

## Harmonogram postępowania rekrutacyjnego i zakres egzaminów (2025\_P3)

<p><b>Nabór wniosków:</b></p>	<p><b>1. Poczta tradycyjna</b> – na adres: Krakowska Interdyscyplinarna Szkoła Doktorska, Instytut Fizyki Jądrowej PAN, ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków w dniach <b>od 23.06.2025 do 27.06.2025 r.</b></p> <p><b>2. ePUAP</b> – <b>od 23.06.2025 do 27.06.2025 r.</b>, 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.</p> <p><b>3. Osobiście</b> – 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: <b>23.06.2025 do 27.06.2025 r.</b> , w <b>godzinach 9.00 – 14.00.</b></p> <p><b>4. Za pośrednictwem pełnomocnika od 23.06.2025 do 27.06.2025 r.</b> 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 <b>pełnomocnictwo.</b></p>
<p><b>Weryfikacja wniosków pod względem formalnym:</b></p>	<p style="text-align: right;"><b>do 09.07.2025 r.</b></p>
<p><b>Publikacja szczegółowego harmonogramu egzaminu kierunkowego:</b></p>	<p style="text-align: right;"><b>do 11.07.2025 r.</b></p>
<p><b>Egzaminy kwalifikacyjne do KISD</b> (ewentualne zmiany terminu będą umieszczane na stronie szkoły):</p>	<p style="text-align: right;"><b>14-17.07.2025 r.</b></p>
<p><b>Publikacja list rankingowych:</b></p>	<p style="text-align: right;"><b>do 21.07.2025 r.</b></p>
<p><b>Publikacja listy doktorantów:</b></p>	<p style="text-align: right;"><b>do 23.07.2025 r.</b></p>

Termin na złożenie oświadczenia o podjęciu kształcenia w szkole doktorskiej:	do 30.07.2025 r. godz.14.00
Ogłoszenie rekrutacji uzupełniającej:	do 08.08.2025 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 low. 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 słusznością.

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 z podstawowych zagadnień cząstek elementarnych – dla Kandydatek / Kandydatów do Oddziału Fizyki i Astrofizyki Cząstek (NO1) / Questions on the basic issues of particle physics – for Candidates for the Division of Particle and Astroparticle Physics (NO1)**

1. Porównanie zderzeń w kolajderze (ang. *collider*) ze zderzeniami na stałej tarczy. Zderzacze liniowe i kołowe. Porównanie zderzaczy ee i pp.

Compare beam collisions on fixed target with those at colliders. Linear and circular accelerators. Compare ee vs pp colliders.

2. Omów budowę i działanie współczesnego zderzacza. Światłość zderzacza.  
Describe construction and operation of modern collider. The notion of luminosity.
3. Oddziaływanie fotonów z materią. Kalorymetry elektromagnetyczne.  
Interactions of photons with matter. Electromagnetic calorimeters.
4. Przekrój czynny; przestrzeń fazowa; szerokość rozpadu.  
The notions of cross-section, phase space and decay width.
5. Oddziaływanie cząstek naładowanych z materią.  
Interactions of charged particles with matter.
6. Detektory gazowe i krzemowe.  
Gaseous and silicon detectors.
7. Sposoby identyfikacji cząstek.  
Methods of particle identification.
8. Detekcja hadronów i dżetów. Kalorymetry hadronowe.  
Detection of hadrons and jets. Hadronic calorimeters.
9. Model Standardowy: skład i podstawowe własności elementarnych fermionów i bozonów.  
The Standard Model: particle composition and basic properties of elementary fermions and bosons.
10. Liczby kwantowe C, P i T.  
Quantum numbers: C, P and T.
11. Porównanie cech elektrodynamiki i chromodynamiki kwantowej. Compare key features of quantum electrodynamics and quantum chromodynamics.
12. Podstawy teorii elektroslabej. Główne testy doświadczalne tej teorii.  
Basic features of electroweak theory. Main experimental tests of electroweak theory.
13. Mechanizm Higgsa. Odkrycie bozonu Higgsa.  
The Higgs mechanism. Discovery of the Higgs boson.
14. Liczba lekkich neutrin; ewidencja eksperymentalna.  
Number of light neutrinos; experimental evidence.
15. Kolor: dowody doświadczalne.  
Colour quantum number: experimental evidence.
16. Budowa partonowa nukleonu. Znaczenie funkcji rozkładu partonów (*Parton Distribution Function*) nukleonu.  
Parton structure of the nucleon. Meaning of the Parton Distribution Function of the nucleon.
17. Macierz CKM; masy i mieszanie kwarków.  
CKM matrix, quark masses and mixing.
18. Podstawowe własności plazmy kwarkowo-gluonowej.



Basic features of quark-gluon-plasma.

19. Oscylacje neutrin; badania neutrin atmosferycznych i słonecznych. Neutrino oscillations; studies of atmospheric and solar neutrinos.
20. Fale grawitacyjne – omów pojęcie i opisz mechanizm ich odkrycia.  
Gravitational waves – discuss the concept and describe the mechanism of their discovery.
21. Problemy Modelu Standardowego. Przykład teorii poza Modelem Standardowym  
Shortcomings of the Standard Model. Example of theory beyond the Standard Model.
22. Podstawowe cechy promieniowania kosmicznego. Podstawowe własności wielkich pęków atmosferycznych.  
Basic features of cosmic rays. Basic properties of extensive air showers]
23. Bezpośrednie i pośrednie techniki detekcji astrofizycznych cząstek naładowanych, promieniowania gamma i neutrin.  
Direct and indirect detection techniques of astrophysical charged particles, gamma rays, and neutrinos.
24. Astrofizyczne źródła cząstek i promieni gamma o wysokich energiach. Podstawowe procesy prowadzące do emisji wysokoenergetycznych cząstek.  
Astrophysical sources of high-energy gamma rays and particles. Basic processes leading to high energy particle emission.
25. Neutrina astrofizyczne bardzo wysokich energii – dlaczego powinny istnieć i jak zostały odkryte, jak można je obserwować?  
Very high energy astrophysical neutrinos – why they should exist and how they were discovered?  
How can we observe them?

**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:**

- M. Thompson *Modern Particle Physics (Współczesna Fizyka Cząstek)*.
- D. H. Perkins *Introduction to High Energy Physics (Wstęp do fizyki wysokich energii)*.
- T. Gaisser, R. Engel, E. Resconi *Cosmic Rays and Particle Physics*.
- A. F. Żarnecki *Astrofizyka cząstek* (wykład monograficzny, in Polish):  
(dostępny na stronie: <https://www.fuw.edu.pl/~zarnecki/APP/>)