

Szczegółowe zasady dyplomowania dla kierunku fizyka, stacjonarne, pierwszego stopnia

§1

Postanowienia ogólne

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

- 1) APD – Archiwum Prac Dyplomowych Uniwersytetu Warszawskiego,
- 2) KJD – kierownik jednostki dydaktycznej organizującej kierunek studiów,
- 3) Rada Dydaktyczna – rada dydaktyczna, do której przyporządkowany jest kierunek studiów,
- 4) Regulamin studiów – Regulamin Studiów na Uniwersytecie Warszawskim (Monitor UW z 2019 r., poz. 186)
- 5) UW – Uniwersytet Warszawski

I. Szczegółowe zasady przygotowania i oceny pracy dyplomowej

§2

Zasady i procedury wyboru kierującego pracą dyplomową

1. Do kierowania przygotowaniem prac licencjackich upoważnieni są nauczyciele akademicki mający co najmniej stopień naukowy doktora.
2. Osoby z tytułem zawodowym magistra mogą kierować przygotowaniem prac licencjackich pod warunkiem upoważnienia przez KJD za zgodą Rady Dydaktycznej.
3. Osoby spoza UW mogą współkierować przygotowaniem prac licencjackich pod warunkiem upoważnienia przez Radę Dydaktyczną, przy jednoczesnym powołaniu uprawnionego nauczyciela akademickiego do pełnienia funkcji kierującego pracą.
4. 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.
5. Student może wybrać kierującego pracą dyplomową spośród nauczycieli akademickich zatrudnionych na Uniwersytecie Warszawskim spełniających kryteria, o których mowa w ust. 1 i ust. 4.
6. Student może przedłożyć KJD wniosek o upoważnienie osoby, o której mowa w ust. 2, do kierowania przygotowaniem pracy dyplomowej.
7. Student może przedłożyć Przewodniczącemu Rady Dydaktycznej wniosek o upoważnienie osoby, o której mowa w ust. 3, do współkierowania przygotowaniem pracy dyplomowej.
8. 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. Zgłoszenie tematu pracy oraz powiązanie tematu pracy ze studentem wykonującym tę pracę jest dokonywane w APD.
4. Student przekazuje Przewodniczącemu Rady Dydaktycznej wniosek, o którym mowa w §2 ust. 7, w terminie jednego miesiąca od rozpoczęcia semestru, w którym realizowana jest praca licencjacka.
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, 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,
 - 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 licencjackich niewymagających zatwierdzenia przez Radę Dydaktyczną.

§5

Wymagania merytoryczne wobec pracy dyplomowej

1. Praca licencjacka dowodzi przygotowania do prowadzenia badań naukowych w dyscyplinie nauki fizyczne.
2. Przygotowanie do prowadzenia badań naukowych, o którym mowa w ust. 1, może być w szczególności stwierdzone na podstawie:
 - 1) zaangażowania w badania naukowe, w tym prowadzone przez kierującego pracą, lub
 - 2) omówienia problemu badawczego w dyscyplinie nauki fizyczne w oparciu o istniejącą literaturę.

§6

Wymagania formalne wobec pracy dyplomowej

1. Praca licencjacka może być przygotowana w języku polskim lub angielskim.
2. Praca licencjacka 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 licencjackiej nie powinna przekraczać 30 000 znaków.
4. Gotowa praca licencjacka powinna zostać złożona przez studenta w formie elektronicznej – w APD w postaci pliku PDF.
5. Wraz z pracą licencjacką student może dostarczyć propozycje osiągnięć do uwzględnienia w suplemencie do dyplomu, w języku polskim i angielskim.

§7

Zadania kierującego pracą dyplomową

Kierujący pracą licencjacką:

- 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 licencjacką nie prowadzi badań naukowych w dyscyplinie nauki fizyczne, recenzent musi być nauczycielem akademickim ze stopniem co najmniej doktora, zatrudnionym na stanowisku badawczym lub badawczo-dydaktycznym, prowadzącym badania naukowe w dyscyplinie nauki fizyczne.
3. Przy ocenie pracy licencjackiej 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.

§9

Termin udostępnienia studentom recenzji prac dyplomowych

1. Recenzje prac dyplomowych są udostępniane studentowi nie później niż na 3 dni przed terminem egzaminu licencjackiego.
2. W przypadku niedotrzymania terminu, o którym mowa w ust. 1, KJD wyznacza nowy termin egzaminu licencjackiego, przypadający nie wcześniej niż 3 dni po

udostępnieniu studentowi recenzji prac dyplomowych, z zastrzeżeniem §48 ust. 2 Regulaminu studiów.

3. Za zgodą studenta KJD może odstąpić od wyznaczenia nowego terminu egzaminu licencjackiego, o którym mowa w ust. 2.

§10

Zasady oceny pracy dyplomowej przygotowanej przez więcej niż jednego studenta

1. Zespołowa praca licencjacka może być przygotowana przez zespół złożony z trzech studentów.
2. Każdy ze współautorów zespołowej pracy licencjackiej 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 licencjacka 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 licencjackiej 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. 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.
3. W uzasadnionych przypadkach KJD może powołać członków komisji egzaminacyjnej niepełniących funkcji przewodniczącego, kierującego pracą lub recenzenta.
4. Przesłankę do wyznaczenia członków komisji egzaminacyjnej, o której mowa w ust. 3, mogą stanowić w szczególności
 - 1) zaangażowanie w badania naukowe przedstawione w pracy licencjackiej osób innych niż kierujący pracą,
 - 2) interdyscyplinarny charakter pracy licencjackiej,

- 3) powtórne przystąpienie studenta do egzaminu licencjackiego.

§12

Wymagania merytoryczne na egzamin dyplomowy

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

§13

Procedura przeprowadzenia egzaminu dyplomowego

1. Egzamin licencjacki przeprowadzany jest w obecności wszystkich członków komisji egzaminacyjnej.
2. Egzamin licencjacki 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 licencjacki jest prowadzony przez przewodniczącego komisji egzaminacyjnej, który udziela głosu członkom komisji egzaminacyjnej.
4. Egzamin licencjacki 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 licencjackiego, egzamin jest prowadzony w języku angielskim,
 - 2) na pisemny wniosek studenta złożony razem z pracą licencjacką komisja egzaminacyjna może zdecydować, że egzamin jest prowadzony w języku angielskim.
5. Prezentacja głównych tez pracy licencjackiej może być prowadzona w języku angielskim.
6. Podczas egzaminu licencjackiego student przedstawia w formie wypowiedzi ustnej odpowiedzi na trzy pytania:
 - 1) prezentacja głównych tez pracy licencjackiej, 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 licencjacki stanowiącej załącznik nr 2 do niniejszej uchwały,
 - 3) jedno pytanie z części B listy zagadnień na egzamin licencjacki stanowiącej załącznik nr 2 do niniejszej uchwały.
7. Określenie pytań, o których mowa w ust. 6 pkt 2) i 3), 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 licencjackiego odbywa się bez obecności studenta.
11. O ocenie z egzaminu licencjackiego 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 licencjackimi i egzaminami licencjackimi co najmniej 10% studentów, którzy przystąpili do egzaminu licencjackiego 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.
6. W przypadku braku powołania komisji, o której mowa w ust. 1, KJD przedstawia Radzie Dydaktycznej raport z analizy, o której mowa w ust. 1.

§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 licencjackiej oraz wystawianiem ocen z egzaminu dyplomowego Rada Dydaktyczna przekazuje informacje o uchybieniach KJD 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 licencjacki dla kierunku fizyka, stacjonarne,
pierwszego stopnia**

Część A

1. Zasady względności Galileusza i Einsteina; 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 cząstek w układzie środka masy.
5. Zasady zachowania w fizyce.
6. Oddziaływania fundamentalne: nośniki i zasięg oddziaływania, ładunki.
7. Zasady dynamiki Newtona i granice ich stosowalności.
8. Niezmienniczość równań Newtona względem transformacji Galileusza.
9. Przykłady sił potencjalnych i niepotencjalnych.
10. Prawo powszechnego ciążenia.
11. Rozwiązania równań Newtona ruchu punktu materialnego dla potencjału harmonicznego i centralnego.
12. Opis ruchu układu punktów materialnych, w tym zagadnienie dwóch ciał i problem Keplera (środek masy i zasada zachowania momentu pędu).
13. Moment bezwładności i zasady dynamiki ruchu bryły sztywnej.
14. Hydrostatyka: ciśnienie, prawo Pascala, prawo Archimedesusa i pływanie ciał.
15. Ładunek elementarny i doświadczenie Millikana.
16. Prawo Coulomba, prawo Gaussa, potencjał pola elektrycznego.
17. Prąd elektryczny, prawo Ohma, rozkład prądu i pola elektrycznego w przewodniku, zasada zachowania ładunku elektrycznego, równanie ciągłości dla prądu.
18. Metale, półprzewodniki – przykłady materiałów, zależność oporu od temperatury.
19. Obwody elektryczne: prawo Ohma i prawa Kirchhoffa.
20. Pole magnetyczne prądu stałego, prawo Biot-Savarta.
21. Siła Lorentza i ruch cząstek naładowanych w polach elektrycznym i magnetycznym.
22. Wyznaczanie stosunku ładunku i masy, spektroskop masowy i wyznaczanie mas atomów (izotopów).
23. Prawo indukcji Faradaya i reguła Lenza.
24. Obwody LC i RLC: drgania, drgania tłumione i wymuszone oraz zjawisko rezonansu.
25. Pełny układ równań Maxwella z warunkami brzegowymi na granicy ośrodków. Równania Maxwella w ośrodkach materialnych – przykłady równań materiałowych.
26. Fale elektromagnetyczne jako rozwiązanie równania Maxwella.
27. Prawa odbicia i załamania fal elektromagnetycznych; współczynnik odbicia, polaryzacja fali odbitej i załamanej (kąt Brewstera).
28. Ruch okresowy (parametry); rozkład na drgania proste (analiza Fouriera).

29. Oscylator harmoniczny: drgania swobodne, tłumione i wymuszone oraz zjawisko rezonansu.
30. Rozkład drgań układów o wielu stopniach swobody (np. układu punktów materialnych połączonych sprężynami) na drgania własne.
31. Prawa odbicia i załamania fal na granicy ośrodków.
32. Zjawisko Dopplera dla różnych rodzajów fal (akustycznych i elektromagnetycznych w próżni).
33. Spójność, dyfrakcja i interferencja fal: dyfrakcja na pojedynczej szczelinie, doświadczenie Younga, siatka dyfrakcyjna.
34. Równowaga termiczna i temperatura; skale temperatury.
35. Ciepło, procesy wymiany ciepła.
36. Równanie przewodnictwa cieplnego i zjawiska przewodzenia ciepła w kryształach.
37. Promieniowanie cieplne ciał: współczynniki absorpcji i emisji promieniowania, ciało doskonale czarne, prawo przesunięć Wiena, prawo Stefana-Boltzmanna.
38. Stan równowagi termodynamicznej.
39. Druga zasada termodynamiki i pojęcie entropii.
40. Równanie stanu gazu doskonałego, przemiany gazowe, molowe ciepła właściwe gazów.
41. Przemiany fazowe pierwszego rodzaju (przykłady) i współistnienie faz; przemiany fazowe drugiego rodzaju.
42. Gazy rzeczywiste i ciecze: para nasycona, parowanie i wrzenie.
43. Granice rozdziału faz; napięcie powierzchniowe, włoskowatość.
44. Trzecia zasada termodynamiki i nieosiągalność zera bezwzględnego.

Część B – ścieżki fizyka standardowa i fizyka indywidualna

45. Doświadczenia świadczące o istnieniu atomów i cząsteczek; liczba Avogadro.
46. Gazy, ciecze i ciała stałe z punktu widzenia atomowej (cząsteczkowej) teorii budowy materii.
47. Rozkład Boltzmanna: związek temperatury z energią kinetyczną cząsteczek gazu, zależność gęstości gazu od wysokości w zewnętrznym polu grawitacyjnym.
48. Statystyki kwantowe; bozony i fermiony.
49. Zjawisko fotoelektryczne; energia i pęd fotonu.
50. Zjawisko Comptona.
51. Hipoteza de Broglie'a, dualizm korpuskularno-falowy.
52. Dyfrakcja fotonów i elektronów (doświadczenie Younga, dyfrakcja na kryształach).
53. Doświadczenie Francka-Hertza.
54. Pomiar w mechanice kwantowej (obserwable); zasada nieoznaczoności.
55. Równanie Schrödingera, funkcja falowa i jej interpretacja.
56. Rozwiązania równania Schrödingera dla cząstki w jednowymiarowej studni potencjału.
57. Rozwiązanie równania Schrödingera dla cząstki rozpraszającej się na jednowymiarowej barierze potencjału i zjawisko tunelowe.
58. Rozwiązania równania Schrödingera dla ruchu cząstki w potencjale harmonicznym.
59. Atom wodoru w mechanice kwantowej.

60. Stany energetyczne atomów; absorpcja i emisja promieniowania elektromagnetycznego.
61. Emisja spontaniczna i wymuszona, zasada działania lasera.
62. Atom w zewnętrznym polu elektrycznym i magnetycznym – zjawisko Starka, zjawisko Zeemana.
63. Atomy wieloelektronowe, zakaz Pauliego.
64. Nośniki prądu i modele mechanizmów przewodzenia prądu w metalach i półprzewodnikach.
65. Budowa jądra atomowego: model kroplowy, półempiryczny wzór na masę jądra, średnia energia wiązania nukleonu w jądrze; „ścieżka stabilności” jąder.
66. Rozpady jąder atomowych (promieniowanie alfa, beta i gamma): przykłady reakcji, zasady zachowania.
67. Rozszczepienie jąder ciężkich: reakcje łańcuchowe, reaktor jądrowy, masa krytyczna.
68. Rodzaje cząstek elementarnych: leptony i hadrony i kwarkowa teoria budowy hadronów.
69. Kosmiczna nukleosynteza: rola gwiazd i wczesnych etapów ewolucji Wszechświata
70. Hipoteza Wielkiego Wybuchu; rozszerzanie Wszechświata, promieniowanie reliktowe.
71. Ciemna materia, ciemna energia – zagadki współczesnej kosmologii

Część B – ścieżka fizyka medyczna

45. Podstawy języka Python: struktury danych i instrukcje sterujące.
46. Analiza obrazów: splot i filtrowanie.
47. Centralne Twierdzenie Graniczne.
48. Weryfikacja hipotez statystycznych na przykładzie wybranego testu: statystyki i poziom istotności.
49. Test parametryczny i nieparametryczny: przykłady i zastosowanie.
50. Jakie zjawiska fizyczne biorą udział w procesie tworzenia obrazu diagnostycznego w rentgenowskiej tomografii komputerowej?
51. Jakie zjawiska fizyczne biorą udział w procesie tworzenia obrazu diagnostycznego w pozytonowej tomografii emisyjnej (PET) oraz tomografii emisyjnej pojedynczego fotonu (SPECT)?
52. Podstawy zjawiska magnetycznego rezonansu jądrowego. Jak to zjawisko wykorzystywane jest w tworzeniu obrazu diagnostycznego?
53. Zjawisko rozpraszania Comptona oraz efekt fotoelektryczny i ich wpływ na tworzenie obrazu diagnostycznego.
54. Podstawy fizyczne obrazowania ultrasonograficznego.
55. Prawo rozpadu promieniotwórczego.
56. Budowa i działanie lampy rentgenowskiej. Widmo ciągłe i promieniowanie charakterystyczne w promieniowaniu rentgenowskim.
57. Wytwarzanie izotopów promieniotwórczych.
58. Skutki biologiczne promieniowania jonizującego. Dawka pochłonięta, dawka równoważna i dawka skuteczna.
59. Detektory promieniowania jonizującego, klasyfikacja i zastosowanie w dozymetrii.

60. Rozwój koncepcji atomistycznej budowy materii oraz jej podstawy doświadczalne, uwzględniające prace Daltona, Avogadra i Rutherforda.
61. Hipoteza de Broglie'a, dualizm korpuskularno-falowy.
62. Oddziaływanie ciężkich cząstek naładowanych z materią nieożywioną.
63. Pomiar w mechanice kwantowej (obserwable); zasada nieoznaczoności.
64. Równanie Schrödingera, funkcja falowa i jej interpretacja.
65. Stany energetyczne atomów; absorpcja i emisja promieniowania elektromagnetycznego.
66. Atomy wieloelektronowe, zakaz Pauliego.
67. Nośniki prądu i modele mechanizmów przewodzenia prądu w metalach i półprzewodnikach.
68. Budowa jądra atomowego: model kroplowy, najważniejsze człony półempirycznego wzoru na masę jądra, średnia energia wiązania nukleonu w jądrze; "ścieżka stabilności" jąder.
69. Rozpady jąder atomowych (promieniowanie alfa, beta i gamma): przykłady reakcji, zasady zachowania.

Część B – ścieżka neuroinformatyka

45. Estymacja widma mocy sygnałów.
46. Próbkowanie i aliasing.
47. Fizyczne podstawy powstawania potencjału równowagowego na błonie neuronowej.
48. System liniowy niezmienniczy w czasie – definicja i własności.
49. Model autoregresyjny – definicja i zastosowanie w analizie sygnałów.
50. Centralne Twierdzenie Graniczne.
51. Schemat weryfikacji hipotez statystycznych – omówienie na przykładzie wybranego testu. Poziom istotności testu.
52. Test parametryczny i nieparametryczny: przykłady i zastosowanie.
53. Jakie zjawiska fizyczne biorą udział w procesie tworzenia obrazu diagnostycznego w rentgenowskiej tomografii komputerowej?
54. Podstawy zjawiska magnetycznego rezonansu jądrowego. Jak to zjawisko wykorzystywane jest w tworzeniu obrazu diagnostycznego?
55. Budowa i działanie lampy rentgenowskiej.
56. Omów budowę aparatury do rejestracji sygnałów bioelektrycznych.
57. Omów źródła zakłóceń pomiaru sygnału bioelektrycznego oraz metody ich redukcji.
58. Gazy, ciecze i ciała stałe z punktu widzenia atomowej (cząsteczkowej) teorii budowy materii.
59. Rozkład Boltzmanna: związek temperatury z energią kinetyczną cząsteczek gazu, zależność gęstości gazu od wysokości w zewnętrznym polu grawitacyjnym.
60. Zjawisko fotoelektryczne; energia i pęd fotonu.
61. Zjawisko Comptona.
62. Hipoteza de Broglie'a, dualizm korpuskularno-falowy.
63. Dyfrakcja fotonów i elektronów (doświadczenie Younga, dyfrakcja na kryształach).
64. Pomiar w mechanice kwantowej (obserwable); zasada nieoznaczoności.
65. Równanie Schrödingera, funkcja falowa i jej interpretacja.

- 66. Stany energetyczne atomów; absorpcja i emisja promieniowania elektromagnetycznego.
- 67. Emisja spontaniczna i wymuszona, zasada działania lasera.
- 68. Atomy wieloelektronowe, zakaz Pauliego.
- 69. Nośniki prądu i modele mechanizmów przewodzenia prądu w metalach i półprzewodnikach.

**Formularz recenzji pracy magisterskiej dla kierunku fizyka, 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).