

# REKRUTACJA

**NAUKI  
CHEMICZNE**

**2023/2024**



Szkoła Doktorska  
Nauk Ścisłych  
i Przyrodniczych

# SPIIS TREŚCI



03	O SZKOLE
05	STYPENDIUM
06	PROMOTOR
07	HARMONGRAM REKRUTACJI
09	WYMAGANE DOKUMENTY
14	OPŁATA REKRUTACYJNA
15	INSTRUKCJA WYPEŁNIANIA WNIOSKU O PRZYJĘCIE DO SZKOŁY W SYSTEMIE IRK
16	POSTĘPOWANIE KWALIFIKACYJNE
17	KRYTERIA I SPOSÓB OCENY
19	WARUNEK PRZYJĘCIA DO SZKOŁY DOKTORSKIEJ
20	ZAKRES EGZAMINU KWALIFIKACYJNEGO
25	KONTAKT



# O SZKOLE

**N**adrzędnym elementem kształcenia w Szkole Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych (SDNSP) jest realizacja indywidualnego projektu doktorskiego w jednej z dyscyplin (astronomia, informatyka, matematyka, nauki biologiczne, nauki chemiczne, nauki fizyczne, nauki o Ziemi i środowisku) wchodzących w skład Szkoły, pod kierunkiem promotora wybranego przez doktoranta.

Kształcenie w SDNSP trwa 4 lata i obejmuje zajęcia w formie wykładów o charakterze specjalistycznym i monograficznym, kursów oraz praktyk doskonalących umiejętności doktorantów w zakresie prowadzenia dydaktyki w szkole wyższej, warsztatów, seminariów i dwudniowych sympozjów naukowych.

Osoba ze stopniem doktora po ukończeniu kształcenia w Szkole Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych posiada wysoce specjalistyczne wykształcenie zdobyte pod opieką wybitnych naukowców i jest przygotowana do podjęcia samodzielnej pracy naukowej i dydaktycznej w uczelniach, instytutach krajowych oraz zagranicznych.

Rekrutacja do Szkoły Doktorskiej odbywa się w trybie otwartego międzynarodowego konkursu. O przyjęcie mogą ubiegać się osoby z całego świata, na tych samych zasadach określonych w uchwale rekrutacyjnej. Rekrutacja ma zapewnić wyłonienie spośród kandydatów osób o największych predyspozycjach i silnej motywacji do prowadzenia pracy badawczej.



# DYSCYPLINY



**nauki biologiczne**  
limit 17 miejsc



**astronomia**  
limit 5 miejsc



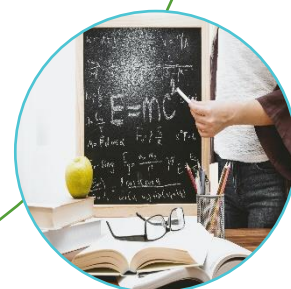
**nauki o Ziemi i  
środowisku**  
limit 11 miejsc



**matematyka i informatyka**  
limit 22 miejsc



**nauki chemiczne**  
limit 18 miejsc



**nauki fizyczne**  
limit 27 miejsc

# STYPENDIUM

Zgodnie z art. 209 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, każdy doktorant nieposiadający stopnia doktora otrzymuje stypendium doktoranckie. Łączny okres otrzymywania stypendium doktoranckiego w szkole doktorskiej nie może przekroczyć 4 lat. Wysokość miesięcznego stypendium doktoranckiego wynosi co najmniej: 37% wynagrodzenia profesora – do miesiąca, w którym została przeprowadzona ocena śródkresowa, 57% wynagrodzenia profesora – po miesiącu, w którym została przeprowadzona ocena śródkresowa. Wysokość minimalnego zasadniczego wynagrodzenia profesora w uczelni obecnie wynosi 7 210 zł brutto. Wymienione stawki mogą ulec zmianie w przypadku decyzji ministra właściwego do spraw szkolnictwa wyższego i nauki o ogłoszeniu nowej wysokości stawki bazowej.

Każdy doktorant (nieposiadający stopnia doktora) kształcący się w Szkole Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych otrzymuje stypendium doktoranckie w wysokości\* nie mniejszej niż:

- **2667,70 zł brutto** przez pierwsze dwa lata (przed oceną śródkresową);
- **4109,70 zł brutto** w następnych dwóch latach (po ocenie śródkresowej).

Dodatek dla osób z niepełnosprawnościami: 800,31 zł.

\*Podane kwoty dotyczą doktorantów przyjętych w ramach rekrutacji limitowej.





## PROMOTOR



Pierwszą czynnością w procesie aplikowania do Szkoły Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych powinno być znalezienie potencjalnego promotora i uzyskanie jego zgody, gdyż jest ona niezbędnym elementem zgłoszenia (patrz: Wymagane dokumenty). Lista nauczycieli akademickich, którzy chcieliby się podjąć tego zadania znajduje się pod tym adresem:

[promotorzy.szkoledoktorskie.uw.edu.pl](http://promotorzy.szkoledoktorskie.uw.edu.pl)

Należy pamiętać, że nie wszyscy potencjalni promotorzy są na liście. Zachęcamy też do poszukiwań na stronach konkretnych wydziałów i jednostek UW:

[www.uw.edu.pl/uniwersytet/wydzialy-i-jednostki](http://www.uw.edu.pl/uniwersytet/wydzialy-i-jednostki)

Zgodnie z Regulaminem Szkoły potencjalnym promotorem może być jedynie osoba:

- posiadająca stopień doktora habilitowanego lub tytuł profesora, będąca pracownikiem Uniwersytetu Warszawskiego lub instytucji współprowadzącej Szkołę (Instytut Matematyczny Polskiej Akademii Nauk),
- posiadającą status emerytowanego profesora Uniwersytetu Warszawskiego.

Promotorem może być osoba, która pozostaje wyznaczonym promotorem dla nie więcej niż 5 doktorantów kształcących się w Szkole Doktorskiej lub osób ubiegających się o nadanie stopnia doktora (np. uczestników studiów doktoranckich, którzy mają otwarty przewód doktorski).

W wyjątkowych i uzasadnionych przypadkach Dyrektor Szkoły może zwiększyć limit, o którym mowa powyżej.



# HARMONOGRAM REKRUTACJI

8 maja – 19 czerwca 2023

rejestracja w systemie Internetowej Rekrutacji  
Kandydatów (IRK)

złożenie wniosku o przyjęcie do Szkoły Doktorskiej Nauk  
Ścisłych Przyrodniczych, wniesienie opłaty rekrutacyjnej  
(200 zł)

do 30 czerwca 2023

przesłanie listów rekomendacyjnych

do 4 lipca 2023

opublikowanie harmonogramu rozmów kwalifikacyjnych

4 lipca – 21 lipca 2023

postępowanie kwalifikacyjne

do 4 sierpnia 2023

ogłoszenie listy rankingowej

7 sierpnia – 21 września 2023

przyjmowanie dokumentów od osób zakwalifikowanych

do 30 września 2023

ogłoszenie listy przyjętych

październik 2023 – rozpoczęcie kształcenia

# JAK WZIĄĆ UDZIAŁ W REKRUTACJI



1

Zapoznaj się z zasadami rekrutacji do Szkoły Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych w dyscyplinie nauki chemiczne.



2

Zarejestruj się w systemie Internetowej Rekrutacji Kandydatów (IRK): [irk.uw.edu.pl](http://irk.uw.edu.pl)



3

Uzupełnij swoje dane osobowe i załącz wymagane dokumenty.



4

Wnieś opłatę rekrutacyjną na indywidualne konto bankowe widoczne w systemie IRK.



5

Sprawdź na stronie internetowej Szkoły Doktorskiej termin egzaminu i rozmowy kwalifikacyjnej.



6

Przystąp w wyznaczonym terminie do egzaminu i rozmowy kwalifikacyjnej.



7

Sprawdź na stronie internetowej Szkoły Doktorskiej oraz w systemie IRK wynik postępowania kwalifikacyjnego.



8

Złóż wymagane dokumenty w sekretariacie Szkoły Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych.

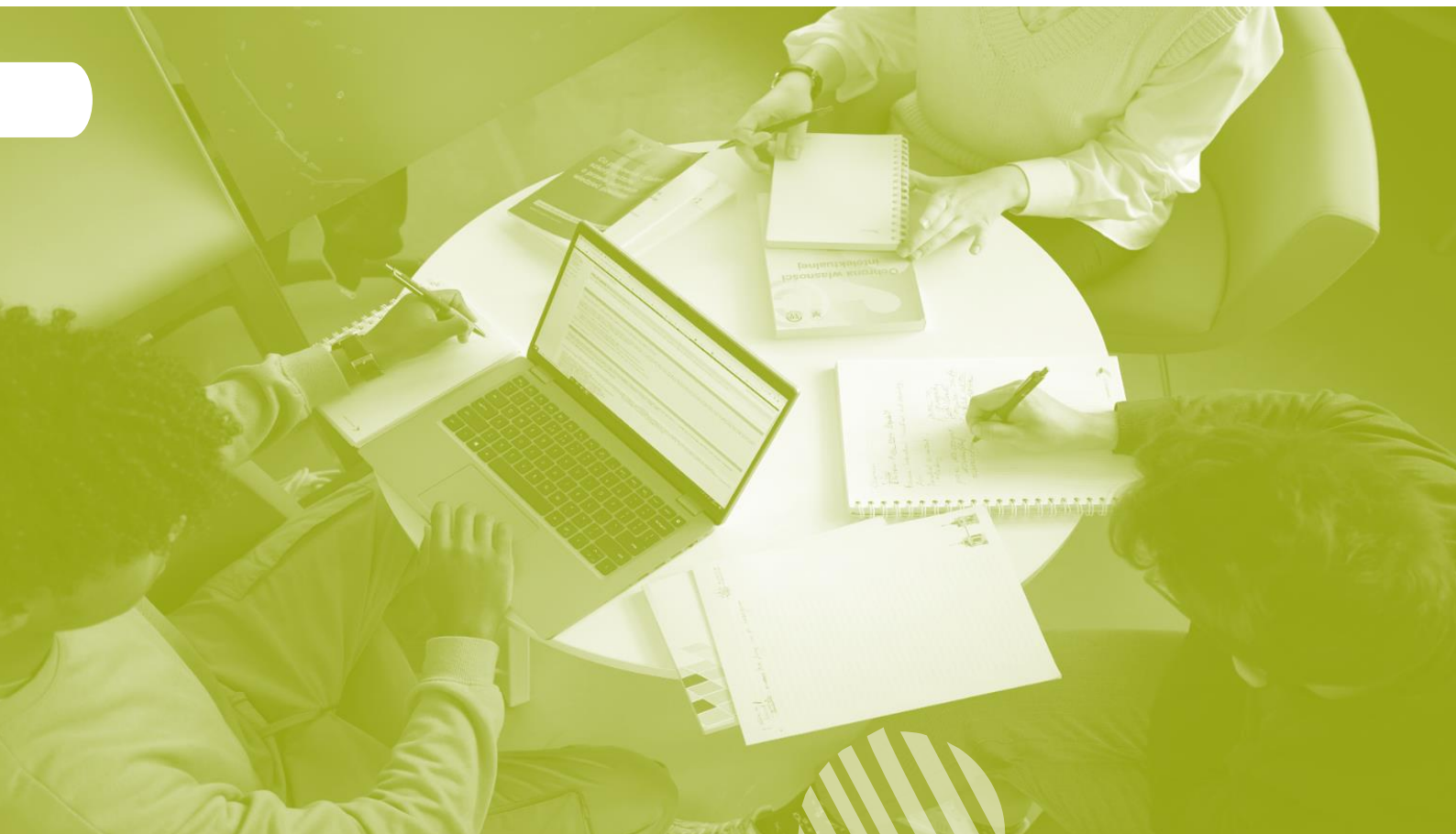


9

Po otrzymaniu informacji w systemie IRK o przyjęciu do Szkoły Doktorskiej, postępuj zgodnie z informacjami przekazywanymi przez sekretariat Szkoły.

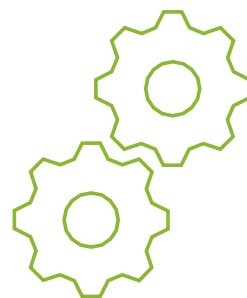


# WYMAGANE DOKUMENTY



.....

**W**niosek o przyjęcie do Szkoły składa się elektronicznie w systemie Internetowej Rekrutacji Kandydatów (IRK). Po załączeniu wszystkich wymaganych dokumentów w systemie, zapisaniu stron oraz uiszczeniu opłaty nie trzeba podejmować żadnych dodatkowych kroków. Zgłoszenie jest zapisywane i nie wymaga wysyłki.



# WNIOSEK ZAWIERA

**1**

wskazanie wybranej dyscypliny, w której kandydat planuje podjąć kształcenie, numer PESEL lub numer paszportu, obywatelstwo, dane kontaktowe (adres zamieszkania, adres poczty elektronicznej, numer telefonu), informację, czy kandydat wyraża zgodę na doręczenie decyzji administracyjnych za pomocą środków komunikacji elektronicznej, zgodę na przetwarzanie danych osobowych na potrzeby postępowania rekrutacyjnego;

**2**

**(dotyczy kandydatów legitymujących się tytułem magistra lub równorzędnym uzyskanym na podstawie odrębnych przepisów, lub zgodnie ze swoim oświadczeniem do dnia 21 września 2023 r. będą się nim legitymować)** skan dyplomu ukończenia jednolitych studiów magisterskich bądź studiów drugiego stopnia lub równorzędny uzyskany na podstawie odrębnych przepisów, albo w przypadku kandydatów realizujących kształcenie w ramach Europejskiego Obszaru Szkolnictwa Wyższego (European Higher Education Area) – zaświadczenie o uzyskaniu tytułu magistra albo oświadczenie, że dyplom lub zaświadczenie o uzyskaniu tytułu magistra zostanie dostarczone do dnia 21 września 2023 r. W przypadku dyplomu równorzędnego dyplomowi ukończenia jednolitych studiów magisterskich lub studiów drugiego stopnia, kandydat uzasadnia tę równorzędność. W przypadku gdy dyplom został wydany w języku innym niż polski lub angielski, kandydat załącza jego tłumaczenie przysięgłe;

**(dotyczy kandydatów, którzy są absolwentami studiów pierwszego stopnia lub studentami, którzy ukończyli trzeci rok jednolitych studiów magisterskich, i uzyskali zgodę Dyrektora Szkoły Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych w uzgodnieniu z zespołem kwalifikacyjnym na wzięcie udziału w rekrutacji z uwagi na wykazaną wyjątkową, najwyższą jakość dotychczasowych osiągnięć naukowych)** kandydat załącza zgodę Dyrektora.

3

opis wstępnej propozycji projektu badawczego wraz z tytułem. Opis w języku angielskim, nie może przekraczać 4 stron, krój czcionki Times New Roman lub równoważny, rozmiar czcionki min. 11 punktów, pojedyncza interlinia, margines górny i dolny min. 1,5 cm, marginesy boczne min. 2 cm, bibliografia wlicza się do limitu stron;

4

życiorys lub CV zawierające informacje o aktywności naukowej, w tym zainteresowaniach i osiągnięciach naukowych kandydata w okresie pięciu lat kalendarzowych poprzedzających złożenie wniosku (w przypadku, gdy kandydat w tym okresie został rodzicem, co potwierdzi załączając we wniosku skan aktu urodzenia dziecka, termin ten podlega wydłużeniu o dwa lata na każde dziecko), w szczególności o:

- publikacjach,
- pracach badawczych i organizacyjnych w kołach naukowych,
- udziale w konferencjach naukowych,
- udziale w projektach badawczych,
- nagrodach i wyróżnieniach,
- stażach badawczych,
- odbytych szkoleniach z zakresu umiejętności badawczych,
- działalności popularyzującej naukę,
- działalności w ciałach przedstawicielskich ruchu naukowego,
- średniej ocen ze studiów,
- karierze zawodowej,
- znajomości języków obcych;

5

skany materiałów potwierdzających wskazaną w życiorysie lub CV aktywność naukową;

6

dokument potwierdzający znajomość języka angielskiego na poziomie co najmniej B2 lub oświadczenie o znajomości języka angielskiego w stopniu umożliwiającym kształcenie w szkole;

7

skan oświadczenia planowanego promotora o podjęciu się opieki promotorskiej oraz o liczbie doktorantów, dla których pozostaje wyznaczonym promotorem według wzoru, stanowiącego załącznik nr 4 do Uchwały nr 17 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 20 stycznia 2021 r. w sprawie zasad rekrutacji do szkół doktorskich Uniwersytetu Warszawskiego (Monitor UW z 2021, poz. 142), ponadto kandydat może dołączyć skan opinii planowanego promotora oraz opinie innych pracowników naukowych na temat kandydata oraz jego aktywności naukowej lub propozycji projektu badawczego;

8

fotografię przedstawiającą twarz kandydata, umożliwiającą jego identyfikację;

9

oświadczenie, czy jest lub był doktorantem albo uczestnikiem studiów doktoranckich lub posiada bądź posiadał wszczęty przewód doktorski albo postępowanie w sprawie nadania stopnia doktora, a jeżeli tak – tytuł rozprawy doktorskiej albo projektu badawczego przygotowywanego przez kandydata, z podaniem imienia i nazwiska jego opiekuna naukowego lub promotora;

10

oświadczenie o zapoznaniu się z treścią Uchwały nr 17 Senatu Uniwersytetu Warszawskiego z dnia 20 stycznia 2021 r. w sprawie zasad rekrutacji do szkół doktorskich Uniwersytetu Warszawskiego (Monitor UW z 2021, poz. 142) oraz treścią art. 40 i art. 41 Kodeksu postępowania administracyjnego;

11

streszczenie pracy lub projektu magisterskiego w języku angielskim (do 3000 znaków ze spacjami);

12

skany kart przebiegu studiów I i II stopnia lub jednolitych studiów magisterskich, lub dokumentów równoważnych (np. suplement do dyplomu);

13

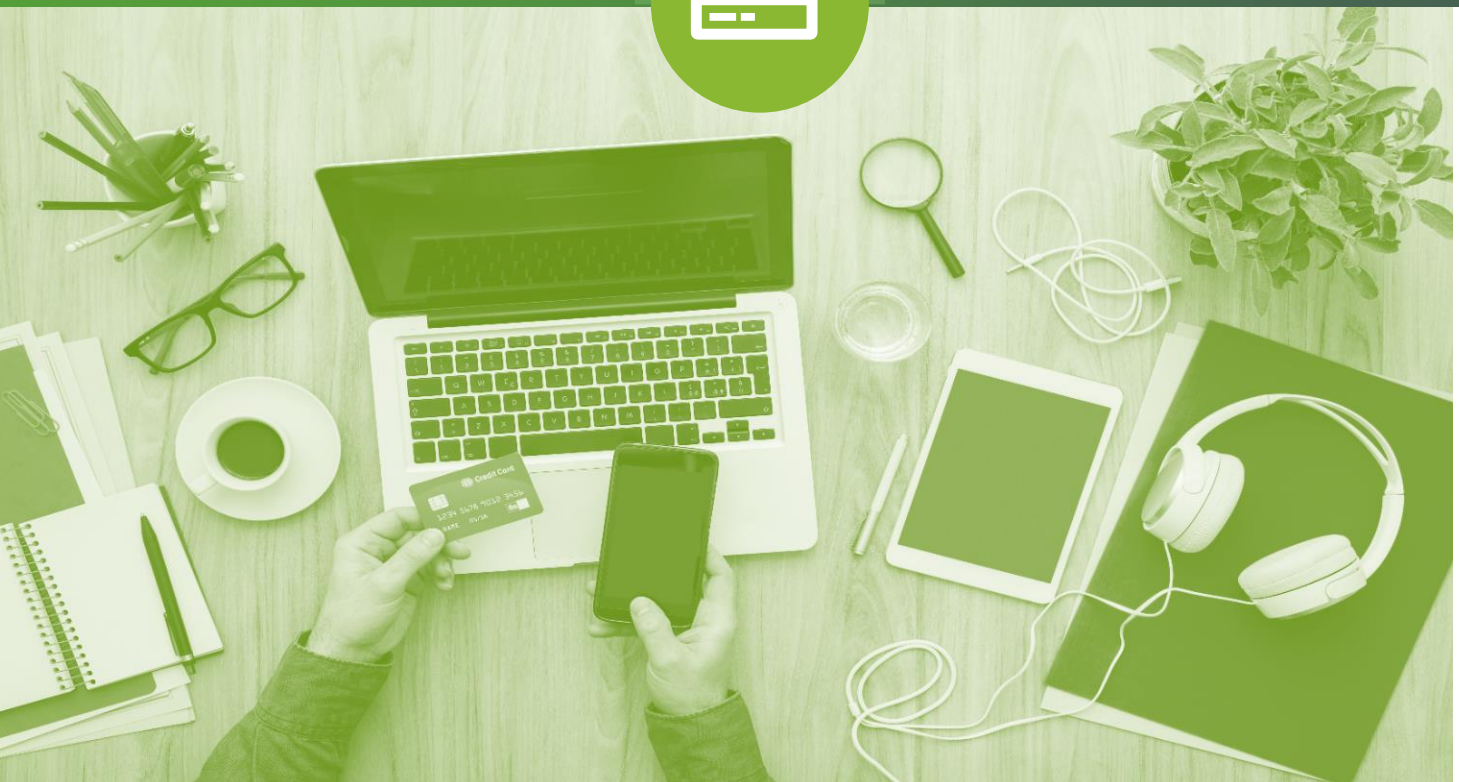
dane kontaktowe dwóch osób, które prześlą listy rekomendacyjne dla kandydata bezpośrednio na adres **sd.nsp.chem@uw.edu.pl** specyficzny dla danej dyscypliny. Dopilnowanie, żeby osoba rekomendująca przesłała list leży po stronie kandydata. Brak wpłynięcia listów rekomendacyjnych nie oznacza braku kompletności wniosku o przyjęcie do szkoły; listy te mogą być brane pod uwagę przy ocenie potencjału naukowego kandydata.





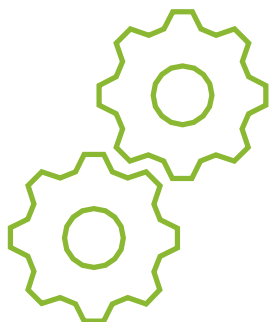
# OPŁATA REKRUTACYJNA

Opłata rekrutacyjna wynosi **200 zł** i wnoszona jest na indywidualne konto kandydata wygenerowane w systemie IRK.





## INSTRUKCJA WYPEŁNIANIA WNIOSKU O PRZYJĘCIE DO SZKOŁY W SYSTEMIE IRK



**W** celu prawidłowego wypełnienia wniosku o przyjęcie do Szkoły Doktorskiej Nauk Ścisłych i Przyrodniczych, na stronie internetowej Szkoły została opublikowana instrukcja, która może być pomocna podczas rejestracji w systemie **Internetowej Rekrutacji Kandydatów (IRK)**.

# POSTĘPOWANIE KWALIFIKACYJNE

postępowanie jednoetapowe

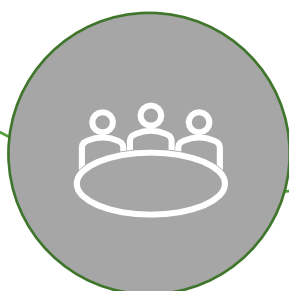


**ocena projektu badawczego**  
5 punktów

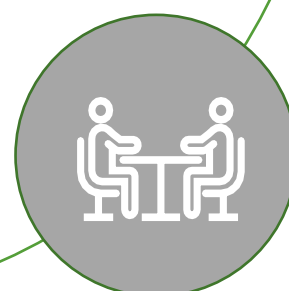
**100**  
punktów



**ocena aktywności  
naukowej kandydata**  
15 punktów



**ocena egzaminu  
kwalifikacyjnego**  
40 punktów



**ocena rozmowy  
kwalifikacyjnej**  
40 punktów

# KRYTERIA I SPOSÓB OCENY

## 5 punktów

### Ocena wstępnej propozycji projektu badawczego

Przy ocenie wstępnej propozycji projektu badawczego bierze się pod uwagę:

- 1) możliwość realizacji projektu w świetle udokumentowanych kompetencji kandydata;
- 2) wagę naukową projektu;
- 3) przewidywaną wartość dodaną dla środowiska naukowego danej dyscypliny.

## 15 punktów

### Ocena aktywności naukowej kandydata

Przy ocenie aktywności naukowej bierze się pod uwagę, potwierdzone skanami:

- 1) publikacje naukowe (wymagany skan strony tytułowej; w przypadku osiągnięć wieloautorskich konieczne jest określenie procentowego udziału kandydata w osiągnięciu);
- 2) potwierdzony udział w konkursach studenckich;
- 3) potwierdzony udział w projektach badawczych (wymagany skan zaświadczenia kierownika projektu);
- 4) wygłoszone referaty lub komunikaty seminaryjne i konferencyjne (wymagany skan potwierdzenia wygłoszenia referatu);
- 5) udokumentowane staże badawcze;
- 6) osiągnięcia w ramach działalności w kołach naukowych (wymagany skan zaświadczenia podpisanego przez prezesa koła).

## 40 punktów

### Ocena egzaminu kwalifikacyjnego

Sprawdzenie wiedzy i umiejętności kandydata z dyscypliny nauki chemiczne w formie pisemnej.

W uzasadnionych przypadkach (np. gdy kandydat przebywa za granicą), na pisemną prośbę kandydata skierowaną do przewodniczącego zespołu kwalifikacyjnego powołanego dla dyscypliny nauki chemiczne, egzamin pisemny może być zastąpiony egzaminem ustnym przeprowadzonym na odległość z wykorzystaniem powszechnie dostępnych narzędzi internetowych.

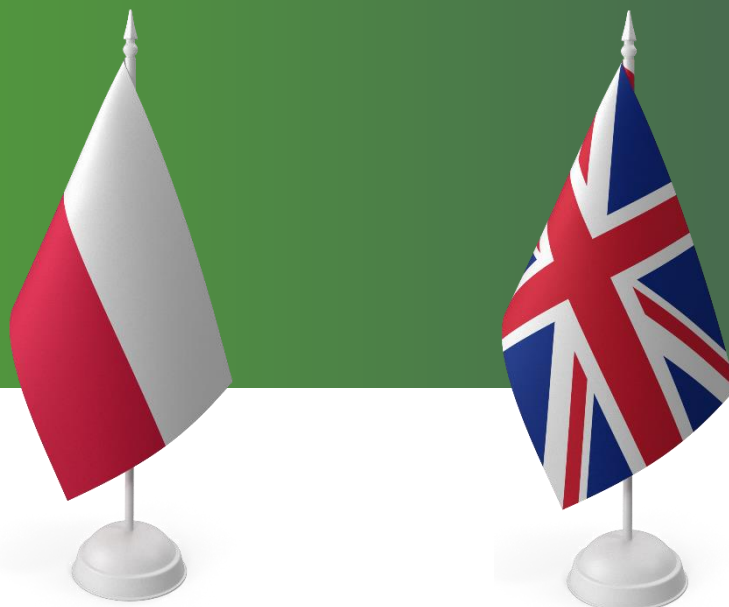
**40 punktów****Ocena rozmowy kwalifikacyjnej**

Rozmowa kwalifikacyjna polega na ocenie potencjału naukowego kandydata. Rozmowa może zawierać następujące elementy:

- 1) rozmowa na temat pracy magisterskiej kandydata (zrozumienie tematu, hipotez badawczych i ich realizacji, otrzymanych wyników i wniosków);
- 2) pytania dotyczące dorobku naukowego i przebiegu studiów I i II stopnia lub jednolitych studiów magisterskich, w tym przedmiotów związanych z tematyką rozprawy doktorskiej;
- 3) pytania dotyczące informacji zawartych w listach rekomendacyjnych, w tym charakteru i efektów współpracy kandydata z autorami listów;
- 4) pytania dotyczące projektu doktorskiego i innych informacji zawartych w dokumentacji załączonej przez kandydata.

Rozmowa kwalifikacyjna odbywa się w języku polskim lub angielskim zgodnie z preferencjami kandydata zgłoszonymi w IRK.

W przypadku wyboru języka polskiego, rozmowa kwalifikacyjna może zawierać część prowadzoną w języku angielskim.



# WARUNEK PRZYJĘCIA DO SZKOŁY DOKTORSKIEJ



**W**arunkiem przyjęcia do Szkoły Doktorskiej jest znalezienie się na liście rankingowej w obrębie limitu miejsc i uzyskanie co najmniej 50 punktów z całości postępowania kwalifikacyjnego.



# ZAKRES EGZAMINU KWALIFIKACYJNEGO



## CHEMIA NIEORGANICZNA I ANALITYCZNA

1. **Układ okresowy pierwiastków.** Podział na bloki s, p, d i f. Konfiguracje elektronowe pierwiastków z uwzględnieniem wyjątków: Cr, Cu, Mo, Pd, Ag, Pt, Au. Atomy, jony i cząsteczki izoelektronowe. Promienie kowalencyjne i jonowe – definicje, wyznaczanie i zmienność w układzie okresowym. Wpływ rozmiaru i ładunku jonów na właściwości kwasowo-zasadowe ich połączeń. Pojęcia: energii jonizacji, powinowactwa elektronowego, elektroujemności, potencjału standardowego i zmienność tych wielkości w układzie okresowym. Związek między elektroujemnością a charakterem wiązań. Ustalanie kształtu przestrzennego prostych kowalencyjnych cząsteczek i jonów cząsteczkowych (np. CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, XeF<sub>4</sub>), z uwzględnieniem położenia niewiążących par elektronowych (VSEPR).

2. **Właściwości wybranych pierwiastków i ich związków. Wodór.** Warunki i możliwości reakcji H<sub>2</sub> z innymi pierwiastkami. Wodorki metali i niemetalu - podział na wodorki jonowe, kowalencyjne i metaliczne (przykłady połączeń każdej grupy). Wpływ wiązańwodorowych na właściwości NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O i HF. Zastosowanie reakcji spalania wodoru w tlenie w ogniwie paliwowym. **Litowce, berylłowce** – reaktywność, reakcje z wodą i tlenem. Twardość wody i jej usuwanie. Zjawisko amfoteryczności na przykładzie Zn(OH)<sub>2</sub> i Al(OH)<sub>3</sub>. **Węgiel i krzem.**



Struktura najważniejszych odmian alotropowych węgla (grafitu, diamentu, fullerenu C<sub>60</sub>). Węglik CaC<sub>2</sub> i jego reakcja z wodą. SiO<sub>2</sub> i jego reakcja z zasadami. Rola wiązań C-C i Si-O-Si w tworzeniu związków węgla i krzemu. **Azot.** Magnetyczne właściwości cząsteczki N<sub>2</sub>. Otrzymywanie amoniaku i kwasu azotowego(V). Reakcje redoks roztwarzania metali w HNO<sub>3</sub>. **Fosfor.** Odmiany alotropowe fosforu i ich struktura. Tlenek fosforu P<sub>4</sub>O<sub>10</sub> – struktura i reakcje z wodą. **Tlen.** Magnetyczne właściwości cząsteczki O<sub>2</sub>. Reakcje redoks z udziałem nadtlenu wodoru H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. **Siarka.** Odmiany alotropowe siarki i ich struktura. Oddziaływanie SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S z wodą. Otrzymywanie H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. **Fluorowce.** Właściwości fizyczne i struktura form pierwiastkowych. Reakcje fluorowców i fluorowcowodorów z wodą. **Pierwiastki bloku d i f.** Przykłady połączeń na różnych stopniach utlenienia: Cr<sup>3+</sup>, CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Mn<sup>2+</sup>, MnO<sub>2</sub>, MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, błękit pruski, Co<sup>2+</sup>, Co<sup>3+</sup>. Równania reakcji redoks z udziałem jonów metali przejściowych. Zależność położenia równowagi CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> od pH roztworu. Typowe i nietypowe stopnie utlenienia lantanowców. Wpływ kontrakcji lantanowej na właściwości zasadowe wodorotlenków lantanowców.

3. **Związki kompleksowe.** Przykłady kompleksów o typowych liczbach koordynacyjnych: 2 (liniowych), 4 (tetraedrycznych i płaskich kwadratowych) i 6 (oktaedrycznych). Etylenodiamina i EDTA jako ligandy wielokleszczowe (chelatujące). Schemat rozszczepienia orbitali d jonu centralnego w oktaedrycznym polu ligandów. Pojęcie kompleksów wysoko- i niskospinowych. Zależność magnetycznych właściwości kompleksów od siły pola ligandów.

4. **Uniwersalne podstawy analizy chemicznej.** Cyfry znaczące. Definicja kwasu i zasady w teorii Brønsteda. Sprzężone pary kwas-zasada. Hydroliza soli jako reakcja kwasowo-zasadowa. Definicja kwasu i zasady w teorii Lewisa. pH roztworów słabych i mocnych kwasów, zasad, soli kwasów i zasad o różnej względnej mocy. pH roztworu buforowego. Pojęcie iloczynu rozpuszczalności i jego związek z rozpuszczalnością molową substancji. Wpływ wspólnego jonu, obcych jonów, protonowania i kompleksowania na rozpuszczalność osadów.

5. **Elementy analizy jakościowej.** Barwy płomienia palnika wywoływane przez lotne połączenia pierwiastków. Barwy roztworów związków: litowców, berylowców, Cr(III), Cr(VI), Mn(II), Mn(VI), Mn(VII), Fe(II), Fe(III), Co(II), Ni(II), Cu(II), Zn(II), Ag(I), Au(I), Hg(II), Hg(I). Rozpuszczalność w wodzie chlorków, azotanów(V), siarczanów(VI), siarczków i węglanów tych metali. Podstawa podziału kationów na grupy analityczne. Wybrane barwne reakcje charakterystyczne: Fe(III) z SCN<sup>-</sup>, Fe(III) z Fe(CN)<sub>6</sub><sup>4-</sup>, Cu(II) z NH<sub>3</sub>, Co(II) z SCN<sup>-</sup>, Ni(II) z dimetyloglioksymem. Porównanie reakcji Al(III) i Cr(III) z NaOH. Rozróżnienie Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup> i I<sup>-</sup> na podstawie reakcji z AgNO<sub>3</sub>.

6. **Elementy analizy ilościowej. Analiza wagowa.** Metodyka typowych oznaczeń, np. siarczanów w postaci BaSO<sub>4</sub> lub wapnia w postaci CaO. Istota minimalizacji strat osadu w trakcie przemywania. **Analiza miareczkowa.** pH punktu równoważności w miareczkowaniach słabych i mocnych kwasów i zasad. Definicja buforu porównawczego. Typowe wskaźniki pH: fenoloftaleina, oranż metylowy i optymalny dobór wskaźnika do danego miareczkowania. Zasada alkacymetrycznego oznaczania mieszanin węglanów, wodorowęglanów i wodorotlenków. Oznaczanie wapnia i magnezu za pomocą EDTA jako przykład miareczkowania kompleksometrycznego. **Elementy analizy instrumentalnej.** Technika miareczkowania redoks z elektrodą platynową jako elektrodą wskaźnikową i elektrodą kalomelową jako elektrodą odniesienia. Obliczanie potencjału redoks układu w punkcie równoważności. Prawo Lamberta-Beera jako podstawa spektrofotometrii absorpcyjnej. Molowy współczynnik absorpcji. Równanie Ilkoviča jako podstawa analizy ilościowej metodą polarograficzną. Zasada i zastosowanie metody woltamperometrii inwersyjnej. Potencjometria i elektrody jonoselektywne. Atomowa spektrometria emisyjna i absorpcyjna.

## CHEMIA ORGANICZNA I BIOCHEMIA

1. **Węglowodory.** Podział na klasy. Hybrydyzacja atomu węgla. Struktura węglowodorów: alkanany, cykloalkany, alkeny, alkiny, związki aromatyczne (charakter aromatyczny, reguła Hückla).

2. **Konformacja:** alkanów (etan, butan, wolna rotacja), cykloalkanów (trwałość pierścieni). **Izomeria:** szkieletowa, geometryczna (*cis/trans*, *Z/E*), optyczna (konfiguracja absolutna *R/S* i jej oznaczanie, reguły Cahn-Ingolda-Preloga; enancjomery, diastereoizomery, mieszanina racemiczna, konfiguracja względna).

3. **Alkany.** Właściwości i otrzymywanie. Substytucja wolnorodnikowa (mechanizm SR, orientacja reakcji). Struktura wolnego rodnika. Trwałość wolnych rodników. Cykloalkany: właściwości i reakcje.

4. **Alkeny.** Właściwości i otrzymywanie. Addycja elektrofilowa halogenowodoru i halogenu (mechanizm AdE, reguła Markownikowa). Trwałość karbokationów. Addycja wolnorodnikowa bromowodoru (mechanizm AdR). Uwodornianie i ozonoliza alkenów.
5. **Alkiny:** właściwości i otrzymywanie. Reakcje alkinów (addycja wodoru, halogenu, halogenowodoru, wody).
6. **Węglowodory aromatyczne (benzen).** Substytucja elektrofilowa związków aromatycznych (mechanizm SE). Nitrowanie, sulfonowanie, chlorowcowanie, alkilowanie, acylowanie. Wpływ kierujący podstawników (efekt indukcyjny i mezomeryczny). Alkilowe pochodne benzenu, substytucja w łańcuchu bocznym.
7. **Chlorowcopochodne:** właściwości i otrzymywanie. Chlorowcoalkany: substytucja nukleofilowa, mechanizmy i stereochemia reakcji SN1 i SN2. Reakcje eliminacji, mechanizmy E1 i E2. Reaktywność chlorowcopochodnych alkilowych, alilowych, winylowych i aromatycznych.
8. **Alkohole.** Właściwości i otrzymywanie. Klasyfikacja. Reakcje substytucji SN1 i SN2. Reakcje eliminacji (dehydratacja).
9. **Aminy.** Właściwości i otrzymywanie. Klasyfikacja amin. Alkilowanie amin. Sole amin i czwartorzędowe sole amoniowe. Aminy aromatyczne - substytucja w pierścieniu. Reakcje amin z kwasem azotawym (azotowym(III)), reakcje soli diazoniowych.
10. **Aldehydy i ketony.** Właściwości i otrzymywanie. Reakcje utleniania i redukcji. Addycja nukleofilowa (AdN) do grupy karbonylowej: przyłączanie wody, alkoholi, cyjanowodoru, wodorosiarczynu (wodorosiarczanu(IV)), pochodnych amoniaku, związków Grignarda. Reakcje Cannizzaro i kondensacji aldolowej (mechanizmy).
11. **Kwasy karboksylowe i ich pochodne.** Właściwości i otrzymywanie. Klasyfikacja kwasów karboksylowych. Wpływ budowy na moc kwasów karboksylowych. Sole. Otrzymywanie chlorków i bezwodników kwasowych oraz estrów i amidów, porównanie ich reaktywności. Estry: mechanizm estryfikacji i hydrolizy, mechanizm kondensacji Claisena). Redukcja kwasów karboksylowych i ich pochodnych.
12. **Związki heterocykliczne.** Heterocykliczne układy pięcio- i sześcioczłonowe z jednym heteroatomem. Reakcje SE pirolu, tiofenu, furanu. SE pirydyny.
13. **Związki wielofunkcyjne.** Hydroksyketony, hydroksyaldehydy, chlorowcokwasy, aminokwasy, związki dwukarbonylowe – otrzymywanie i reakcje. Tautomeria keto-enolowa.
14. **Identyfikacja związków organicznych metodami spektralnymi.** Umiejętność interpretacji prostych widm  $^1\text{H-NMR}$ ,  $^{13}\text{CNMR}$  oraz widm w podczerwieni (znajomość częstości drgań dla podstawowych grup funkcyjnych) w celu identyfikacji związków.
15. **Biochemia.** Budowa i funkcja błon biologicznych. Przepuszczalność i transport przez błony. Hierarchiczna budowa białek (struktura I-, II-, III- i IV-rzędowa). Zależność między strukturą a funkcją białek. Budowa enzymów, ich klasyfikacja, funkcja i mechanizm działania. Podstawowe pojęcia metabolizmu (termodynamika reakcji biochemicznych, reakcje sprzężone, związki o wysokim potencjale fosforylacyjnym, podstawowe zasady organizacji metabolizmu). Fotosynteza i utlenianie biologiczne. Budowa DNA i RNA. Przepływ informacji genetycznej. Pojęcia replikacji, transkrypcji i translacji.

## CHEMIA FIZYCZNA I TEORETYCZNA

1. **Gazy.** Gazy doskonałe a gazy rzeczywiste. Równanie Clapeyrona i równanie van der Waalsa. Temperatura krytyczna. Pojemność cieplna gazów doskonałych.
2. **Termodynamika. Podstawowe pojęcia.** Energia, praca, ciepło. Pojęcie funkcji stanu. Pierwsza zasada termodynamiki. Energia wewnętrzna  $U$ , entalpia  $H$  i ich zmiany w różnych procesach.  
**Termochemia.** Efekt cieplny reakcji pod stałym ciśnieniem i w stałej objętości. Zmiany entalpii standardowej w przemianach fizycznych i chemicznych. Prawo Hessa i jego zastosowania. Prawo Kirchhoffa.  
**Entropia  $S$ .** Druga zasada termodynamiki. Sens fizyczny entropii. Zależność  $S$  od temperatury. Procesy termodynamicznie odwracalne i nieodwracalne. Trzecia zasada termodynamiki.  
**Energia swobodna (energia Helmholtza)  $A(F)$  i entalpia swobodna (energia Gibbsa)  $G$ .** Termodynamiczne kryteria przebiegu reakcji oparte na zmianach funkcji  $S$ ,  $A(F)$  i  $G$ . Potencjał chemiczny. Warunki równowagi termodynamicznej.  
**Stan równowagi chemicznej.** Stała równowagi reakcji chemicznej ( $K$ ) i wpływ różnych czynników na jej wartość. Stałe równowagi wyrażone poprzez ciśnienia cząstkowe, stężenia

i ułamki molowe. Związek między  $\Delta G_0$  i  $K$ . Wpływ różnych czynników na stan równowagi - reguła przekory.

**Przemiany fazowe w układach jedno- i wieloskładnikowych.** Diagramy fazowe substancji czystych (woda, CO<sub>2</sub>). Punkt potrójny. Reguła faz Gibbsa. Prawo Raoult'a. Diagramy fazowe układów dwuskładnikowych (azeotropy dodatnie i ujemne, eutektyki).

**3. Elektrochemia. Roztwory elektrolitów.** Solwatacja jonów. Aktywność jonów w roztworach elektrolitów. Współczynnik aktywności. Prawo graniczne Debye'a-Hückela.

**Potencjały elektrodowe i ogniwa galwaniczne.** Pojęcie elektrody i jej potencjału. Potencjał standardowy. Równanie Nernsta. Elektrody I i II rodzaju oraz typowe elektrody odniesienia: wodorowa, kalomelowa, chlorosrebrowa – reakcje, opis potencjału poprzez równanie Nernsta. Elektrody do pomiaru pH.

Ogniwa galwaniczne, rodzaje ogniw i reakcje w nich zachodzące. Obliczanie i eksperymentalne wyznaczanie siły elektromotorycznej (SEM). Konwencja sztokholmska. Związek między  $\Delta G$  reakcji i SEM. Wyznaczanie wielkości termodynamicznych z pomiarów SEM.

**Elektroliza i procesy transportu.** Prawo Faradaya. Elektroliza wodnych roztworów różnych soli – reakcje elektrodowe. Nadpotencjał (nad napięcie) procesu elektrodowego. Dyfuzja. I prawo Ficka. Gradient stężenia i współczynnik dyfuzji. Prąd dyfuzyjny i kinetyczny.

Koloidy - potencjał elektrokinetyczny. Elektroforeza i ruchliwość elektroforetyczna. Punkt izoelektryczny.

**4. Kinetyka.** Szybkość reakcji chemicznej – definicja i wpływ różnych czynników. Rząd reakcji (cząstkowy, całkowity) i metody jego wyznaczania. Równania kinetyczne i zmiany stężeń reagentów w czasie dla reakcji różnych rzędów. Czas połowicznej przemiany. Energia aktywacji i równanie Arrheniusa. Teoria kompleksu aktywnego. Pojęcie i rola katalizatora.

**5. Elektryczne i magnetyczne właściwości substancji.** Trwałe i indukowane momenty dipolowe cząsteczek. Względna przenikalność elektryczna. Paramagnetyzm, diamagnetyzm, ferromagnetyzm. Podatność magnetyczna. Prawo Curie.

**6. Krystalografia.** Podstawowe pojęcia: cechy kryształów, projekcja sferyczna, i stereograficzna, sieć przestrzenna, układy krystalograficzne, typy komórek Bravais. Symetria punktowa, operacje i elementy symetrii, współistnienie elementów symetrii, grupy punktowe nomenklatura Schoenfliesa i Hermanna – Maugina. Złożone elementy symetrii. Sieci przestrzenne, Obiekty geometryczne w sieciach przestrzennych (węzły, proste i płaszczyzny). Definicja wskaźników Millera. Grupy przestrzenne, struktury gęstego i najgęstszego upakowania, sieć odwrotna, definicja i własności, konstrukcja Ewalda, podstawy rentgenowskiej analizy strukturalnej kryształów.

**7. Chemia kwantowa.** Statystyczna interpretacja funkcji falowej. Poziomy energetyczne (degeneracja, odległości sąsiednich poziomów), funkcje falowe (od jakich zmiennych zależą, liczba węzłów) oraz liczby kwantowe dla następujących układów kwantowych: jednowymiarowe pudło potencjału, jednowymiarowy oscylator harmoniczny, rotator sztywny, atomu wodoru i jony wodoropodobne (tu także kontury funkcji  $s$ ,  $p$ ,  $d$ ). Przybliżenie jednoelektronowe. Orbitale i spinorbitale. Funkcja falowa dla układu wieloelektronowego. Zakaz Pauliego. Metoda Hartree-Focka. Konfiguracje elektronowe atomów i jonów wieloelektronowych. Reguły Hunda. Symbole termów atomowych (term podstawowy atomu wieloelektronowego). Przybliżenie Born-Oppenheimera. Metoda orbitali molekularnych (MO). Metoda LCAO MO. Mechanizm powstawania wiązania chemicznego w ujęciu metody MO. Orbitale molekularne dla dwuatomowych cząsteczek homojądrowych ( $\sigma$ ,  $\sigma_u$ ,  $\pi_g$ ,  $\pi_u$ ). Orbitale wiążące, antywiążące i niewiążące. Poziomy energetyczne i konfiguracje elektronowe dwuatomowych cząsteczek homojądrowych pierwiastków drugiego okresu i prostych dwuatomowych cząsteczek heterojądrowych. Krzywe energii potencjalnej dla cząsteczki dwuatomowej (poziomy oscylacyjne i rotacyjne cząsteczki). Metoda orbitali molekularnych dla cząsteczek wieloatomowych. Hybrydacja orbitali. Orbitale zhybrydowane typu:  $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$ .

**8. Spektroskopia.** Natura i właściwości promieniowania elektromagnetycznego. Kwantowanie energii stanów rotacyjnych, oscylacyjnych (z uwzględnieniem drgań anharmonicznych) i elektronowych molekuly. Obsadzenie poziomów energetycznych według rozkładu energii Boltzmanna. Zakres widma promieniowania a typ przejść widmowych. Reguły wyboru w absorpcyjnej spektroskopii rotacyjnej i oscylacyjnej. Nieelastyczne rozpraszanie promieniowania: pasma stokesowskie i antystokesowskie. Reguły wyboru w oscylacyjnej spektroskopii ramanowskiej. Położenie na osi długości fali widma luminescencyjnego (fluorescencji i fosforescencji) w stosunku do odpowiedniego absorpcyjnego widma elektronowego. Idea spektroskopii EPR. Struktura nadsubtelna widm EPR. Spektroskopia NMR: oddziaływanie jąder atomowych o niezerowym momencie magnetycznym

z zewnętrznym polem magnetycznym, ekranowanie jądra i przesunięcie chemiczne. Wzajemne oddziaływania jąder (sprężenie spinowo-spinowe).

## TECHNOLOGIA CHEMICZNA + ELEMENTY BIOTECHNOLOGII

1. **Podstawy technologii chemicznej.** Procesy jednostkowe i operacje jednostkowe w technologii chemicznej. Efektywność, wydajność, selektywność i energochłonność procesu technologicznego. Bilanse materiałowe i energetyczne procesu. Stopień konwersji. Cechy nowoczesnych technologii z uwzględnieniem projektowania procesu technologicznego, zasad technologicznych, aspektów dotyczących ochrony środowiska oraz zagospodarowania surowców wtórnych.

2. **Zasady technologiczne.** Zasada najlepszego wykorzystania różnic potencjałów, zasada najlepszego wykorzystania surowców, zasada najlepszego wykorzystania energii, zasada najlepszego wykorzystania aparatury, optymalizacja kosztów procesu technologicznego. Rozwój procesu - powiększanie skali.

3. **Wymiana masy i ciepła.** Mechanizmy ruchu ciepła: promieniowanie, przewodzenie, konwekcja, przenikanie. Zastępcza różnica temperatur. Procesy związane z ruchem masy i ciepła. Obszar dyfuzyjny i kinetyczny procesu. Sposoby ogrzewania w przemyśle chemicznym. Aparaty stosowane do przenoszenia ciepła w instalacjach przemysłowych.

4. **Zagadnienia kinetyki reakcji w skali przemysłowej.** Wpływ temperatury, ciśnienia i składu na szybkość procesu. Typowe reaktory stosowane w chemicznych procesach technologicznych i biotechnologicznych. Kataliza homogeniczna, heterogeniczna i enzymatyczna w technologii chemicznej i biotechnologii.

5. **Przemysłowe procesy wydzielania i oczyszczania.** Podstawowe techniki separacji: flokulacja, sedymentacja, filtracja, wirowanie, ekstrakcja, ultrafiltracja, odwrócona osmoza, precypitacja. Techniki zagęszczania: zagęszczanie termiczne, wyparki. Oczyszczanie substancji: destylacja, rektyfikacja, krystalizacja, metody membranowe, chromatografia preparatywna, ekstrakcja suszenie.

6. **Technologia i gospodarka.** Pierwotne surowce energetyczne i chemiczne. Etapy przeróbki ropy naftowej, charakterystyka paliw i produktów otrzymywanych z ropy naftowej. Polimery naturalne i syntetyczne. Surowce odnawialne. Odpady niebezpieczne i ich ograniczanie. Ochrona środowiska: recykling, utylizacja ścieków i odpadów przemysłowych.



# KONTAKT



[szkolydoktorskie.uw.edu.pl/sdnsip/](https://szkolydoktorskie.uw.edu.pl/sdnsip/)



**Szkoła Doktorska Nauk  
Ścisłych i Przyrodniczych**  
ul. Banacha 2c  
02-097 Warszawa  
pokój 0.05 i 0.06



tel. 22 55 22 167  
tel. 22 55 22 168  
tel. 22 55 22 144



[rekrutacja.nsp@uw.edu.pl](mailto:rekrutacja.nsp@uw.edu.pl)

35%

