aspekty fluorymetrii, wpływ stężenia, temperatury, obcych jonów, pH na wielkość emisyjnego sygnału analitycznego.
- 53). Strategie kalibracyjne w chemii analitycznej: metoda krzywej wzorcowej, metoda dodatku wzorca.

CHEMIA ORGANICZNA, TECHNOLOGIA CHEMICZNA I BIOCHEMIA

- 1). Kwasy Lewisa w chemii organicznej (definicja, przykłady kwasów Lewisa, przykłady reakcji katalizowanych kwasami Lewisa).
- 2). Karbokationy (przykłady, stabilizacja s, pi, wolna para elektronowa).
- 3). Reakcja substytucji S_N2 (przykłady, mechanizm, konsekwencje stereochemiczne).
- 4). Reakcja eliminacji E2 (przykłady, mechanizm).
- 5). Reakcja addycji do wiązania wielokrotnego (mechanizm addycji HBr, Br₂, H₂).



- 6). Grupy opuszczające (przykłady, porównanie).
- 7). Nukleofile (przykłady, porównanie).
- 8). Reakcja addycji elektrofilowej do pierścienia aromatycznego (przykłady, mechanizm, wpływ podstawników).
- 9). Aminy (przykłady, zasadowość, reakcje alkilowania i acylowania).
- 10). Wykorzystanie soli diazoniowych w syntezie podstawionych związków aromatycznych.
- 11). Alkohole (przykłady, przekształcenie w tosylany, chlorki alkilowe, etery).
- 12). Reakcje równowagowe w chemii organicznej (przykłady, sposoby przesuwania równowagi reakcji).
- 13). Addycja nukleofilii tlenowych do aldehydów czy ketonów.
- 14). Addycja nukleofilii azotowych do aldehydów czy ketonów.
- 15). Addycja związków magnezoorganicznych do aldehydów czy ketonów.
- 16). Reakcje kondensacji aldehydów i ketonów (przykład, mechanizm)
- 17). Reakcja Wittiga (przykłady, ylidy fosforowe).
- 18). Kwasy karboksylowe (przykłady, kwasowość, alkilowanie anionów karboksylowych, estryfikacja Fishera).
- 19). Chlorki kwasowe (otrzymywanie, reakcje z wodą, alkoholami, aminami).
- 20). Bezwodniki kwasowe (otrzymywanie, reakcje z wodą, alkoholami, aminami).
- 21). Estry (otrzymywanie, hydroliza, reakcje z aminami).
- 22). Amidy (otrzymywanie, hydroliza).
- 23). Estry reakcje ze związkami magnezoorganicznymi, LiAlH₄, DIBAL-H.
- 24). Reakcje kondensacji estrów (mechanizm).
- 25). Reakcja substytucji nukleofilowej związków aromatycznych (przykłady, mechanizm).
- 26). Reakcja rodnikowego halogenowania alkanów (przykłady, mechanizm).
- 27). Reakcja rodnikowego halogenowania alkenów (przykłady, mechanizm).
- 28). Umiejętność interpretacji prostych widm ¹H-NMR, ¹³C-NMR oraz widm w podczerwieni (znajomość częstości drgań dla podstawowych grup funkcyjnych) w celu identyfikacji związków.
- 29). Efektywność, wydajność, selektywność i energochłonność procesu technologicznego.
- 30). Bilanse materiałowe i energetyczne procesu.
- 31). Zasady technologiczne.
- 32). Wymiana masy i ciepła. Mechanizmy ruchu ciepła i procesy związane z ich ruchem.
- 33). Kinetyka reakcji chemicznej w skali przemysłowej.
- 34). Kataliza homogeniczna, heterogeniczna i enzymatyczna w technologii chemicznej i biotechnologii.
- 35). Przemysłowe procesy wydzielania i oczyszczania.
- 36). Technologia i gospodarka. Pierwotne surowce energetyczne i chemiczne.
- 37). Etapy przeróbki ropy naftowej, charakterystyka paliw i produktów otrzymywanych z ropy naftowej.
- 38). Polimery naturalne i syntetyczne.
- 39). Ochrona środowiska: recykling, utylizacja ścieków i odpadów przemysłowych.
- 40). Lipidy - podział, budowa, charakterystyka chemiczna, rola biologiczna.
- 41). Budowa błon komórkowych. Transport przez błony.
- 42). Węglowodany: podział, budowa, właściwości i funkcja pełniona w organizmie.



- 43). Budowa kwasów nukleinowych (DNA i różne rodzaje RNA), ich właściwości i funkcje pełnione w organizmie.
- 44). Techniki biochemiczne i biologii molekularnej do izolacji, oczyszczania, oznaczania, sekwencjonowania i namnażania kwasów nukleinowych.
- 45). Mechanizm procesów przekazywania i ekspresji informacji genetycznej (replikacja, transkrypcja, translacja) i regulacja tych procesów.
- 46). Białka : budowa hierarchiczna i rola biologiczna. Zależność struktury i funkcji białek. Techniki biochemiczne i biologii molekularnej do izolacji, oczyszczania, oznaczania, sekwencjonowania i badania białek.
- 47). Enzymy: budowa, sposób działania i mechanizmy katalizy enzymatycznej. Kinetyka reakcji enzymatycznych. Regulacja aktywności enzymatycznej.
- 48). Podstawowe procesy metaboliczne zachodzące w komórkach eukariotycznych, mechanizmy ich regulacji oraz ich zaburzenia prowadzące do konsekwencji medycznych.
- 49). Zasady opracowywania nowych leków i ustalania strategii ich syntezy. Metody wykorzystywane w syntezie współczesnych leków.

CHEMIA FIZYCZNA I SPEKTROSKOPIA

- 1). Pojęcie układu fizycznego (zamknięty, otwarty, izolowany, adiabatyczny).
- 2). Gaz doskonały i rzeczywisty (równanie Clapeyrona i równanie van der Waalsa).
- 3). Termodynamiczna definicja temperatury, ciśnienia oraz potencjału chemicznego.
- 4). Pierwsza zasada termodynamiki (ciepło, praca objętościowa).
- 5). Energia wewnętrzna (U), entalpia (H) i ich zmiany w różnych procesach.
- 6). Druga zasada termodynamiki (entropia- definicja statystyczna i termodynamiczna, przykłady procesów odwracalnych i nieodwracalnych).
- 7). Funkcje termodynamiczne i relacje między nimi (U, H, S, G).
- 8). Ciepło procesu (prawo Hessa, prawo Kirchhoffa).
- 9). Potencjał chemiczny i jego związek z entalpią swobodną.
- 10). Zmiany entalpii swobodnej w miarę postępu reakcji chemicznej.
- 11). Równowaga reakcji chemicznej (wpływ różnych czynników na jej wartość, związek między ΔG_r^0 a K).
- 12). Szybkość reakcji chemicznej (definicja, równanie kinetyczne, stała szybkości reakcji i rząd reakcji)
- 13). Reakcje chemiczne 0, 1, 2 i n-tego rzędu (rozwiązania równań różniczkowych, wykresy, czas połowicznej przemiany).
- 14). Kinetyka enzymatyczna w modelu Michaelisa-Menten (przybliżenie stanu stacjonarnego, szybkość maksymalna).
- 15). Zależność stałej szybkości od temperatury (energia aktywacji, katalizatory i inhibitory).
- 16). Roztwory idealne i rzeczywiste (współczynnik aktywności, prawo graniczne Debye'a-Hückela).
- 17). Pojęcie elektrody i jej potencjału (potencjał standardowy, równanie Nernsta).
- 18). Rodzaje elektrod (elektrody I i II rodzaju – budowa i zapis równania zachodzącej reakcji)
- 19). Typowe elektrody odniesienia: wodorowa, kalomelowa, chlorosrebrowa (opis potencjału poprzez równanie Nernsta).
- 20). Elektrody do pomiaru pH roztworów.
- 21). Ogniwa galwaniczne (rodzaje i reakcje w nich zachodzące).
- 22). SEM (obliczanie i eksperymentalne wyznaczenie siły elektromotorycznej ogniwa).
- 23). Parametry termodynamiczne reakcji elektrodowych (wyznaczanie wielkości termodynamicznych z pomiarów SEM).
- 24). Elektroliza wodnych roztworów różnych soli (reakcje elektrodowe, prawo Faradaya).



- 25). Natura i właściwości promieniowania elektromagnetycznego (dualizm korpuskularno-falowy, długość fali a energia promieniowania).
- 26). Kwantowanie energii stanów rotacyjnych, oscylacyjnych (z uwzględnieniem drgań anharmonicznych) i elektronowych molekuly.
- 27). Obsadzenie poziomów energetycznych według rozkładu energii Boltzmanna.
- 28). Zakres widma promieniowania a typ przejść widmowych.
- 29). Reguły wyboru w absorpcyjnej spektroskopii rotacyjnej i oscylacyjnej.
- 30). Nieelastyczne rozpraszanie promieniowania: pasma stokesowskie i antystokesowskie. Reguły wyboru w oscylacyjnej spektroskopii ramanowskiej.
- 31). Widmo fluorescencji i fosforescencji (schemat poziomów energetycznych i położenie względem fali wzbudzenia)
- 32). Idea spektroskopii EPR.
- 33). Spektroskopia NMR (definicja przesunięcia chemicznego, ekranowanie jądra i zasady pomiaru)
- 34). Budowa cząsteczki a moment dipolowy
- 35). Przewodnictwo jonowe (przewodnictwo właściwe i molowe, prawa Kohlrauscha).

CHEMIA TEORETYCZNA I KRYSZTALOGRAFIA

- 1). Statystyczna interpretacja funkcji falowej. Sposób wyznaczania funkcji falowej dla danego układu fizycznego.
- 2). Rozwiązania równania Schrödingera dla układów modelowych: cząstka w pudle, oscylator harmoniczny, rotator sztywny, atomu wodoru i jony wodoropodobne. Liczby kwantowe, poziomy energetyczne (degeneracja, odległości między sąsiednimi poziomami), funkcje falowe (kontury orbitali dla atomu wodoru).
- 3). Metoda Hartree-Focka. Postać funkcji jednoelektronowych (orbitale, spinorbitale) i konstrukcja funkcji wieloelektronowych (zakaz Pauliego i wyznacznik Slatera). Sposób rozwiązywania równań metody Hartree-Focka, interpretacja rozwiązań. Ograniczenia metody Hartree-Focka.
- 4). Konfiguracje elektronowe atomów i jonów wieloelektronowych. Reguły Hunda i wyznaczanie symboli termów atomowych.
- 5). Metoda orbitali molekularnych (MO) w przybliżeniu LCAO MO. Mechanizm powstawania wiązania chemicznego w ujęciu metody MO. Orbitale wiążące, antywiążące i niewiążące.
- 6). Postać (oznaczenia $\sigma/\pi/\dots$ oraz g/u) i powstawanie orbitali molekularnych dla dwuatomowych cząsteczek homojądrowych. Poziomy energetyczne i konfiguracje elektronowe dwuatomowych cząsteczek homojądrowych pierwiastków drugiego okresu i prostych dwuatomowych cząsteczek heterojądrowych. Rząd wiązania i termy cząsteczkowe.
- 7). Metoda orbitali molekularnych dla cząsteczek wieloatomowych. Poziom HOMO i LUMO. Termy dla stanu podstawowego i stanów wzbudzonych.
- 8). Przybliżenie Borna-Oppenheimera. Krzywa energii potencjalnej dla cząsteczek dwuatomowych i hiperpowierzchni energii potencjalnej dla cząsteczek wieloatomowych.
- 9). Struktura elektronowo-oscyłacyjno-rotacyjna poziomów energetycznych molekuł dwuatomowych. Energia dysocjacji cząsteczek dwuatomowych. Efekt izotopowy.
- 10). Optymalizacja geometrii cząsteczek wieloatomowych. Drgania normalne cząsteczek wieloatomowych. Energia drgań zerowych. Klasyfikacja punktów ekstremalnych na hiperpowierzchni energii potencjalnej. Przebieg reakcji chemicznych.
- 11). Energia korelacji. Definicja i systematyczna poprawa wyników obliczeń numerycznych (coraz lepsze bazy funkcyjne i metody obliczeniowe oparte na funkcji falowej i teorii funkcjonału gęstości).



- 12). Operacje symetrii: definicje, rodzaje (w tym punktowe, translacyjne, krystalograficzne), przykłady; operacja symetrii a element symetrii.
- 13). Grupy symetrii: definicja grupy, (krystalograficzne) grupy punktowe, grupy przestrzenne, grupy Lauego; czym się różnią i jakie są ich zastosowania do opisu struktury cząsteczek, kryształów i obrazów dyfrakcyjnych, nazewnictwo.
- 14). Definicje kryształu oraz główne cechy, które odróżniają stan krystaliczny od innych stanów materii.
- 15). Sieć krystaliczna: definicja, pojęcie komórki elementarnej (i jak obliczyć jej objętość), klasyfikacja i zastosowania sieci Bravais, konstrukcja i zastosowania sieci odwrotnej, opis prostych i płaszczyzn sieciowych (indeksy Millera).
- 16). Układy krystalograficzne: definicje, właściwości, przypisanie obiektów do odpowiedniego układu.
- 17). Zjawisko dyfrakcji i opis eksperymentu dyfrakcyjnego: równanie Braggów, konstrukcja Ewalda, czynniki wpływające na intensywność wiązki promieniowania rentgenowskiego ugiętego na kryształ.
- 18). Źródła promieniowania używane w badaniach strukturalnych: podstawy działania, podobieństwa i różnice, przykłady zastosowań.
- 19). Rozwiązanie i udokładnienie struktury krystalicznej: na czym polega problem fazowy w krystalografii i przykłady metod jego rozwiązania, na czym polega udokładnienie struktury kryształu, metody walidacji struktur kryształów.
- 20). Struktury kryształów związków nieorganicznych, molekularnych i makromolekularnych (białek, kwasów nukleinowych): główne cechy, podobieństwa, i różnice.



Załącznik 3 do uchwały nr 8 Rady Dydaktycznej Wydziału Chemii z dnia 29 lutego 2024 r. w sprawie szczegółowych zasad dyplomowania na kierunku Chemia Medyczna organizowanym na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego

WYMAGANIA DO EGZAMINU DYPLOMOWEGO NA STUDIACH DRUGIEGO STOPNIA NA WYDZIALE CHEMII UNIwersYTETU WARSZAWSKIEGO DLA KIERUNKU CHEMIA MEDYCZNA

CHEMIA NIEORGANICZNA I ANALITYCZNA

- 1). BioczuJNIki i biotesty – definicje, klasyfikacje, różnice i podobieństwa.
- 2). Potencjometryczne bioczuJNIki mocznikowe.
- 3). Amperometryczne bioczuJNIki glukoZowe. BioczuJNIki amperometryczne kolejnych generacji.
- 4). Immobilizacja enzymu – metody, ich zalety i wady.
- 5). BioczuJNIki enzymatyczne i polienzymatyczne - rodzaje, zasady działania, przykłady zastosowań.
- 6). BioczuJNIki bakteryjne i tkankowe - zasada działania, przykłady.
- 7). BioczuJNIki bazujące na bioreceptorach nieenzymatycznych (immunosensory i genosensory) – podział, zasada działania, budowa, przykłady zastosowań.
- 8). Rodzaje kwasów nukleinowych – ich budowa, immobilizacja ich fragmentów na wybranych powierzchniach oraz proces znakowania oraz hybrydyzacji.
- 9). Procedura i protokół walidacji metody pomiarowej, parametry walidacyjne. Normy ISO/IEC 17025:2005 odnośnie walidacji procedury pomiarowej.
- 10). Laboratorium badawcze a laboratorium wzorujące. Wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorujących (norma PN-EN ISO/IEC 17025).
- 11). Granica wyznaczalności i granica oznaczalności oraz sposoby ich wyznaczania.
- 12). Specyficzność metody pomiarowej a jej selektywność.
- 13). Forma podawania wyniku pomiarowego, kryterium jego wiarygodności oraz przyczyny niepewności pomiaru.
- 14). Metody kalibracji, kryteria jakie musi spełniać substancja wzorcowa.
- 15). Sposób postępowania od koncepcji do wytworzenia trójwymiarowego obiektu z użyciem technologii szybkiego prototypowania: osadzanie stopionego materiału, PolyJet, Stereolitografia, Selective Laser Sintering
- 16). Systemy analityczne do prowadzenia oznaczeń w przepływie z segmentowaniem strumienia. (elementy systemów i ich funkcja).
- 17). Sygnały analityczne w układach przepływowych, parametr $w_{1/2}$ i jego wyznaczanie.
- 18). Błędy przenoszenia w układach przepływowych i metody ich ograniczania.
- 19). Chemiczne analizatory dyskretne
- 20). Sposoby przeciwdziałania błędom przenoszenia przy mechanizowaniu procesu pobierania próbek.
- 21). Mikrofluidyczne systemy do oznaczania białek w próbkach płynów fizjologicznych Detektory stosowane w pozalaboratoryjnej detekcji fotometrycznej, fluorymetrycznej, elektrochemicznej i chemiluminescencji
- 22). Systemy analityczne do oznaczeń pozalaboratoryjnych wykorzystywanych w diagnostyce klinicznej (sposób wytworzenia, metoda detekcji, analit). Komercyjnie



dostępne testy do oznaczeń medycznych wykonywanych samodzielnie przez pacjentów.

- 23). Mikrofluidyczne chipy do oznaczania jonów: wapnia, fosforanów, potasu w kontekście diagnostyki klinicznej
- 24). Przenośny system do badania wirusów oraz do oznaczania bakterii
- 25). Możliwości i kierunki rozwoju przenośnych układów analitycznych do diagnostyki medycznej
- 26). Wieloanalitytowe układy analitycznego do oznaczeń pozalaboratoryjnych.

CHEMIA ORGANICZNA

- 1). Kwasy i zasady Brønsteda w chemii organicznej.
- 2). Kwasy i zasady Lewisa w chemii organicznej.
- 3). Addycja elektrofilowa do wiązania podwójnego.
- 4). Analiza retrosyntetyczna.
- 5). Reakcja substytucji nukleofilowej do pierścienia aromatycznego.
- 6). Związki metaloorganiczne w syntezie organicznej.
- 7). Reakcja substytucji elektrofilowej do pierścienia aromatycznego ze szczególnym uwzględnieniem reakcji Friedel-Crafts'a.
- 8). Epoksydy synteza i reaktywność.
- 9). Reakcja Michaela.
- 10). Alkilowanie enolanów.
- 11). Reakcje kondensacji aldehydów, ketonów, estrów.
- 12). Sulfony, otrzymywanie i zastosowanie w syntezie organicznej.
- 13). Reakcja substytucji nukleofilowej halogenków i pseudohalogenków.
- 14). Reakcje eliminacji alkoholi i ich pochodnych.
- 15). Reakcja Wittiga.
- 16). Reakcja metatezy zamknięcia pierścienia.
- 17). Reakcja sprzęgania Suzuki.
- 18). Reakcja Dielsa-Aldera.
- 19). Grupy ochronne alkoholi.
- 20). Grupy ochronne aminokwasów.
- 21). Otrzymywanie amidów w tym reakcja sprzęgania kwasów z aminami promowana DCC.
- 22). Nowoczesne metody otrzymywania aldehydów.
- 23). Reakcja Mitsunobu.
- 24). Aromatyczne sole diazoniowe, synteza i zastosowanie.
- 25). Addycja nukleofilowa do grupy karbonylowej - nukleofile tlenowe.
- 26). Addycja nukleofilowa do grupy karbonylowej - nukleofile azotowe.
- 27). Chemia estrów kwasów karboksylowych.
- 28). Chlorki kwasowe-synteza i reaktywność.
- 29). Reaktywność amidów kwasów karboksylowych.
- 30). Reakcje rodnikowe w chemii organicznej.

BIOCHEMIA

- 1). Reakcja łańcuchowa polimerazy (PCR) i jej odmiany.
- 2). Metody sekwencjonowania DNA i białek.
- 3). Metody ilościowego oznaczania białek.
- 4). Enzymy restrykcyjne i analiza restrykcyjna.



- 5). Techniki badania białek i kwasów nukleinowych z użyciem enzymów i przeciwciał.
- 6). Techniki elektroforetyczne analizy białek i kwasów nukleinowych.
- 7). Technologia rekombinacji i klonowania DNA.
- 8). Struktura białek i metody jej wyznaczania i przewidywania.
- 9). Modyfikacje potranslacyjne białek.
- 10). Kwasy RNA – ich rodzaje, budowa, funkcja. Przebieg procesów z udziałem RNA.
- 11). Kwasy DNA – ich rodzaje, budowa, funkcja. Przebieg procesów z udziałem DNA.
- 12). Katalityczne właściwości kwasów nukleinowych.
- 13). Enzymy jako biokatalizatory (klasy, właściwości, mechanizm działania, kinetyka)
- 14). Strategie regulacji aktywności enzymatycznej.
- 15). Fosforylacja oksydacyjna i substratowa jako drogi uzyskiwania ATP w organizmach żywych.
- 16). Ogólne cechy metabolizmu człowieka, jego organizacji i regulacji ze szczególnym uwzględnieniem procesów katabolicznych i anabolicznych węglowodanów.

CHEMIA FIZYCZNA I SPEKTROSKOPIA

- 1). Zasady termodynamiki w układach izolowanym, zamkniętym i otwartym.
- 2). Opis równowagi termodynamicznej poprzez zmiany funkcji termodynamicznych.
- 3). Zjawisko osmozy i jego praktyczne wykorzystanie.
- 4). Rodzaje układów koloidalnych (podział, właściwości koloidów liofilowych i liofobowych, efekt Tyndalla).
- 5). Pasma w podczerwieni, na podstawie których można określić obecność białek, lipidów lub tkanki kostnej w badanych próbkach tkanek.
- 6). Kinetyka reakcji chemicznych (reakcje 0, I i II rzędu, wyznaczanie stałych szybkości reakcji, wyznaczanie rzędu reakcji, czas połowicznego rozpadu).
- 7). Zastosowanie spektroskopii molekularnej w ilościowej i jakościowej analizie chemicznej.
- 8). Reguły wyboru w spektroskopii mikrofalowej, podczerwieni, ultrafiolecie i świetle widzialnym.
- 9). Natura i właściwości promieniowania elektromagnetycznego (dualizm korpuskularno-falowy, zakres widma promieniowania a typ przejść widmowych).
- 10). Różnice w widmie w podczerwieni oraz w widmie Ramana pomiędzy peptydami o strukturze alfa helisy i beta kartki.
- 11). Zastosowanie spektroskopii dichroizmu kołowego (elektronowego) do badania białek.
- 12). Zastosowanie nanostruktur metali szlachetnych do obrazowania ramanowskiego tkanek.
- 13). Zastosowanie przeciwciał lub aptamerów do konstrukcji sensorów do wykrywania markerów nowotworowych.
- 14). Spektroskopowe metody optyczne (w zakresie fal od mikrofal do UV) wykorzystane do wyznaczania długości wiązań w prostych molekułach dwuatomowych.
- 15). Opis wiązania chemicznego (oscylator harmoniczny i anharmoniczny, energia dysocjacji i wiązania chemicznego – jak wyznaczyć energię dysocjacji z widm elektronowych).
- 16). Zjawiska fluorescencji i fosforescencji - porównanie mechanizmu procesów i ich efektów eksperymentalnych.
- 17). Spektroskopia Ramana i jej główne zalety w badaniach próbek biologicznych.
- 18). Komplementarność spektroskopii absorpcyjnej w podczerwieni i Ramana. Charakterystyka obu technik.
- 19). Zasada działania spektrometrii mas. Przykłady zastosowań tej spektrometrii w badaniach próbek biologicznych.



- 20). Spektroskopia NMR (zjawisko ekranowania w spektroskopii NMR, pojęcie przesunięcia chemicznego, jądra o niezerowym momencie magnetycznym).
- 21). Metody spektroskopii NMR wykorzystywane podczas sprawdzania obecności ligandów badanego białka.
- 22). Zmiany obserwowane w widmie NMR białka zarejestrowanego techniką ^{15}N -HSQC w kolejnych krokach miareczkowania białka ligandem. Przygotowanie próbki białka do takich badań.
- 23). Jądra, które można badać za pomocą spektroskopii NMR. Znakowanie izotopowe cząsteczek na przykładzie białek.
- 24). Pojęcie metabolomiki. Metody spektroskopii NMR wykorzystywane do badań metabolomicznych.
- 25). Typy nanomateriałów w diagnostyce medycznej i terapii
- 26). Podział biosensorów w diagnostyce medycznej i terapii
- 27). Obrazowanie medyczne (MRI, PET, SPECT).

CHEMIA TEORETYCZNA

- 1). Funkcja falowa: interpretacja probabilistyczna i sposób wyznaczania. Równanie Schrödingera zależne od czasu i równanie Schrödingera dla stanów stacjonarnych.
- 2). Rozwiązania równania Schrödingera dla układów modelowych: cząstka w pudle, oscylator harmoniczny, rotator sztywny, atomu wodoru i jony wodoropodobne.
- 3). Metoda Hartree-Focka. Postać funkcji jednoelektronowych i konstrukcja funkcji wieloelektronowych. Interpretacja rozwiązań i ograniczenia metody Hartree-Focka.
- 4). Korelacja elektronowa. Metody obliczeniowe, pozwalające na wyznaczenie energii korelacji, oparte na funkcji falowej lub na teorii funkcjonału gęstości.
- 5). Orbitale molekularne w metodzie LCAO-MO. Powstawanie wiązania chemicznego w cząsteczkach dwuatomowych, rząd wiązania.
- 6). Struktura elektronowa atomów wieloelektronowych, cząsteczek dwuatomowych i cząsteczek wieloatomowych. Reguły Hunda i termy.
- 7). Przybliżenie Borna-Oppenheimera i koncepcja powierzchni energii potencjalnej. Struktura elektronowo-oscyłacyjno-rotacyjna poziomów energetycznych molekuł dwuatomowych. Geometria równowagowa i drgania cząsteczek wieloatomowych.
- 8). Teoretyczne modelowanie przebiegu reakcji chemicznej: wewnętrzna współrzędna reakcji, stan przejściowy, energia aktywacji.
- 9). Energia oddziaływania molekuł: definicja, podejście supermolekularne i podejście oparte na rachunku zaburzeń. Interpretacja fizyczna składowych energii oddziaływania. Zachowanie się energii oddziaływania dla dużych odległości między molekułami.
- 10). Zespół mikrokanoniczny i statystyczna definicja entropii. Suma statystyczna w zespole kanonicznym: definicja, obliczanie dla układów molekularnych, powiązanie z parametrami termodynamicznymi układu. Statystyki kwantowe.
- 11). Wymień składowe klasycznego (empirycznego) pola siłowego. Dlaczego właśnie nazywamy go klasycznym / empirycznym?
- 12). Omów metodę Monte Carlo ze schematem Metropolis.
- 13). Omów metodę dynamiki molekularnej.



- 14). Wymień fundamentalne różnice pomiędzy metodą modelowania Monte Carlo a dynamiką molekularną.
- 15). Zdefiniuj pierwszo-, drugo-, trzecio- i czwartorzędową strukturę białek. Jakie oddziaływania są odpowiedzialne za ich powstawanie?
- 16). Struktura II-rzędowa białek: naszkicuj mapę Ramachandrana, zaznacz obszary, odpowiadające poszczególnym typom struktury drugorzędowej.
- 17). Opisz, jakie struktury przyjmuje podwójna helisa DNA.
- 18). Wyjaśnij pojęcie homologii białek. Czym różnią się paralogi od ortologów?
- 19). Jak wyznacza się uliniowanie dwóch sekwencji białkowych i na jakie pytania pozwala ono odpowiedzieć? Jaka jest złożoność obliczeniowa tego problemu?
- 20). Operacje symetrii: definicje, rodzaje (w tym punktowe, translacyjne, krystalograficzne), przykłady, zapis macierzowy; operacja symetrii a element symetrii.
- 21). Grupy symetrii: definicja grupy, (krystalograficzne) grupy punktowe, grupy przestrzenne, grupy Lauego; czym się różnią i jakie są ich zastosowania do opisu struktury cząsteczek, kryształów i obrazów dyfrakcyjnych.
- 22). Definicje kryształu oraz główne cechy, które odróżniają stan krystaliczny od innych stanów materii.
- 23). Sieć krystaliczna: definicja, pojęcie komórki elementarnej (i jak obliczyć jej objętość), klasyfikacja i zastosowania sieci Bravais, konstrukcja i zastosowania sieci odwrotnej.
- 24). Układy krystalograficzne: definicje, właściwości, przypisanie obiektów do odpowiedniego układu; układ krystalograficzny a właściwości fizykochemiczne.
- 25). Zjawisko dyfrakcji i opis eksperymentu dyfrakcyjnego: równanie Braggów, konstrukcja Ewalda, pojęcia rozdzielczości i kompletności danych dyfrakcyjnych, czynniki wpływające na intensywność wiązki promieniowania rentgenowskiego ugiętego na kryształach.
- 26). Czynniki struktury oraz atomowe czynniki rozpraszania: definicje, związek z intensywnością ugiętego promieniowania w eksperymencie dyfrakcyjnym; właściwości obrazu dyfrakcyjnego zależne od położenia atomów w komórce elementarnej.
- 27). Źródła promieniowania używane w badaniach strukturalnych: podstawy działania, podobieństwa i różnice (atomowe/jądrowe czynniki rozpraszania), przykłady zastosowań.
- 28). Rozwiązanie i udokładnienie struktury krystalicznej: na czym polega problem fazowy w krystalografii i przykłady metody jego rozwiązania, na czym polega udokładnienie struktury kryształu, wskaźniki rozbieżności w badaniach struktury kryształów (do czego służą), inne metody walidacji struktur kryształów.
- 29). Struktury kryształów związków nieorganicznych, molekularnych i makromolekularnych (białek, kwasów nukleinowych): podobieństwa, różnice i najważniejsze wyzwania eksperymentalne.



Załącznik 4 do uchwały nr 8 Rady Dydaktycznej Wydziału Chemii z dnia 29 lutego 2024 r. w sprawie szczegółowych zasad dyplomowania na kierunku Chemia Medyczna organizowanym na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego

WZÓR WNIOSKU O ZGODĘ NA WSPÓLKIEROWANIE PRACĄ DYPLOMOWĄ PRZEZ OSOBĘ SPOZA UNIWERSYTETU WARSZAWSKIEGO

Wniosek o powołanie współkierownika pracy dyplomowej		
<p>.....</p> <p>typ pracy dyplomowej</p> <p>.....</p> <p>imię i nazwisko, tytuł naukowy</p> <p>kierującego pracą dyplomową (pracownika Wydziału Chemii UW)</p>		
<p>.....</p> <p>imię i nazwisko studenta</p>	<p>.....</p> <p>numer indeksu studenta</p>	<p>.....</p> <p>kierunek studiów</p>
<p>.....</p> <p>imię i nazwisko, tytuł naukowy</p> <p>proponowanego współkierującego pracy dyplomowej</p> <p>(spoza UW)</p> <p>.....</p> <p>miejsce zatrudnienia</p>		
Opis projektu dyplomowego		
Uzasadnienie podjęcia współpracy		
<p>.....</p> <p>imię i nazwisko</p> <p>proponowanego współkierującego</p> <p>(spoza WCh)</p>	<p>.....</p> <p>imię i nazwisko</p> <p>kierującego z WCh UW</p>	