



Poz. 11

**UCHWAŁA NR 13**  
**RADY DYDAKTYCZNEJ DLA KIERUNKÓW STUDIÓW CHEMIA, CHEMIA**  
**(CHEMISTRY), CHEMIA JĄDROWA I RADIOFARMACEUTYKI, CHEMIA**  
**MEDYCZNA, CHEMIA ANALIZ INSTRUMENTALNYCH, CHEMIA STOSOWANA,**  
**ENERGETYKA I CHEMIA JĄDROWA, RADIOGENOMIKA, ZAAWANSOWANE**  
**METODY INSTRUMENTALNE I TECHNIKI POMIAROWE**

z dnia 29 lutego 2024 r.

**w sprawie szczegółowych zasad dyplomowania na kierunku Chemisty**  
**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 Chemisty organizowanym na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego.
2. Zasady, o których mowa w ust. 1, stanowią załącznik do uchwały.

**§ 2**

1. Traci moc uchwała nr 11 Rady Dydaktycznej Wydziału Chemii Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 12 kwietnia 2023 r. w sprawie szczegółowych zasad dyplomowania na kierunku Chemisty organizowanym na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego.

**§ 3**

Uchwała wchodzi w życie z dniem 1 kwietnia 2024 r.

Przewodniczący Rady Dydaktycznej:  
B. Krasnodębska-Ostręga

do Uchwały nr 13 Rady Dydaktycznej dla kierunków studiów chemia, chemia (chemisty), chemia jądrowa i radiofarmaceutyki, chemia medyczna, chemia analiz instrumentalnych, chemii stosowana, energetyka i chemia jądrowa, radiogenomika, zaawansowane metody instrumentalne i techniki pomiarowe z dnia 29 lutego 2024 r. w sprawie szczegółowych zasad dyplomowania na kierunku Chemisty organizowanym na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego

**SZCZEGÓŁOWE ZASADY DYPLOMOWANIA  
NA KIERUNKU CHEMISTRY  
ORGANIZOWANYM NA WYDZIALE CHEMII UNIWERSYTETU  
WARSZAWSKIEGO**

**§ 1**

1. Rada Dydaktyczna Wydziału Chemii w drodze uchwały określa szczegółowe zasady procesu dyplomowania na kierunku Chemisty 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 drugiego stopnia.
- 4). 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 musi być napisana w języku angielskim. W pracy umieszcza się następujące elementy w języku angielskim i w języku polskim: streszczenie, oświadczenia studenta i kierującego pracą.
- 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 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

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 treść 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 pochodzi z jednego z czterech działów chemii:

- chemii nieorganicznej i analitycznej,
- chemii organicznej, technologii chemicznej i biochemii,
- chemii fizycznej i spektroskopii,
- chemii teoretycznej i krystalografii.

3). Kierujący pracą przydzielając tematykę pracy dyplomowej, ma obowiązek wskazać dział, z którego magistrant będzie odpowiadał. 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 §3 ust. 1 pkt. 2. Zakres ten przygotowany jest przez zespół nauczycieli akademickich wskazanych przez KJD i stanowi załącznik nr 2 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.

## **§4**

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

## **§5**

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% broniących prac dyplomowych) 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.

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.

## **§6**

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

2. Współkierownictwo prac dyplomowych dopuszczalne jest na etapie prac magisterskich. Jeżeli praca ma charakter interdyscyplinarny decyzją KJD można powołać innego nauczyciela akademickiego na współkierującego pracą z Wydziału. W przypadku, gdy kierownik pracy dyplomowej nie zadeklarował chemii jako dyscypliny wiodącej, KJD powołuje współkierownika z Wydziału Chemii.

3. Student ma prawo do częściowego wykonywania pracy 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 z zewnątrz.

4. Rada Dydaktyczna ustala wzór wniosku o zgodę na współkierowanie pracą przez osobę z zewnątrz, załącznik 3, 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. 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 § 6 pkt. 1 odnoszącym się do studentów stopnia II przez nauczyciela akademickiego ze stopniem naukowym doktora.

do Uchwały nr 13 Rady Dydaktycznej dla kierunków studiów chemia, chemia (chemisty), chemia jądrowa i radiofarmaceutyki, chemia medyczna, chemia analiz instrumentalnych, chemii stosowana, energetyka i chemia jądrowa, radiogenomika, zaawansowane metody instrumentalne i techniki pomiarowe z dnia 29 lutego 2024 r. w sprawie szczegółowych zasad dyplomowania na kierunku Chemisty organizowanym na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego

## **WYMAGANIA DO EGZAMINU DYPLOMOWEGO NA STUDIACH DRUGIEGO STOPNIA NA WYDZIALE CHEMII UNIWERSYTETU WARSZAWSKIEGO DLA KIERUNKU CHEMISTRY**

### **CHEMIA NIEORGANICZNA I ANALITYCZNA**

- 1). Omówić parametry analityczne charakteryzujące możliwości procedury pomiarowej (parametry jakościowe, ilościowe, właściwości wyników pomiarowych).
- 2). Omówić kluczowe aspekty procesu walidacji metody analitycznej.
- 3). Omówić specyficzne problemy analizy składników śladowych oraz analizy specjacyjnej.
- 4). Omówić podstawy atomowych metod optycznych stosowanych w analizie chemicznej (zakres promieniowania, podział, zależność od temperatury).
- 5). Omówić podstawy molekularnych metod optycznych stosowanych w analizie chemicznej (zakres promieniowania, podział, zależność od temperatury).
- 6). Omówić prawo Lamberta-Beera i odstępstwa od tego prawa (natura i przyczyny obserwowanych zjawisk) jego stosowalność w pomiarach analitycznych.
- 7). Omówić zasadę działania spektrometru mas, możliwości analityczne i wady i zalety spektrometrii mas oraz stosowane detektory.
- 8). Omówić zasady (podobieństwa i różnice) technik mających zastosowanie do obrazowania i badania składu powierzchni (SEM, TEM, AFM/STM, XPS, EDS, ...).
- 9). Spektrometria atomowa – teoretyczne podstawy metody (przejścia elektronowe), aparatura stosowana w ASA i ESA.
- 10). Omówić podstawy teoretyczne i mechanizmy procesu rozdziału w chromatografii adsorpcyjnej, podziałowej, jonowymiennej i żelowej.
- 11). Omówić podobieństwa i różnice między chromatografią cieczową i gazową.
- 12). Omówić parametry charakteryzujące proces rozdziału chromatograficznego (czas retencji, stała podziału, współczynnik retencji, zdolność rozdzielcza).
- 13). Omówić teoretyczne podstawy potencjometrii oraz budowę i podział elektrod jonoselektywnych ze względu na rodzaj membrany.
- 14). Omówić zasady prowadzenia pomiarów z użyciem elektrod jonoselektywnych na przykładzie układu do pomiaru pH.
- 15). Omówić podstawy podziału prądowych metod elektroanalitycznych, stosowany układ pomiarowy i rolę poszczególnych elektrod.
- 16). Sposoby obniżania granicy wykrywalności elektrochemicznych metod prądowych i metody eliminacji prądu pojemnościowego.
- 17). Zalety i ograniczenia metod elektroanalitycznych w stosunku do metod spektroskopowych (cząsteczkowych i atomowych).
- 18). Polaryzacja stężeniowa w prądowych metodach elektrochemicznych – wpływ na wyniki oznaczeń, elektroanalityczne metody stacjonarne i niestacjonarne.

- 19). Rodzaje elektrod pracujących stosowanych w elektroanalizie – wpływ materiału elektrodowy na warunki pomiaru i sposób prowadzenia oznaczenia (elektrody rtęciowe, platynowe, węglowe, złote).
- 20). Metody pulsowe w woltamperometrii, zalety i wady, sposób próbkowania prądu.
- 21). Omówić zalety wykorzystania mikroelektrod w elektroanalizie, wzór opisujący prąd graniczny, dyfuzję do mikroelektrody.
- 22). Analiza przepływowa – wpływ warunków pomiaru na rejestrowany sygnał analityczny, sposoby detekcji, zastosowania.
- 23). Czujniki chemiczne – parametry analityczne, rodzaje, konstrukcja, zastosowania, porównanie z metodami aparaturowymi.
- 24). Względne i bezwzględne metody analityczne – przykłady, zalety i ograniczenia.
- 25). Materiały objętościowe a nanostrukturalne, rodzaje materiałów nanostrukturalnych (materiały i typy struktur), ich właściwości, nanostruktury metaliczne, polimerowe, synteza, zastosowania.
- 26). Związki kompleksowe - teoria pola krystalicznego, jej możliwości i ograniczenia, jakie właściwości można wyjaśnić posługując się tą teorią.
- 27). Przykłady, budowa i funkcje kompleksów biologicznie ważnych.
- 28). Samoorganizacja na powierzchni elektrod, budowa monowarstwy, sposoby badania monowarstw, zastosowania.
- 29). Warstwy molekularne – podział, metody otrzymywania, metody badania właściwości warstw.
- 30). Ogniwa paliwowe – rodzaje, zasada działania, zastosowania.
- 31). Układy supramolekularne, przykłady zastosowań układów supramolekularnych w nanotechnologii, medycynie i mikroelektronice.
- 32). Chemiczne reakcje oscylacyjne – jakie są warunki zachodzenia takich reakcji? Omówić wybrany przykład reakcji oscylacyjnej.
- 33). Omówić proces elektrokatalizy na wybranym przykładzie (redukcja tlenu, CO<sub>2</sub>, utlenianie etanolu).
- 34). Polimery przewodzące – otrzymywanie, właściwości elektrochemiczne i optyczne, zastosowania, w tym analityczne.
- 35). Zastosowania technik szybkiego prototypowania w laboratorium chemicznym.
- 36). Stopy metali, osadzanie stopowych powłok ochronnych, sposoby wytwarzania, analiza składu.
- 37). Omówić metody pozwalające na określanie struktur białek i ich oddziaływania z błonami lipidowymi.
- 38). Metody pobierania próbek środowiskowych (próbek wód, osadów, gleb) oraz przygotowania do badań. Wybór metody analitycznej ze względu na rodzaj i stężenie oznaczanych składników.
- 39). Metody analityczne a możliwości oznaczania różnych form analitu obecnego w próbce (wolnych jonów, kompleksów, izotopów).
- 40). Sposoby wzorcowania metod analitycznych – metoda dodatku wzorca, krzywej kalibracyjnej, zastosowanie wzorca wewnętrznego.

### **CHEMIA ORGANICZNA, TECHNOLOGIA CHEMICZNA I BIOCHEMIA**

- 1). Alkany - stany skupienia, struktura, reaktywność, wytwarzanie i znaczenie ekonomiczne.
- 2). Omów zjawisko izomerii związków organicznych, ze szczególnym uwzględnieniem stereochemii.
- 3). Reakcje alkenów, jako modelowe polarne transformacje organiczne. Regio- i stereoselektywność procesów wynikająca z mechanizmu.

- 4). Reakcje redoks w chemii organicznej: procesy utleniania-redukcji węglowodorów nasyconych i nienasyconych, alkoholi i związków karbonylowych.
- 5). Omów właściwości kwasowo-zasadowe związków organicznych, w tym skalę oraz wpływ podstawników na przykładzie fenoli, kwasów karboksylowych i amin.
- 6). Reakcje o mechanizmie rodnikowym: mechanizm, selektywność, dystrybucja produktów i przykłady.
- 7). Konkurencja procesów substytucji i eliminacji na przykładzie reakcji halogenków alkilowych i alkoholi. Czynniki kontrolujące przebieg reakcji.
- 8). Sprzężenie, jako przyczyna odmiennej reaktywności i właściwości fizykochemicznych związków organicznych.
- 9). Przyczyny i konsekwencje aromatyczności, przykłady związków i ich reakcji.
- 10). Efekt indukcyjny i rezonansowy podstawników, na przykładzie właściwości związków aromatycznych i karbonylowych
- 11). Zastosowanie związków Grignarda w chemii organicznej: otrzymywanie, ograniczenia, możliwości syntetyczne.
- 12). Organiczne pochodne wody i siarkowodoru: synteza i transformacje.
- 13). Addycja, substytucja, podstawienie w pozycji  $\alpha$ , jako elementarne reakcje związków karbonylowych.
- 14). Kwasowość związków karbonylowych i wynikające z niej reakcje.
- 15). Związki organiczne zawierające azot: właściwości, synteza i transformacje.
- 16). Reakcje elektrofilowej substytucji aromatycznej: przykłady, mechanizm, orientacja i reaktywność, ograniczenia.
- 17). Geometria atomów C, N, O w związkach organicznych, hybrydyzacja i kąty walencyjne, rodzaje naprężeń w cząsteczkach, konformery i ich równowagi.
- 18). Umiejętność interpretacji prostych widm  $^1\text{H-NMR}$ ,  $^{13}\text{C-NMR}$  oraz widm w podczerwieni (znajomość częstości drgań dla podstawowych grup funkcyjnych) w celu identyfikacji związków.
- 19). Ropa naftowa - skład, przetwarzanie, rodzaje uzyskiwanych produktów w rafineriach i w zakładach petrochemicznych.
- 20). Polimery – definicja, metody polimeryzacji i sposoby badania właściwości fizykochemicznych polimerów.
- 21). Rodzaje i cechy katalizatorów homo- i heterogenicznych stosowanych w przemyśle chemicznym.
- 22). Związki chemii z przemysłem i biznesem: proszę omówić i wyjaśnić etapy komercjalizacji wyników badań na wybranym przykładzie z chemii (lub biotechnologii /ochrony środowiska)
- 23). Budowę nukleozydów i nukleotydów wchodzących w skład kwasów nukleinowych.
- 24). Budowa DNA oraz oddziaływania stabilizujące strukturę podwójnej helisy.
- 25). Proces replikacji (ogólne prawidłowości przebiegu, etapy, enzymy uczestniczące). Reakcja PCR.
- 26). Rodzaje RNA - ich budowa oraz funkcje.
- 27). Procesy składające się na ekspresję genów (gdzie i w jaki sposób przebiegają).
- 28). Struktura pierwszo-, drugo-, trzecio- i czwartorzędowa białek. Struktury ponad drugorzędowe i ich przykłady. Denaturacja białek i czynniki ją powodujące
- 29). Metody wyznaczania oraz przewidywania struktury białek.
- 30). Funkcje jakie pełnią białka w organizmie. Zależność między strukturą i funkcją.
- 31). Budowa, charakterystyka i klasyfikacja enzymów.
- 32). Mechanizm działania enzymów i rola centrum aktywnego.



- 33). Czynniki wpływające na szybkość reakcji enzymatycznej. Kinetyka Michaelisa - Menten.
- 34). Strategie regulowania aktywności enzymów w organizmie.
- 35). ATP jako główny nośnik energii w komórce – budowa, sposób powstawania (fosforylacja substratowa i oksydacyjna) i działania.
- 36). Charakterystyka i etapy wchodzące w skład oddychania komórkowego.

## **CHEMIA FIZYCZNA I SPEKTROSKOPIA**

- 1). Zasady termodynamiki w układach izolowanym, zamkniętym i otwartym.
- 2). Opis równowagi termodynamicznej poprzez zmiany funkcji termodynamicznych.
- 3). Definicja potencjału chemicznego oraz zależność potencjału chemicznego od temperatury przy stałym ciśnieniu.
- 4). Zjawisko osmozy i jego praktyczne wykorzystanie.
- 5). Kinetyka reakcji chemicznych (reakcje 0, I i II rzędu, wyznaczanie stałych szybkości reakcji, wyznaczanie rzędu reakcji, czas połowicznego rozpadu).
- 6). Adsorpcja (adsorpcja fizyczna i chemiczna – porównanie, izoterma Langmuira – wyprowadzenie i wykres).
- 7). Napięcie powierzchniowe (definicja, jednostki, zależność od temperatury i stężenia, izoterma Gibbsa), wpływ innych substancji).
- 8). Rodzaje układów koloidalnych (podział, właściwości koloidów liofilowych i liofobowych, efekt Tyndalla).
- 9). Elektrody (klasyfikacja, potencjał, równowaga na granicy faz elektroda-roztwór).
- 10). Ogniwo galwaniczne a ogniwo elektrolityczne (zasada działania, przykłady, charakterystyka i zasada działania ogniw cynkowo-manganowych, wodorkowo-litowych, litowo-jonowych).
- 11). Procesy termodynamicznie i chemicznie odwracalne (kryteria określania odwracalności).
- 12). Dyfuzja (przyczyna dyfuzji, I prawo Ficka, współczynnik dyfuzji – od czego zależy i sposoby jego wyznaczania).
- 13). Lepkość płynów (lepkość kinematyczna i dynamiczna – definicje i jednostki, przepływ laminarny i turbulentny).
- 14). Moment dipolowy (trwały i indukowany moment dipolowy, trwały moment dipolowy a budowa chemiczna molekuł, polaryzacja molowa i refrakcja).
- 15). Jakie informacje o molekułach otrzymujemy w spektroskopii mikrofalowej, podczerwieni ultrafioletu i świetle widzialnym?
- 16). Opis wiązania chemicznego (oscylator harmoniczny i anharmoniczny, energia dysocjacji i wiązania chemicznego – jak wyznaczyć energię dysocjacji z widm elektronowych).
- 17). Zastosowanie spektroskopii molekularnej w ilościowej i jakościowej analizie chemicznej.
- 18). Widmo Ramana a widmo w podczerwieni.
- 19). Dipolowy moment przejścia. Związek z intensywnością widm optycznych.
- 20). Reguły wyboru w spektroskopii mikrofalowej, podczerwieni ultrafioletu i świetle widzialnym.
- 21). Lasery (typy, przykłady, warunki uzyskiwania akcji laserowej, zastosowanie).
- 22). Rodzaje promieniowania jądrowego. Pojęcie czasu połowicznego rozpadu.
- 23). Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią.
- 24). Zastosowanie izotopów promieniotwórczych w medycynie i technice.
- 25). Energetyka jądrowa - reaktory jądrowe, kwestie bezpieczeństwa.
- 26). Pojęcie nanomateriałów, ich klasyfikacja oraz ich rodzaje.

- 27). Metody syntezy nanomateriałów.
- 28). Wybrane metody mikroskopowe: AFM, STM, SEM wraz z EDS, w badaniu i kształtowaniu nanostruktur.
- 29). Zastosowanie nanomateriałów w katalizie, fotokatalizie, elektrokatalizie i fotowoltaice.
- 30). NMR (warunki niezbędne do uzyskania widma, informacje otrzymywane z widma).
- 31). Pojęcia stosowane w NMR (magnetyczne ekranowanie jądra atomowego, sprzężenie spinowo-spinowe, relaksacja jądrowa).
- 32). Widma NMR w cieczech i w ciałach stałych (porównanie i przyczyny różnic).

## **CHEMIA TEORETYCZNA I KRYSTALOGRAFIA**

- 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-oscylacyjno-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 kryształ.
- 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.

do Uchwały nr 13 Rady Dydaktycznej dla kierunków studiów chemia, chemia (chemisty), chemia jądrowa i radiofarmaceutyki, chemia medyczna, chemia analiz instrumentalnych, chemii stosowana, energetyka i chemia jądrowa, radiogenomika, zaawansowane metody instrumentalne i techniki pomiarowe z dnia 29 lutego 2024 r. w sprawie szczegółowych zasad dyplomowania na kierunku Chemisty organizowanym na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego

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

<b>Wniosek o powołanie współkierownika pracy dyplomowej</b>		
<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>		
<b>Opis projektu dyplomowego</b>		
<b>Uzasadnienie podjęcia współpracy</b>		
<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>		