

Szczegółowe zasady dyplomowania dla kierunku nanoinżynieria, stacjonarne, pierwszego stopnia

§1

Postanowienia ogólne

Użyte w niniejszych Szczegółowych zasadach dyplomowania dla kierunku nanoinżynieria, stacjonarne, pierwszego stopnia określenia oznaczają:

- 1) APD – Archiwum Prac Dyplomowych Uniwersytetu Warszawskiego,
- 2) KJD – kierownik jednostki dydaktycznej organizującej kierunek studiów,
- 3) KS – kierownik studiów dla kierunku nanoinżynieria, o ile został powołany zgodnie z § 6 ust. 4 pkt 1 Regulaminu studiów,
- 4) Rada Dydaktyczna – rada dydaktyczna, do której przyporządkowany jest kierunek studiów,
- 5) Regulamin studiów – Regulamin Studiów na Uniwersytecie Warszawskim (Monitor UW z 2019 r., poz. 186)
- 6) UW – Uniwersytet Warszawski

I. Szczegółowe zasady przygotowania i oceny pracy dyplomowej

§2

Zasady i procedury wyboru kierującego pracą dyplomową

1. Do kierowania przygotowaniem prac inżynierskich upoważnieni są nauczyciele akademicki mający co najmniej stopień naukowy doktora.
2. Osoby spoza UW mogą współkierować przygotowaniem prac inżynierskich pod warunkiem upoważnienia przez Radę Dydaktyczną, przy jednoczesnym powołaniu uprawnionego nauczyciela akademickiego do pełnienia funkcji kierującego pracą.
3. W danym roku akademickim nauczyciel akademicki może kierować nie więcej niż pięcioma pracami dyplomowymi realizowanymi na UW. W uzasadnionych przypadkach Rada Dydaktyczna może wyrazić zgodę na zwiększenie tej liczby.
4. Student może wybrać kierującego pracą dyplomową spośród nauczycieli akademickich zatrudnionych na Uniwersytecie Warszawskim spełniających kryteria, o których mowa w ust. 1 i ust. 4.
5. Student może przedłożyć KJD wniosek o upoważnienie osoby, o której mowa w ust. 2, do kierowania przygotowaniem pracy dyplomowej.
6. Student może przedłożyć Przewodniczącemu Rady Dydaktycznej wniosek o upoważnienie osoby, o której mowa w ust. 3, do współkierowania przygotowaniem pracy dyplomowej.
7. Zmiana kierującego pracą dyplomową wymaga zgody KJD.

§3

Zasady i procedury wyboru tematu pracy dyplomowej

1. Temat pracy dyplomowej jest formułowany przez kierującego pracą z uwzględnieniem zainteresowań i przygotowania studenta.
2. W przypadkach, o których mowa w §2 ust. 6 i 7, wniosek zawiera propozycję tematu pracy dyplomowej.
3. Student przekazuje KJD deklarację wyboru kierującego pracą i tematu pracy inżynierskiej, podpisaną przez kierującego pracą, w terminie jednego miesiąca od rozpoczęcia semestru, w którym realizowana jest praca inżynierska.
4. Student przekazuje Przewodniczącemu Rady Dydaktycznej wnioski, o którym mowa w §2 ust. 7, w terminie jednego miesiąca od rozpoczęcia semestru, w którym realizowana jest praca inżynierska.
5. W uzasadnionych przypadkach KJD może wyrazić zgodę na złożenie deklaracji, o której mowa w ust. 3, lub wniosku, o którym mowa w ust. 4, w terminie późniejszym.
6. Zmiana tematu pracy dyplomowej wymaga zgody KJD lub KS, z zastrzeżeniem §4 ust. 1.

§4

Zasady i procedury zatwierdzania tematów prac dyplomowych

1. Rada Dydaktyczna zatwierdza tematy prac dyplomowych:
 - 1) w przypadku, o którym mowa w §2 ust. 1, gdy osoba kierująca pracą dyplomową jest zatrudniona na stanowisku badawczym lub badawczo-dydaktycznym i prowadzi badania naukowe w dyscyplinie innej niż nauki fizyczne lub nauki chemiczne,
 - 2) w przypadku, o którym mowa w §2 ust. 1, gdy osoba kierująca pracą dyplomową jest zatrudniona na stanowisku dydaktycznym,
 - 3) w przypadku, o którym mowa w §2 ust. 2, przy czym zgoda Rady Dydaktycznej i zatwierdzenie tematu pracy odbywa się łącznie.
 - 4) w przypadku, o którym mowa w §2 ust. 3, przy czym upoważnienie Rady Dydaktycznej do współkierowania pracą, powołanie uprawnionego nauczyciela akademickiego do pełnienia funkcji kierującego pracą i zatwierdzenie tematu pracy odbywa się łącznie.
 - 5) W przypadku, gdy kierujący pracą pełni funkcję kierującego pracą w odniesieniu do pięciu lub więcej prac dyplomowych realizowanych na UW, przy czym zgoda, o której mowa w §2 ust. 4 i zatwierdzenie tematu pracy odbywa się łącznie.
2. KJD przedstawia Radzie Dydaktycznej wykaz tematów prac inżynierskich niewymagających zatwierdzenia przez Radę Dydaktyczną.

§5

Wymagania merytoryczne wobec pracy dyplomowej

1. Praca inżynierska dowodzi:
 - 1) przygotowania do prowadzenia badań naukowych w dyscyplinie nauki fizyczne, w dyscyplinie nauki chemiczne lub interdyscyplinarnych badań naukowych mieszczących się przynajmniej częściowo w dyscyplinie nauki fizyczne lub nauki chemiczne,

- 2) umiejętności planowania i przeprowadzania eksperymentów, w tym pomiarów i symulacji komputerowych, oraz interpretacji uzyskanych wyników i wyciągania wniosków,
 - 3) umiejętności krytycznej analizy i oceny sposobu funkcjonowania istniejących urządzeń, obiektów, systemów lub procesów,
 - 4) umiejętności realizowania – zgodnie z zadaną specyfikacją – typowych dla kierunku studiów procesów przy użyciu odpowiednio dobranych metod, technik, narzędzi i materiałów
2. Przygotowanie do prowadzenia badań naukowych, o którym mowa w ust. 1 pkt 1, może być w szczególności stwierdzone na podstawie zaangażowania w badania naukowe, w tym prowadzone przez kierującego pracą.

§6

Wymagania formalne wobec pracy dyplomowej

1. Praca inżynierska może być przygotowana w języku polskim lub angielskim.
2. Praca inżynierska powinna zawierać:
 - 1) uzasadnienie wyboru problematyki i usytuowanie tematu pracy w szerszej perspektywie dziedziny, której dotyczy praca,
 - 2) opis metod badawczych i uzyskanych wyników,
 - 3) podsumowanie wyników i płynące z nich wnioski.
3. Objętość pracy inżynierskiej nie powinna przekraczać 30 000 znaków.
4. Gotowa praca inżynierska powinna być złożona przez studenta w formie elektronicznej – w APD w postaci pliku PDF,
5. Wraz z pracą inżynierską student dostarcza propozycje osiągnięć do uwzględnienia w suplemencie do dyplomu, w języku polskim i angielskim.

§7

Zadania kierującego pracą dyplomową

Kierujący pracą inżynierską:

- 1) formułuje koncepcję pracy,
- 2) sprawuje opiekę merytoryczną nad studentem przygotowującym pracę,
- 3) czuwa nad dostępem studenta do odpowiednich narzędzi badawczych i literatury.

§8

Kryteria oceny pracy dyplomowej

1. Oceny pracy dyplomowej dokonuje kierujący pracą oraz co najmniej jeden recenzent. Recenzenta wyznacza KJD.
2. W przypadku, gdy kierujący pracą inżynierską nie prowadzi badań naukowych w dyscyplinie nauki fizyczne lub w dyscyplinie nauki chemiczne, recenzent musi być nauczycielem akademickim ze stopniem co najmniej doktora, zatrudnionym na stanowisku badawczym lub badawczo-dydaktycznym, prowadzącym badania naukowe w dyscyplinie nauki fizyczne lub w dyscyplinie nauki chemiczne.
3. Przy ocenie pracy inżynierskiej uwzględnia się następujące kryteria:
 - 1) zgodność treści pracy z tematem pracy,
 - 2) poprawność układu pracy,

- 3) stopień realizacji celu pracy,
- 4) poprawność uzyskanych wyników,
- 5) nowatorstwo uzyskanych wyników,
- 6) dobór i wykorzystanie źródeł literaturowych,
- 7) poprawność języka pracy,
- 8) spełnienie kryteriów określonych w § 5 ust. 1.

§9

Termin udostępnienia studentom recenzji prac dyplomowych

1. Recenzje prac dyplomowych są udostępniane studentowi nie później niż na 3 dni przed terminem egzaminu inżynierskiego.
2. W przypadku niedotrzymania terminu, o którym mowa w ust. 1, KJD wyznacza nowy termin egzaminu inżynierskiego, przypadający nie wcześniej niż 3 dni po udostępnieniu studentowi recenzji prac dyplomowych, z zastrzeżeniem §48 ust. 2 Regulaminu studiów.
3. Na pisemny wniosek studenta KJD może odstąpić od wyznaczenia nowego terminu egzaminu inżynierskiego, o którym mowa w ust. 2.

§10

Zasady oceny pracy dyplomowej przygotowanej przez więcej niż jednego studenta

1. Zespołowa praca inżynierska może być przygotowana przez zespół złożony z trzech studentów.
2. Każdy ze współautorów zespołowej pracy inżynierskiej musi być autorem, co najmniej jednego znaczącego rozdziału. W szczególności rozdział opisujący główny wkład danego współautora musi być napisany wyłącznie przez niego. Osoba ta może być także współautorem innych rozdziałów.
3. Zespołowa praca inżynierska musi zawierać rozdział pt. "Określenie wkładu współautorów". W rozdziale tym muszą być wymienieni współautorzy pracy w porządku alfabetycznym według nazwiska wraz z precyzyjnym opisem wkładu każdej osoby w formacie:
 - imię nazwisko,
 - opis wkładu w powstanie wyników przedstawionych w pracy (analiza problemu, przeprowadzenie doświadczeń, opracowanie modelu, stworzenie programu komputerowego, przegląd literatury, wnioski itp.),
 - opis wkładu w przygotowanie tekstu pracy (lista rozdziałów, rysunków, tabel itp.).
4. Każdy znaczący element pracy (rozdział, wykres, rysunek, zdjęcie, tabela itp.) powinien być oznaczony w sposób pozwalający na jednoznaczną identyfikację twórców.
5. Każdy ze współautorów otrzymuje indywidualną ocenę.
6. Do zespołowej pracy inżynierskiej nie stosuje się zapisów §6 ust. 3.

II. Szczegółowe zasady przeprowadzania egzaminu dyplomowego

§11

Zasady tworzenia komisji egzaminacyjnej

1. Ogólne zasady tworzenia komisji egzaminacyjnej określa §49 ust. 1-3 Regulaminu studiów.
2. W skład komisji egzaminacyjnej musi wchodzić co najmniej jeden nauczyciel akademicki prowadzący badania naukowe w dyscyplinie nauki fizyczne i co najmniej jeden nauczyciel akademicki prowadzący badania naukowe w dyscyplinie nauki chemiczne.
3. KJD może wyznaczyć nauczycieli akademickich do przewodniczenia komisjom egzaminacyjnym w danym roku akademickim i podać listę tych osób do publicznej wiadomości. Nie ogranicza to uprawnień KJD do wyznaczenia przewodniczącego komisji egzaminacyjnej spośród innych osób.
4. W uzasadnionych przypadkach KJD może powołać członków komisji egzaminacyjnej niepełniących funkcji przewodniczącego, kierującego pracą lub recenzenta.
5. Przesłankę do wyznaczenia członków komisji egzaminacyjnej, o której mowa w ust. 3, mogą stanowić w szczególności
 - 1) zaangażowanie w badania naukowe przedstawione w pracy inżynierskiej osób innych niż kierujący pracą,
 - 2) interdyscyplinarny charakter pracy inżynierskiej,
 - 3) powtórne przystąpienie studenta do egzaminu inżynierskiego.

§12

Wymagania merytoryczne na egzamin dyplomowy

Lista zagadnień na egzamin inżynierski stanowi załącznik nr 2 do niniejszej uchwały.

§13

Procedura przeprowadzenia egzaminu dyplomowego

1. Egzamin inżynierski przeprowadzany jest w obecności wszystkich członków komisji egzaminacyjnej.
2. Egzamin inżynierski może odbywać się przy użyciu urządzeń technicznych pozwalających kierującemu pracą, recenzentowi lub członkowi komisji na zdalny udział w egzaminie, z bezpośrednim przekazem obrazu i dźwięku,
3. Egzamin inżynierski jest prowadzony przez przewodniczącego komisji egzaminacyjnej, który udziela głosu członkom komisji egzaminacyjnej.
4. Egzamin inżynierski jest prowadzony w języku polskim, z zastrzeżeniem, że
 - 1) jeżeli co najmniej jeden z członków komisji egzaminacyjnej nie posługuje się językiem polskim w stopniu wystarczającym do oceny egzaminu inżynierskiego, egzamin jest prowadzony w języku angielskim,
 - 2) na pisemny wniosek studenta złożony razem z pracą inżynierską komisja egzaminacyjna może zdecydować, że egzamin jest prowadzony w języku angielskim.
5. Prezentacja głównych tez pracy inżynierskiej przygotowanej w języku angielskim może być prowadzona w języku angielskim.

6. Podczas egzaminu inżynierskiego student przedstawia w formie wypowiedzi ustnej odpowiedzi na cztery pytania:
 - 1) prezentacja głównych tez pracy inżynierskiej, która powinna trwać około 10 minut; student może podczas tej części egzaminów wykorzystać przygotowaną wcześniej prezentację komputerową,
 - 2) jedno pytanie z części A listy zagadnień na egzamin inżynierski stanowiącej załącznik nr 2 do niniejszej uchwały,
 - 3) jedno pytanie z części B listy zagadnień na egzamin inżynierski stanowiącej załącznik nr 2 do niniejszej uchwały,
 - 4) jedno pytanie z części C listy zagadnień na egzamin inżynierski stanowiącej załącznik nr 2 do niniejszej uchwały.
7. Określenie pytań, o których mowa w ust. 6 pkt 2-4, odbywa się w drodze losowania.
8. Podczas wypowiedzi studenta członkowie komisji mogą zadawać dodatkowe pytania i wskazówki oraz uściślać wypowiedź, z zastrzeżeniem ust. 1.
9. Po zakończeniu każdej części wypowiedzi studenta członkowie komisji mogą zadawać dodatkowe pytania i formułować uwagi do wypowiedzi, z zastrzeżeniem ust. 1.
10. Ustalenie oceny z egzaminu inżynierskiego odbywa się bez obecności studenta.
11. O ocenie z egzaminu inżynierskiego student informowany jest bezpośrednio po ustaleniu oceny.
12. W przypadku, o którym mowa w ust. 2, przewodniczący komisji egzaminacyjnej sporządza odpowiednią adnotację w protokole z egzaminu.

III. Szczegółowe zasady monitorowania procesu dyplomowania

§14

Zasady przeprowadzania analizy recenzji i ocen prac dyplomowych oraz zasady przeprowadzania analizy pytań dyplomowych i ocen z egzaminu dyplomowego

1. Rada Dydaktyczna powołuje komisję do przeprowadzenia analizy recenzji i ocen prac dyplomowych oraz pytań dyplomowych i ocen z egzaminu dyplomowego.
2. Analiza recenzji i ocen prac dyplomowych oraz pytań dyplomowych i ocen z egzaminu dyplomowego jest przeprowadzana co najmniej raz w roku w odniesieniu do poprzedniego roku akademickiego.
3. Komisja zapoznaje się z dokumentacją związaną pracami inżynierskimi i egzaminami inżynierskimi co najmniej 10% studentów, którzy przystąpili do egzaminu inżynierskiego w roku akademickim podlegającym analizie, w tym z dokumentacją wszystkich prac, dla których:
 - 1) nie został dotrzymany termin, o którym mowa w §9 ust. 1,
 - 2) różnica między najwyższą i najniższą oceną pracy wynosi więcej niż jeden.
4. Komisja przedstawia Radzie Dydaktycznej raport z analizy, o której mowa w ust. 1, odnoszący się w szczególności do:
 - 1) przestrzegania terminu, o którym mowa w §9 ust 1,
 - 2) rzetelności, kompletności i trafności uzasadnienia ocen pracy dyplomowej, wystawionych przez kierującego pracą i recenzenta,

- 3) zasadność ewentualnych różnic w ocenach pracy dyplomowej, wystawionych przez kierującego pracą i recenzenta
- 4) przestrzegania zakresu merytorycznego i procedury przeprowadzania egzaminu dyplomowego
5. KJD udziela komisji, o której mowa w ust. 1, informacji umożliwiających przygotowanie raportu.

§15

Procedury wdrażania działań naprawczych lub doskonalących proces dyplomowania

1. Na podstawie raportu, o którym mowa w §14 ust. 4, Rada Dydaktyczna formułuje propozycję działań naprawczych lub doskonalących proces dyplomowania.
2. W przypadku stwierdzenia przez Radę Dydaktyczną jednostkowych uchybień związanych z przygotowywaniem recenzji i wystawianiem ocen pracy inżynierskiej oraz wystawianiem ocen z egzaminu dyplomowego Rada Dydaktyczna przekazuje informacje o uchybieniach KJD, KS oraz kierownikowi jednostki organizacyjnej, w której osoba dopuszczająca się uchybień jest zatrudniona.
3. W przypadku stwierdzenia niedoskonałości systemowych związanych z procesem dyplomowania Rada Dydaktyczna dokonuje zmian w szczegółowych zasadach dyplomowania prowadzących do usunięcia tych niedoskonałości.
4. Raport, o którym mowa w §14 ust. 4, oraz propozycję działań naprawczych lub doskonalących proces dyplomowania, o której mowa w §15 ust. 1-3, Rada Dydaktyczna przesyła do Uniwersyteckiej Rady ds. Kształcenia do końca semestru następującego po roku akademickim będącym przedmiotem analiz przedstawionych w raporcie.

**Lista zagadnień na egzamin inżynierski dla kierunku nanoinżynieria,
stacjonarne, pierwszego stopnia**

Część A

1. Zasady względności Galileusza; układy inercjalne.
2. Jednoczesność zdarzeń i przyczynowość w szczególnej teorii względności.
3. Transformacja Lorentza czasu i położenia i jej konsekwencje (skrócenie Lorentza, dylatacja czasu); przykłady wielkości podlegających transformacji Lorentza podobnie jak czas i położenie (czterowektory).
4. Pęd, energia całkowita i energia wewnętrzna cząstek relatywistycznych.
5. Zasady zachowania w fizyce.
6. Zasady dynamiki Newtona i granice ich stosowalności.
7. Przykłady sił potencjalnych i niepotencjalnych. Prawo powszechnego ciężenia.
8. Zagadnienie dwóch ciał i problem Keplera (środek masy i zasada zachowania momentu pędu).
9. Moment bezwładności i zasady dynamiki ruchu bryły sztywnej.
10. Prawo Coulomba, prawo Gaussa, potencjał pola elektrycznego.
11. Prąd elektryczny, prawo Ohma, rozkład prądu i pola elektrycznego w przewodniku, zasada zachowania ładunku elektrycznego. równanie ciągłości dla prądu.
12. Pole magnetyczne prądu stałego.
13. Siła Lorentza i ruch cząstek naładowanych w polach elektrycznym i magnetycznym.
14. Prawo indukcji Faradaya i reguła Lenza.
15. Pełny układ równań Maxwella z warunkami brzegowymi na granicy ośrodków.
16. Ruch okresowy (parametry); rozkład na drgania proste.
17. Oscylator harmoniczny: drgania swobodne, tłumione i wymuszone oraz zjawisko rezonansu.
18. Zjawisko Dopplera.
19. Fale elektromagnetyczne. Prawa odbicia i załamania fal elektromagnetycznych; współczynnik odbicia, polaryzacja fali odbitej i załamanej (kął Brewstera).
20. Spójność, dyfrakcja i interferencja fal: dyfrakcja na pojedynczej szczelinie, doświadczenie Younga, siatka dyfrakcyjna.
21. Równowaga termiczna i temperatura; skale temperatury. Ciepło, procesy wymiany ciepła.
22. Promieniowanie cieplne ciał: współczynniki absorpcji i emisji promieniowania, ciało doskonale czarne, prawo przesunięć Wiena, prawo Stefana-Boltzmann.
23. Druga zasada termodynamiki i pojęcie entropii.
24. Równowaga termodynamiczna.
25. Równanie stanu gazu doskonałego, przemiany gazowe, molowe ciepła właściwe gazów.
26. Przemiany fazowe I rodzaju (przykłady) i współistnienie faz; przemiany fazowe drugiego rodzaju.
27. Gazy rzeczywiste i ciecze: para nasycona, parowanie i wrzenie.
28. Trzecia zasada termodynamiki i nieosiągalność zera bezwzględne.
29. Doświadczenia świadczące o istnieniu atomów i cząsteczek; liczba Avogadro.

30. Rozkład Boltzmanna: związek temperatury z energią kinetyczną cząsteczek gazu.
31. Statystyki kwantowe; bozony i fermiony.
32. Zjawisko fotoelektryczne i efekt Comptona, energia i pęd fotonu.
33. Hipoteza de Broglie'a, dualizm korpuskularno-falowy.
34. Grupy punktowe symetrii, grupy Lauego, grupy dyfrakcyjne i grupy przestrzenne. Typy komórek Bravais. Notacje stosowane do opisu grupy symetrii punktowej.
35. Pomiar w mechanice kwantowej (obserwable); zasada nieoznaczoności.
36. Równanie Schrödingera, funkcja falowa i jej interpretacja.
37. Kwantowy oscylator harmoniczny - funkcje falowe, energia oscylatora.
38. Atom wodoru w mechanice kwantowej.
39. Atom w zewnętrznym polu elektrycznym i magnetycznym – zjawisko Starka, zjawisko Zeemana.
40. Stany energetyczne atomów; absorpcja i emisja promieniowania elektromagnetycznego; emisja spontaniczna i wymuszona.
41. Elektryczne i magnetyczne właściwości substancji: Trwałe i indukowane momenty dipolowe cząsteczki. Względna przenikalność elektryczna. Paramagnetyzm, diamagnetyzm, ferromagnetyzm. Podatność magnetyczna. Prawo Curie.
42. Budowa jądra atomowego. Rozpady jąder atomowych (promieniowanie alfa, beta i gamma). Rozszczepienie jąder ciężkich: reakcje łańcuchowe, reaktor jądrowy, masa krytyczna.
43. Rodzaje cząstek elementarnych: leptony i hadrony i kwarkowa teoria budowy hadronów.

Część B

44. Układ okresowy pierwiastków: Podział na bloki s, p, d i f. Konfiguracje elektronowe pierwiastków z uwzględnieniem wyjątków: Cr, Cu, Mo, Pd, Ag, Pt, Au.
45. 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.
46. Pojęcia: energii jonizacji, powinowactwa elektronowego, elektroujemności, potencjału standardowego i zmienność tych wielkości w układzie okresowym. Związek między elektroujemnością a charakterem wiązań.
47. Wiązania chemiczne: definicja, klasyfikacja, przykłady, uszeregowanie oddziaływań chemicznych według wzrastającej energii wiązania.
48. Podstawy elektrochemii w wodnych roztworach elektrolitów na przykładzie woltamperometrii cyklicznej.
49. Potencjometria: podstawy metody. Elektrody pierwszego i drugiego rodzaju, ich zastosowanie w potencjometrii. Elektroda szklana, wodorowa i chlorosrebrowa. Zależność potencjału elektrody wskaźnikowej od stężenia oznaczanych jonów.
50. Spin jądra atomowego i elektronu. Wpływ spinów jądrowych na symetrię funkcji falowej cząsteczek. Związek spinu ze statystyką, symetria permutacyjna funkcji falowej dla układu wielu ciał.
51. Ogólna charakterystyka najważniejszych związków nieorganicznych: tlenków, wodorotlenków, kwasów, wodorków, soli oraz powiązanie ich właściwości z położeniem pierwiastków w układzie okresowym.

52. Konfiguracje elektronowe atomów i termy atomowe.
53. Przybliżenie Born-Oppenheimera. W jakich sytuacjach przybliżenie to nie działa?
54. Przybliżenie jednoelektronowe i metoda Hartree-Focka
55. Metoda LCAO MO w kontekście struktury elektronowej cząsteczek na przykładzie cząsteczki wody. Konfiguracje elektronowe cząsteczek dwuatomowych.
56. Omówić wszystkie przybliżenia, które prowadzą do podziału energii cząsteczki na wkłady: elektronowy, oscylacyjny i rotacyjny.
57. Cząsteczki dwuatomowe – potencjał Morse'a i Lennarda-Jonesa. Przejścia optyczne w cząsteczkach dwuatomowych związane z rotacjami, oscylacjami i przejściami elektronowymi.
58. Funkcje stanu. Energia swobodna, entalpia swobodna. Zależność entalpii swobodnej od temperatury i ciśnienia.
59. Termochemia: definicje i znaczenie w obliczeniach termodynamicznych entalpii i molowej pojemności cieplnej. Różnice między ciepłem właściwym, pojemnością cieplną i molową pojemnością cieplną. Prawo Hessa. Zależność efektu cieplnego reakcji chemicznej od temperatury. Definicje entalpii tworzenia, niszczenia i spalania.
60. Potencjał chemiczny czystej substancji i substancji w mieszaninie. Potencjał chemiczny w układzie rzeczywistym - lotność, aktywność, współczynniki aktywności. Mieszanki cieczy - opis termodynamiczny.
61. Przemiany fazowe w układach jedno- i wieloskładnikowych: Diagramy fazowe substancji czystych (woda, CO₂). Punkt potrójny. Reguła faz Gibbsa. Prawo Raoult'a. Diagramy fazowe układów dwuskładnikowych (azeotropy dodatnie i ujemne, eutektyki).
62. Reakcje utleniania-redukcji, pojęcie utleniacza i reduktora. Równanie Nernsta. Współczynniki aktywności. Siła jonowa roztworu..
63. Elektroliza: Prawo Faradaya. Elektroliza wodnych roztworów różnych soli – reakcje elektrodowe.
64. Roztwory elektrolitów: Solwatacja jonów. Aktywność jonów w roztworach elektrolitów. Współczynnik aktywności. Prawo graniczne Debye'a-Hückela. Lepkość roztworu.
65. Siła jonowa roztworu, aktywność i stężenie, współczynnik aktywności. Wpływ siły jonowej na równowagę chemiczną w roztworze.
66. Termodynamika fazy powierzchniowej. Zjawiska na granicy różnych faz, energia powierzchniowa, napięcie powierzchniowe, adsorpcja, izoterma adsorpcji Gibbsa.
67. Koloidy i surfaktanty – właściwości, klasyfikacja układów koloidalnych, zastosowania surfaktantów, procesy agregacji. Zjawisko rozproszenia światła na układach koloidalnych. Turbidymetria i nefelometria.
68. Podstawy kinetyki chemicznej: Szybkość i rząd reakcji. Równania kinetyczne i wykresy charakterystyczne dla reakcji o różnej rzędowości. Czas połowicznej przemiany.
69. Równowagi chemiczne w roztworach wodnych (równowagi kwasowo-zasadowe, równowagi rozpuszczalności, kompleksowania, reakcji utleniania – redukcji).
70. Metody miareczkowe w analizie chemicznej. Miareczkowanie bezpośrednie, pośrednie i odwrotne. Alkacymetria, redoksymetria i kompleksometria. Metody detekcji punktu końcowego.

71. Metody eksperymentalne wyznaczania geometrii cząsteczki. Czy wszystkie te metody prowadzą do tych samych wyników i dlaczego?
72. Węglowodory nasycone (alkany i cykloalkany). Budowa. Właściwości chemiczne.
73. Węglowodory nienasycone (alkeny i alkiny). Budowa. Właściwości chemiczne. Reakcje addycji.
74. Węglowodory aromatyczne. Budowa. Reakcje substytucji elektrofilowej. Nitrowanie, sulfonowanie, chlorowcowanie, alkilowanie, acylowanie. Wpływ kierujący podstawników.
75. Alkohole i fenole - właściwości chemiczne i otrzymywanie. Klasyfikacja alkoholi. Reakcje substytucji SN1 i SN2. Reakcje eliminacji (dehydratacja).
76. Aldehydy i ketony. Utlenianie aldehydów. Redukcja aldehydów i ketonów. Reakcje addycji aldehydów i ketonów.
77. Kwasy karboksylowe i ich pochodne - właściwości i otrzymywanie. Klasyfikacja kwasów karboksylowych (estry, chlorki kwasowe, bezwodniki, amidy). Wpływ budowy na moc kwasów karboksylowych. Otrzymywanie chlorków i bezwodników kwasowych oraz estrów i amidów, porównanie ich reaktywności. Mechanizm estryfikacji i hydrolizy.
78. Aminy. Podział. Otrzymywanie. Właściwości.
79. Izomeria związków organicznych. Rodzaje. Przykłady.
80. Mechanizmy reakcji w chemii organicznej. Substytucja: wolnorodnikowa, nukleofilowa, elektrofilowa

Część C

81. Co to jest nanotechnologia? Jakie są zalety (i ew. zagrożenia) wynikające z wykorzystywania nanostruktur?
82. Nanostruktury fotoniczne – otrzymywanie i właściwości optyczne, przykłady.
83. Metody otrzymywania i charakteryzacji nanostruktur: studnie, druty i kropki kwantowe, gęstość stanów nośników.
84. Podstawy teorii pasmowej ciała stałego. Budowa i właściwości metali, izolatorów i półprzewodników. Właściwości elektryczne i optyczne.
85. Nośniki ładunku w półprzewodnikach – struktura pasmowa typowych półprzewodników, masa efektywna, koncentracja nośników, energia Fermiego.
86. Jak działa dioda elektroluminescencyjna i ogniwo fotowoltaiczne?
87. Obwody LC i RLC: drgania, drgania tłumione i wymuszone oraz zjawisko rezonansu.
88. Dyfuzja powierzchniowa, aktywność katalityczna powierzchni.
89. Ogniwa galwaniczne i zachodzące w nich reakcje chemiczne na przykładzie ogniwa cynkowo-miedziowego (Daniella). Pojęcie półogniwa. Ogniwa galwaniczne w stanie równowagi i w czasie pracy.
90. Mikroskop sił atomowych (AFM) oraz skaningowy mikroskop tunelowy (STM). Podstawy fizyczne. Budowa i zasada działania. Zasada różnych trybów pracy i technik pomiarowych.
91. Mikroskop elektronowy. Podstawy fizyczne. Budowa i zasada działania. Mikroskop transmisyjny i skaningowy.
92. Spektrofotometria: podstawy metody. Budowa i zasada działania spektrofotometru jednowiązkowego. Prawo Lamberta-Beera i odstępstwa od

niego. Pojęcie absorpcji (promieniowania elektromagnetycznego), absorbancji i transmitancji.

93. Reguły wyboru w spektroskopii molekularnej na wybranym przykładzie (spektroskopia przejść elektronowych, spektroskopia w podczerwieni, spektroskopia efektu Ramana).
94. Podstawy fizyczne spektroskopii rotacyjnej. Zasady pomiaru i metody interpretacji wyników. Jakie wielkości fizyczne można wyznaczyć z pomiarów spektroskopii rotacyjnej?
95. Podstawy fizyczne spektroskopii Ramana. Zasady pomiaru i metody interpretacji wyników. Jakie wielkości fizyczne można wyznaczyć z pomiarów spektroskopii Ramana?
96. Podstawy fizyczne metod dyfrakcyjnych wyznaczania struktury kryształu. Zasady pomiaru oraz główne etapy analizy uzyskanych danych. Czynniki wpływające na intensywność wiązki promieniowania rentgenowskiego ugiętego na kryształach.
97. Podstawy fizyczne jądrowego rezonansu magnetycznego. Zasady pomiaru i metody interpretacji wyników.
98. Analiza statystyczna wyników pomiaru. Średnia, mediana, odchylenie standardowe, względne odchylenie standardowe. Rozkład normalny. Poziomofność.
99. Technologie wytwórcze: przegląd technologii i ich aplikacji, aspekt ekonomiczny. Podstawy druku 3D.
100. Wzmocnienie światła: proces prowadzący do wzmocnienia światła, inwersja obsadzeń, typy ośrodków wzmacniających; budowa lasera, warunek progowy akcji laserowej, widmo emisji laserowej.

**Formularz recenzji pracy inżynierskiej dla kierunku nanoinżynieria,
stacjonarne, pierwszego stopnia**

Pola formularza:

1. Zgodność treści pracy z tematem oraz celami pracy (500 znaków),
2. Merytoryczna ocena pracy, np.: poprawność metodologiczna, poprawność wyciągania wniosków, umiejętność interpretacji i dyskusji wyników (4000 znaków),
3. Ocena formalnej strony pracy, np.: poprawność języka, spójność i logiczny porządek prezentowania treści, dobór literatury, błędy edytorskie (100 znaków),
4. Inne uwagi, np.: nowatorstwo, zaangażowanie studenta, samodzielność rozwiązania problemu, możliwość opublikowania wyników (500 znaków),
5. Ocena pracy (wybór ze skali ocen określonej w §34 ust. 2 Regulaminu studiów)