

Załącznik nr 2 do ogłoszenia o Rekrutacji uzupełniającej,  
o której mowa w §5 ust. 1 lit. b

Kraków, dnia 26.11.2020 r.

## Harmonogram postępowania rekrutacyjnego i zakres egzaminu

### Harmonogram postępowania rekrutacyjnego:

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Nabór wniosków:</b></p>   | <p><b>1. Poczta tradycyjna</b> - na adres:<br/>Krakowska Interdyscyplinarna Szkoła<br/>Doktorska, Instytut Fizyki Jądrowej PAN,<br/>ul. Radzikowskiego 152, 31-342 Kraków<br/>w dniach <b>od 11.01.2021 r. do dnia<br/>15.01.2021 r. do godziny 15.00.</b></p> <p><b>2. ePUAP</b> – w dniach <b>od 11.01.2021 r.<br/>do dnia 15.01.2021 r.</b> do godziny 15.00,<br/>oryginały dokumentów przesłanych przez<br/>ePUAP należy przedstawić w sekretariacie<br/>KISD w celu potwierdzenia zgodności z<br/>oryginałem, najpóźniej do dnia egzaminu<br/>kwalifikacyjnego.</p> <p><b>3. Osobiście</b>- w siedzibie Instytutu<br/>Fizyki Jądrowej im. Henryka<br/>Niewodniczańskiego PAN przy ul.<br/>Radzikowskiego 152 w Krakowie<br/>w Sekretariacie Krakowskiej<br/>Interdyscyplinarnej Szkoły Doktorskiej (bud. 5,<br/>parter, pok. 5224) w dniach:<br/><b>od 11.01.2021 r. do dnia 15.01.2021<br/>w godzinach 9.00 – 13.00</b></p> |
| <p><b>Weryfikacja wniosków pod względem formalnym:</b></p>  | <p><b>29.01.2021 r.</b></p>   |
| <p><b>Publikacja szczegółowego harmonogramu egzaminu kierunkowego:</b></p>                          | <p><b>do dnia 01.02.2021 r. godz. 16:00</b></p>   |
| <p><b>Publikacja list rankingowych:</b></p>   | <p><b>do dnia do 5.02.2021 r. godz.16:00</b></p>  |
| <p><b>Termin na złożenie oświadczenia o niepodjęciu kształcenia w innej szkole doktorskiej:</b></p> | <p><b>do 12.01.2021 r.<br/>godz. 15:00</b></p>  |
| <p><b>Publikacja listy doktorantów:</b></p>   | <p><b>do dnia 15.02.2021 r. do godz. 16.00</b></p>  |

Ogłoszenie rekrutacji uzupełniającej:

do dnia 26.03.2021

### Zakres egzaminu:

#### Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego PAN:

forma egzaminu kierunkowego: **egzamin ustny**/prezentacja Kandydata\*

- **2 pytania** z fizyki ogólnej + **2 pytania** z zakresu tematyki badawczej realizowanej w Oddziale, do którego aplikuje kandydat.

zakres pytań/temat prezentacji:

#### **Pytania z fizyki ogólnej:**

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 and its 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 conservation laws in 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; discuss the Liouville theorem.
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.

6. Podaj przykłady zachowanych wielkości fizycznych oraz odpowiadających im symetrii.  
Discuss the connection between symmetries and conserved quantities; give examples of conserved quantities and the respective symmetries.
7. Omów własności płynu idealnego, równanie jego ciągłości oraz podaj treść prawa, Bernoulliego.  
Ideal and nonideal fluids, continuity equation, Bernoulli law.
8. Omów pierwszą zasadę termodynamiki oraz pojęcia ciepła, energii wewnętrznej i ciepła właściwego.  
Describe the first law of thermodynamics and the notion of specific heat capacity.
9. 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.
10. Przedyskutuj probabilistyczną definicję stanu równowagi oraz zjawisko fluktuacji. Discuss probabilistic definition of the state of equilibrium and the phenomenon of fluctuations.
11. Porównaj własności gazu doskonałego i rzeczywistego oraz przedstaw i omów równania opisujące stan tych gazów. Wyjaśnij pojęcie temperatury krytycznej.  
Compare properties of ideal and real gas and discuss their equations of state. Explain the notion of critical temperature.
12. Omów pojęcie przejścia fazowego oraz jego rodzaje. Zdefiniuj pojęcie parametru uporządkowania. Podaj i krótko scharakteryzuj przykłady znanych ci przejść fazowych.  
Describe the notion of a phase transition and its kinds; define the order parameter; give examples of phase transitions.
13. Podaj definicję temperatury oraz znane Ci skale termometryczne. Przedyskutuj rozkład prędkości cząsteczek w gazie.  
Describe the notion of temperature and define known to you temperature scales; discuss the velocity distribution of gas particles.
14. 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.
15. 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.

16. Omów zjawisko interferencji fal oraz zasadę superpozycji.  
Describe the phenomenon of wave interference and the superposition principle.
17. Omów zjawisko dyfrakcji fal oraz pojęcie zdolności rozdzielczej.  
Describe the phenomenon of wave diffraction and the notion of resolution.
18. Omów efekt Dopplera oraz przedstaw jego przejawy w akustyce, optyce i astrofizyce.  
Describe Doppler effect and discuss its occurrence in acoustics, optics and astrophysics.
19. Przedstaw zasadę działania lasera. Omów podstawowe typy laserów oraz podaj przykłady ich zastosowania w badaniach fizycznych.  
Explain principles of laser action; describe basic types of lasers and give examples of their applications in physics.
20. 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 research.
21. 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.
22. Podaj definicje oporu elektrycznego oraz prawo Ohma. Wyjaśnij od jakich wielkości fizycznych zależy opór przewodnika liniowego. Wyjaśnij pojęcia przewodności i oporu właściwego oraz gęstości prądu.  
Give the definition of electrical resistance and Ohm's law; describe the notions of conductivity, resistivity and current density.
23. 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.
24. Podaj prawo Biota-Savarta oraz opis pola magnetycznego pochodzącego od prądu w przewodniku liniowym i kołowym oraz od solenoidu.  
Describe the Biot-Savart's law and give the description of magnetic field due to the current in a linear and circular conductor and due to a solenoid.
25. Scharakteryzuj paramagnetyki, diamagnetyki i ferromagnetyki.  
Characterize para- dia- and ferromagnetics.

26. 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.
27. Omów równania Maxwella oraz główne cechy fal elektromagnetycznych.  
Maxwell's equations, electromagnetic waves.
28. Omów hipotezę atomowa 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.
29. Dokonaj charakterystyki metali, półprzewodników i izolatorów.  
Characterize metals, semiconductors and insulators.
30. Przedyskutuj zjawisko ruchów Browna oraz jego związek z hipotezą atomowa. Discuss the phenomenon of Brown's motion and its connection with the hypothesis of atoms.
31. Przedstaw główne postulaty szczególnej teorii względności. Omów eksperyment Michelsona-Morleya oraz wynikające z niego wnioski fizyczne.  
Describe main assumptions of the specific theory of relativity and Michelson-Morley experiment.
32. 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.
33. Przedyskutuj relatywistyczne skrócenie długości oraz dylatację czasu; na czym polega paradoks bliźniąt?  
Discuss the relativistic length contraction, time dilation and twins paradox.
34. 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
35. Omów równanie Schrodingera oraz przedyskutuj implikacje jego rozwiązania dla poziomów energetycznych atomu wodoru.  
Describe Schrodinger equation and discuss its solutions for the hydrogen atom.
36. Przedstaw zasadę nieoznaczoności Heisenberga oraz pojęcie drgań zerowych układu kwantowo-mechanicznego. Explain the Heisenberg uncertainty relations and the notion of zero-degree oscillations in a quantum system.

37. Przedstaw podstawowe idee mechaniki kwantowej na przykładzie rozpraszania cząstek na dwóch szczelinach.  
Discuss main ideas of quantum mechanics at the example of a double slit experiment.
38. Omów zjawiska fotoelektryczne i Comptona oraz dokonaj charakterystyki promieniowania ciała doskonale czarnego.  
Describe the photoeffect and characterize the spectrum of a perfect black body.
39. Scharakteryzuj zjawiska nadprzewodnictwa i nadciekłości. Podaj przykłady zachowań układów nadprzewodzących i nadciekłych oraz podstawy kwantowej interpretacji tych efektów.  
Characterize phenomena of superconductivity and superfluidity; give some examples of its properties and basics of its quantum interpretation.
40. 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 in favour of it.

**Pytania z podstawowych zagadnień fizyki ciała stałego i fizyki jądrowej - dla kandydatów do Oddziałów Zastosowań Fizyki i Badań Interdyscyplinarnych:**

1. Wykaż, że zarówno podczas syntezy jak i rozpadu jąder promieniotwórczych wydzielana jest energia. Wyjaśnij pojęcie ciepła reakcji, niedoboru masy.  
Show that in both cases of fusion and fission reactions vast amount of energy is released. Define the reaction energy "Q-value" and explain the mass defect (or mass deficit) term.
2. 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.
3. 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.

4. 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.
5. Omów ruch cząstki naładowanej w polu elektrycznym i magnetycznym. Wyjaśnij pojęcie częstości cyklotronowej. Omów zasadę działania cyklotronu, generatora typu Van de Graaff'a 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
6. Omów zjawisko termicznej i sprężystej rozszerzalności liniowej i objętościowej ciał. Wyjaśnij pojęcia współczynnika i modułu sprężystości, oraz wytrzymałości i naprężenia wewnętrznego.  
  
Explain the process of thermal and elastic expansion of materials (linear and volume). Explain concepts of elasticity coefficient and elastic modulus as well as and tensile strength and internal tensile stress of materials.
7. Wyjaśnij pojęcie plazmy oraz podaj przykłady badań prowadzonych współcześnie nad tym stanem materii.  
  
Explain what is plasma and give some examples of modern studies involving this state of matter.
8. Omów metodę datowania węglem  $^{14}\text{C}$ , wyjaśnij pojęcie abundancji.  
  
Describe  $^{14}\text{C}$  dating method. Explain the abundance term.
9. 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.
10. Wyjaśnij zjawisko jądrowego rezonansu magnetycznego i omów zastosowanie tego zjawiska w medycynie.  
  
Explain nuclear magnetic resonance phenomenon and describe its application in medicine
11. 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.



12. 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.
13. Przedstaw istotę zjawiska Mőssbauera i wyjaśnij jego znaczenie dla badań strukturalnych.  
Explain Mőssbauer effect and its importance for structural research
14. Omów zasadę działania reaktora jądrowego. Wyjaśnij pojęcia reakcji łańcuchowej, moderatora neutronów, uranu wzbogaconego. Podaj dwa przykłady typów reaktorów i wyjaśnij różnice w ich budowie.  
Describe the working principle of a nuclear reactor. Explain the following terms: 1) chain reaction 2) neutron moderator 3) enriched uranium. Name two types of nuclear reactor and explain the differences between them.
15. Omów 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.
16. 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.
17. Zaproponuj metodę pomiaru strumienia neutronów prędkich mając do dyspozycji detektor strumienia neutronów termicznych.  
Propose a method of fast neutron flux measurements by using a detector of thermal neutrons.
18. Omów podstawy fizyczne i zasadę działania w metodzie spektroskopii w podczerwieni oraz podaj przykłady zastosowań  
Explain physical basics, principle of operation and present examples of application of infrared spectroscopy
19. Omów podstawy fizyczne i zasadę działania w metodzie spektroskopii ramanowskiej oraz podaj przykłady zastosowań  
Explain physical basics, principle of operation and present examples of application of Raman spectroscopy
20. Omów podstawy fizyczne i zasadę działania mikroskopu sił atomowych oraz podaj przykłady zastosowań  
Explain physical basics, principle of operation and present examples of application of atomic force microscope



- 21 Omów podstawy fizyczne, zasadę działania i podaj przykłady wykorzystania tomografii komputerowej  
Explain physical basics, principle of operation and present examples of applications of computed tomography
- 22 Wskaż co najmniej trzy metody obrazowania organizmów żywych, omów 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
- 23 Wymień podstawowe elementy tomografu rezonansu magnetycznego (MRI) i omów ich rolę w procesie uzyskania obrazu  
Explain role of the main components of the MRI scanner in process of image formation
- 24 Wyjaśnij wykorzystanie tensora dyfuzji wody do traktografii wiązek nerwowych w mózgu  
Explain how to use water diffusion tensor for brain tractography
- 25 Omów praktyczne próby realizacji kontrolowanej reakcji syntezy termojądrowej. Omów różnice pomiędzy magnetycznym i inercyjnym utrzymaniem plazmy. Przedstaw zasadę działania wybranego urządzenia fuzyjnego.  
Discuss practical attempts to achieve the controlled thermonuclear fusion reaction. Explain differences between magnetic and inertial plasma confinement. Give an example of fusion device.