

Harmonogram postępowania rekrutacyjnego i zakres egzaminów (2025_P1)

Nabór wniosków:	1. Poczta tradycyjna – na adres: Krakowska Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska, Instytut Fizyki Jądrowej PAN, ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków w dniach od 05.05.2025 do 08.05.2025 r. 2. ePUAP – od 05.05.2025 do 08.05.2025 r., oryginały dokumentów przesłanych przez ePUAP należy przedstawić w sekretariacie KISD w celu potwierdzenia zgodności z oryginałem, najpóźniej do dnia egzaminu kwalifikacyjnego. Instrukcja składania wniosków przez ePUAP. 3. Osobiście – w siedzibie Instytutu Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego PAN przy ul. Radzikowskiego 152 w Krakowie w Sekretariacie Krakowskiej Interdyscyplinarnej Szkoły Doktorskiej (bud. 5, parter, pok. 5224) w dniach: od 05.05.2025 do 08.05.2025 r., w godzinach 9.00 – 14.00. 4. Za pośrednictwem pełnomocnika od 05.05.2025 do 08.05.2025 r. Kandydaci którzy nie mogą złożyć samodzielnie wniosków (a w szczególności kandydaci zagraniczni) muszą mieć przedstawiciela w PL pełniącego funkcję pełnomocnika do przekazywania i odbierania wszystkich dokumentów (wniosek wraz z załącznikami oraz decyzje administracyjne) w imieniu kandydata. Do dokumentów należy dołączyć podpisane pełnomocnictwo.
Weryfikacja wniosków pod względem formalnym:	do 21.05.2025 r.
Publikacja szczegółowego harmonogramu egzaminu kierunkowego:	do 22.05.2025 r.
Egzaminy kwalifikacyjne do KISD (ewentualne zmiany terminu będą umieszczane na stronie szkoły):	26-28.05.2025 r.
Publikacja list rankingowych:	do 29.05.2025 r.
Publikacja listy doktorantów:	do 30.05.2025 r.

Termin na złożenie oświadczenia o podjęciu kształcenia w szkole doktorskiej:	do 06.06.2025 r. godz.14.00
Ogłoszenie rekrutacji uzupełniającej:	do 09.06.2025 r.

Zakres egzaminów:

Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk
The Henryk Niewodniczański Institute of Nuclear Physics Polish Academy of Sciences

forma egzaminu kierunkowego: **egzamin ustny** / ~~prezentacja Kandydatki / Kandydata*~~

form of the examination: **oral exam** / ~~Candidate's presentation~~

2 pytania z fizyki ogólnej i 2 pytania z zakresu tematyki badawczej realizowanej w Oddziale, do którego aplikuje Kandydatka / Kandydat.

2 questions in general physics and 2 questions in the field of research carried out in the Department to which the Candidate is applying.

Pytania z fizyki ogólnej / Questions from general physics:

1. Wyjaśnij jaki układ odniesienia nazywamy inercjalnym, a jaki nieinercjalnym. Podaj przykłady takich układów. Wyjaśnij występowanie siły Coriolisa na powierzchni Ziemi i podaj skutki jej działania.
The notions and examples of inertial and non-inertial frames. Explain the Coriolis force, its occurrence, and effects on Earth's surface.
2. Podaj prawa rządzące sprężystymi i niesprężystymi zderzeniami w ramach mechaniki klasycznej. Wyjaśnij pojęcie parametru zderzenia oraz przekroju czynnego na zderzenie.
The laws governing elastic and inelastic collisions in the framework of classical mechanics; explain the notions of impact parameter and cross section.
3. Przedyskutuj równania ruchu mechaniki klasycznej w ujęciu Lagrange'a i Hamiltona.
Discuss equations of motion of classical mechanics in the approaches of Lagrange and Hamilton.
4. Omów równanie ruchu harmonicznego; przedyskutuj pojęcia amplitudy, okresu i częstotliwości drgań. Scharakteryzuj drgania wymuszone oscylatora harmonicznego.
Describe the equation of harmonic motion; discuss the notions of amplitude, period and frequency of vibrations. Explain the phenomenon of forced vibrations of a harmonic oscillator.
5. Omów pojęcia momentu pędu i momentu siły. Przedstaw zasadę zachowania krętu oraz przykłady jej obowiązywania w przyrodzie.
Describe the notions of angular momentum and torque; explain the angular momentum conservation and provide examples of its applications in nature.

6. Omów właściwości płynu idealnego, równanie jego ciągłości oraz prawo Bernoulliego. Porównaj właściwości płynu idealnego i nieidealnego.
Discuss the properties of an ideal fluid, continuity equation, and Bernoulli law. Compare properties of ideal and nonideal fluids.
7. Omów pierwszą zasadę termodynamiki oraz pojęcia ciepła, energii wewnętrznej i ciepła właściwego.
Describe the first law of thermodynamics and the concept of heat capacity, the notions of internal energy and specific heat capacity.
8. Omów drugą zasadę termodynamiki oraz przedyskutuj pojęcia entropii i nieodwracalności procesu.
Describe the second law of thermodynamics and discuss the notions of entropy and irreversibility of the process.
9. Porównaj własności gazu doskonałego i rzeczywistego. Omów równania opisujące stan tych gazów. Wyjaśnij pojęcie temperatury krytycznej.
Compare properties of ideal and real gas. Discuss equations describing states of ideal and real gas. Explain the notion of critical temperature.
10. Scharakteryzuj właściwości stanów skupienia materii. Omów pojęcie przejścia fazowego oraz jego rodzaje. Podaj i krótko scharakteryzuj przykłady znanych ci przejść fazowych.
Characterize properties of states of matter. Describe the notion of a phase transition and its kinds. Give and briefly describe examples of phase transitions.
11. Przedstaw zasadę działania silnika cieplnego. Wyjaśnij pojęcie sprawności silnika cieplnego. Podaj przykłady różnych cykli termodynamicznych, w oparciu o które pracują silniki cieplne.
Describe the notion of heat engine and its efficiency; give some examples of different thermodynamic cycles.
12. Omów prawa odbicia i załamania światła oraz pojęcie całkowitego wewnętrznego odbicia.
Discuss the laws of light's reflection and refraction, and the notion of a total internal refraction.
13. Omów zjawisko interferencji fal oraz zasadę superpozycji.
Describe the phenomenon of wave interference and the superposition principle.
14. Omów zjawisko dyfrakcji fal oraz pojęcie zdolności rozdzielczej.
Describe the phenomenon of wave diffraction and the notion of resolution.
15. Omów efekt Dopplera oraz przedstaw jego przejawy w akustyce, optyce i astrofizyce.
Describe Doppler effect and discuss its occurrence in acoustics, optics and astrophysics.
16. Omów zjawisko polaryzacji światła, sposoby jej uzyskiwania i pomiaru. Podaj przykłady wykorzystania polaryzacji światła w badaniach przyrody.
Describe the phenomenon of light polarization in particular how to obtain and measure the polarization. Give some examples how to exploit light polarization in natural science research.
17. Dokonaj charakterystyki pola elektrostatycznego oraz magnetycznego oraz podaj prawa obowiązujące dla tych pól. Wyjaśnij zasadę superpozycji natężeń pól.
Describe electrostatic and magnetic fields together with the respective physics laws; describe the superposition rule.

18. Podaj definicje oporu elektrycznego oraz prawo Ohma. Wyjaśnij od jakich wielkości fizycznych zależy opór przewodnika liniowego. Wyjaśnij pojęcia przewodności i oporu właściwego.
Give the definition of electrical resistance and Ohm's law. Describe the notions of conductivity and resistivity.
19. Omów zjawisko indukcji elektromagnetycznej i podaj przykłady jego zastosowania. Wyjaśnij pojęcia współczynnika samoindukcji i indukcji wzajemnej.
Describe the phenomenon of electromagnetic induction and give some examples of its applications. Explain the notion of self-inductance and mutual inductance.
20. Podaj prawo Biota-Savarta oraz opis pola magnetycznego pochodzącego od prądu płynącego w przewodniku liniowym i kołowym.
Describe the Biot-Savart's law and give the description of magnetic field due to the current in a linear and circular conductor.
21. Omów zjawisko rezonansu w obwodach drgających, zasadę powstawania fal elektromagnetycznych oraz wyjaśnij pojęcie prądu przesunięcia.
Describe the phenomenon of a resonance in a LC circuit, the principles of generation of electromagnetic waves, and explain the concept of displacement current.
22. Omów równania Maxwella oraz główne cechy fal elektromagnetycznych.
Maxwell's equations, electromagnetic waves.
23. Omów hipotezę atomową budowy materii. Na jej podstawie przedstaw jakościowe wytłumaczenie własności ciał stałych, cieczy i gazów.
Describe the hypothesis that matter is composed of atoms; based on it give a qualitative explanation of properties of solids, liquids and gases.
24. Przedstaw modele atomu według Thomsona, Rutherforda i Bohra.
Present the models of the atom according to Thomson, Rutherford, and Bohr.
25. Dokonaj charakterystyki metali, półprzewodników i izolatorów.
Characterize metals, semiconductors and insulators.
26. Przedstaw główne postulaty szczególnej teorii względności. Omów eksperyment Michelsona-Morleya oraz wynikające z niego wnioski fizyczne.
Describe main assumptions of the special theory of relativity and Michelson-Morley experiment.
27. Omów transformacje Galileusza i Lorentza. Podaj relatywistyczne prawo dodawania prędkości. Wyjaśnij pojęcie równoważności masy i energii.
Describe Galileo and Lorentz transformations; give the relativistic rules of summing up the velocities; explain the notion of equivalence between matter and energy.
28. Przedyskutuj relatywistyczne skrócenie długości oraz dylatacje czasu; na czym polega paradoks bliźniąt?
Discuss the relativistic length contraction, time dilation and twins paradox.
29. Przedyskutuj główne postulaty ogólnej teorii względności oraz najważniejsze testy doświadczalne tej teorii.
Discuss main assumptions of the general theory of relativity and its main experimental tests.

30. Omów równanie Schrödingera oraz przedyskutuj implikacje jego rozwiązania dla poziomów energetycznych atomu wodoru.
Describe Schrödinger equation and discuss its solutions for the energy levels in the hydrogen atom.
31. Przedstaw zasadę nieoznaczoności Heisenberga oraz pojęcie drgań zerowych układu kwantowo-mechanicznego.
Explain the Heisenberg uncertainty relations and the notion of zero-point oscillations in a quantum system.
32. Przedstaw podstawowe idee mechaniki kwantowej na przykładzie rozpraszania cząstek na dwóch szczelinach.
Discuss main ideas of quantum mechanics using the example of the double-slit experiment.
33. Omów zjawiska fotoelektryczne i Comptona oraz dokonaj charakterystyki promieniowania ciała doskonale czarnego.
Describe the photoelectric effect and characterize the spectrum of a perfect black body.
34. Scharakteryzuj zjawiska nadprzewodnictwa i nadciekłości. Podaj przykłady zachowań układów nadprzewodzących i nadciekłych.
Characterize phenomena of superconductivity and superfluidity. Give some examples of their properties.
35. Przedstaw główne założenia standardowej teorii Wielkiego Wybuchu wszechświata oraz najważniejsze argumenty obserwacyjne za jej słusnością.
Give basic assumptions of a standard Big Bang cosmology and main experimental arguments for its correctness.

W przygotowaniu do egzaminu użyteczne mogą się okazać, między innymi, następujące pozycje z literatury / Note: among others, the following literature items may be useful in preparing for the exam:

R. P. Feynman, R. B. Leighton, M. Sands *Feynmana wykłady z fizyki* (PWN) [*The Feynman Lectures on Physics*].

Pytania dla Kandydatek / Kandydatów do Oddziału Badań Interdyscyplinarnych (NO5) / Questions for Candidates for the Division of Interdisciplinary Research (NO5):

- Wyjaśnij pojęcie Transformaty Fouriera i omów jej zastosowanie w spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR), obrazowaniu magnetyczno-rezonansowym (MRI), spektroskopii w podczerwieni (FTIR) lub innej metodzie pomiarowej.
Explain the term Fourier Transform and describe its application in nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy, magnetic resonance imaging (MRI), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), or other research methods.
- Wyjaśnij pojęcie transformaty Laplace'a i omów jej zastosowanie w analizie wyników pomiarów relaksacyjnych lub dyfuzyjnych.

Explain the term Laplace Transform and describe its application for analysis of the relaxation or diffusion data.

3. Przedstaw sposób wytwarzania, charakterystykę i właściwości promieniowania rentgenowskiego oraz charakterystycznego promieniowania X. Podaj obowiązujące reguły wyboru dla przejść dipolowych i kwadrupolowych.

Present the production method and properties of X-rays and characteristic X-rays. Give the applicable selection rules for dipole and quadrupole transitions.

4. Dokonaj charakterystyki promieniowania jonizującego, przedstaw dwa przykłady wytwarzania tego promieniowania, wyjaśnij pojęcie średniego czasu życia dla izotopów promieniotwórczych oraz podaj jego związek z czasem połowicznego rozpadu promieniotwórczego.

Describe properties of ionizing radiation. Give two examples how to produce such radiation. Explain what is the mean lifetime of a radioactive isotope and how it is related to its half-life.

5. Omów skutki narażenia człowieka na promieniowanie jonizujące. Dokonaj charakterystyki wielkości fizycznych związanych z ochroną radiologiczną i podaj przykłady wykorzystania promieniowania jonizującego w diagnostyce i terapii.

Discuss medical effects and risks of exposure to ionizing radiation. Characterize physical quantities relevant for radiation protection. Give some examples of ionizing radiation application for both diagnostic and therapeutic purposes.

6. Omów ruch cząstki naładowanej w polu elektrycznym i magnetycznym. Wyjaśnij pojęcie częstości cyklotronowej. Omów zasadę działania cyklotronu, generatora typu Van de Graaffa oraz separatora masowego.

Describe the motion of a charged particle in the presence of electric and magnetic field. Explain cyclotron frequency term. Explain the operation principle of the following devices: 1) cyclotron 2) Van de Graaff generator 3) mass separator.

7. Podaj przykłady trzech dowolnych typów detektorów promieniowania jonizującego i omów zasadę ich działania.

Give three examples of ionizing radiation detectors and explain how they work.

8. Wyjaśnij zjawisko jądrowego rezonansu magnetycznego i omów zastosowanie tego zjawiska w medycynie.

Explain nuclear magnetic resonance phenomenon and describe its application in medicine.

9. Dokonaj charakterystyki promieniowania synchrotronowego, omów mechanizm jego wytwarzania, zalety i wady z punktu widzenia eksperymentu w zastosowaniach biomedycznych. Wyjaśnij różnicę pomiędzy undulatorem a wigglerem.

Describe properties of synchrotron radiation and mechanisms of its creation. Discuss the advantages and disadvantages of this method in biomedical experiments. Explain the difference between undulator and wiggler.

10. Omów mechanizm oddziaływania neutronów z materią, wyjaśnij pojęcia neutronów termicznych, dyfrakcji i polaryzacji neutronów.

Describe the interaction mechanism of neutrons with matter. Explain the following terms: 1) thermal neutrons 2) neutron diffraction and 3) neutron polarization.

11. Przedstaw istotę zjawiska Mőssbauera i wyjaŹnij jego znaczenie dla badaŹ strukturalnych.
Explain Mőssbauer effect and its importance for structural research.
12. Omőw zjawiska towarzyszące oddziaływaniom promieniowania elektromagnetycznego z materią.
Podaj zależności przekroju czynnego na te zjawiska od energii promieniowania.
Describe physical phenomena related to electromagnetic radiation interaction with matter. Describe the cross section – energy dependence for these phenomena.
13. Zaproponuj materiały jakie można wykorzystać do budowy osłon radiologicznych przed promieniowaniem różnego typu. Uzasadnij swoje propozycje.
Propose some materials for radiological shielding for different types of ionizing radiation. Explain your choice of materials.
14. Omőw podstawy fizyczne i zasadę działania spektrometru w podczerwieni oraz podaj przykłady zastosowań metody spektroskopii w podczerwieni.
Explain physical basics, principle of operation of infrared spectrometer and present examples of application of infrared spectroscopy.
15. Omőw podstawy fizyczne i zasadę działania spektrometru ramanowskiego oraz podaj przykłady zastosowań metody spektroskopii ramanowskiej.
Explain physical basics, principle of operation of Raman spectrometer and present examples of application of Raman spectroscopy.
16. Omőw podstawy fizyczne i zasadę działania mikroskopu sił atomowych oraz podaj przykłady jego zastosowań
Explain physical basics, principle of operation of atomic force microscope and present examples of its application.
17. Omőw podstawy fizyczne, zasadę działania tomografu i podaj przykłady wykorzystania tomografii komputerowej.
Explain physical basics, principle of tomograph operation and present examples of applications of computed tomography.
18. Wskaż co najmniej trzy metody obrazowania organizmów żywych, omőw ich podstawy fizyczne i porównaj je ze sobą wskazując zalety i ograniczenia.
Describe at least three different methods used for in vivo imaging and compare them indicating advantages and limitations.
19. Wymień podstawowe elementy tomografu rezonansu magnetycznego (MRI) i omőw ich rolę w procesie uzyskania obrazu.
List the basic components of a magnetic resonance imaging (MRI) scanner and discuss their role in the imaging process.
20. WyjaŹnij zasadę działania lasera na swobodnych elektronach (FEL) i podaj przykład przynajmniej jednego jego zastosowania, niemożliwego (lub bardzo trudnego) w innych metodach badawczych.
Explain the principle of operation of the free electron laser (FEL) and give at least one example of its application, not feasible (or very difficult) in other research techniques.

21. Omów podstawy fizyczne metody spektroskopii absorpcyjnej (XAS) i emisyjnej (XES) promieniowania X. Wyjaśnij, jakie podstawowe własności atomów (i ew. ich otoczenia) można badać używając tych technik?
Describe physical basics of X-rays absorption (XAS) and emission (XES) spectroscopies. Explain, what basic properties of atoms (or possibly their surroundings) may be studied using these techniques?
22. Opisz podstawowe mechanizmy i różnice w oddziaływaniu z materią dla wiązki jonów, elektronów i promieni X penetrujących materię.
Describe the basic mechanisms and differences in the interaction with matter for a beam of ions, electrons and X rays penetrating matter.
23. Omów odkształcalność materiałów, podaj podstawowe elementy teorii odkształcalności.
Discuss the deformability of materials, and provide the basic elements of the theory of deformability.
24. Omów oddziaływania międzycząsteczkowe (elektrostatyczne jon-jon, van der Waals'a, wodorowe, siły steryczne),
Discuss intermolecular interactions (electrostatic ion-ion, van der Waals, hydrogen, steric forces).
25. Wyjaśnij zasadę działania i podstawy fizyczne mikrospektroskopii nano-FTIR oraz podaj przykłady zastosowań metody AFM-IR.
Explain the principle of operation and the physical basis of nano-FTIR microspectroscopy and give examples of AFM-IR applications.

W przygotowaniu do egzaminu użyteczne mogą się okazać, między innymi, następujące pozycje z literatury / Note: among others, the following literature items may be useful in preparing for the exam:

Po polsku:

Fizyczne metody badań w biologii, medycynie i ochronie środowiska, pod. red. A. Z.

Hryniewiczza i E. Rokity (PWN).

P. W. Atkins *Chemia Fizyczna* (PWN).

Z. Kęcki *Podstawy spektroskopii molekularnej* (PWN).

L. Stryer *Biochemia* (PWN).

Biospektroskopia, tomy 1-5, pod red. J. Twardowskiego (PWN).

Spektroskopia oscylacyjna. Od teorii do praktyki, K. Małek (red.) (PWN).

Promieniowanie synchrotronowe w fizyce i chemii ciała stałego – wybrane zagadnienia (Wyd. Naukowe UAM).

J. Hennel *Wstęp do teorii magnetycznego rezonansu jądrowego*.

J. Tritt-Goc *Wprowadzenie do tomografii magnetyczno-rezonansowej*.

In English:

K. E. van Holde, W. C. Johnson, P. Shing Ho *Principles of physical biochemistry* (Upper Saddle River, NJ, Pearson Education International).

Ch. R Cantor, P. R. Schimmel *Biophysical Chemistry*, Part I: *The Conformation of Biological Macromolecules*; Part II: *Techniques for the Study of Biological Structure and Function*; Part III: *The Behavior of Biological Macromolecules* (New York : W. H. Freeman and Company).

D. T. Haynie *Biological Thermodynamics* (Cambridge University Press).

Handbook of Vibrational Spectroscopy, editors: J. M. Chalmers, P. R. Griffiths (John Wiley & Sons, Ltd).

Infrared and Raman Spectroscopic Imaging, editors: R. Salzer, H.W. Siesler (Wiley).

Synchrotron radiation in solid state physics and chemistry – selected issues, (Wydawnictwo Naukowe UAM).

P. A. Rinck *Magnetic Resonance in Medicine. A critical introduction*. (available at: <http://www.magnetic-resonance.org/contents.html>).

A.D. Elster *Questions & Answers in MRI* (available at: <http://mri-q.com/index.html>).

R. H Hashemi, W. G Bradley, C.J. Lisanti *MRI The Basics*.