

Zakres egzaminów:

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 słusnością.
Give basic assumptions of a standard Big Bang cosmology and main experimental arguments in favour of it.

Pytania z podstawowych zagadnień fizyki cząstek elementarnych-dla kandydatów do Oddziału Fizyki i Astrofizyki Cząstek:

1. Porównanie zderzeń w kolajderze ze zderzeniami na stałej tarczy.
Compare beam collisions on fixed target with those at colliders.
2. Wady i zalety zderzaczy liniowych i kołowych.
Advantages and downsides of linear and circular accelerators.
3. Porównanie zderzaczy ee i pp .
Compare ee vs pp colliders.
4. Metody ogniskowania wiązek w akceleratorach. Świetlność zderzacza.
Methods of beam focusing in accelerators. The notion of luminosity.
5. Oddziaływanie fotonów z materią.
Interactions of photons with matter.
6. Oddziaływanie cząstek naładowanych z materią.
Interactions of charged particles with matter.
7. Detektory gazowe i krzemowe.
Gaseous and silicon detectors.
8. Sposoby identyfikacji cząstek.
Methods of particle identification.
9. Kalorymetry (i kaskady) elektromagnetyczne i hadronowe.
Electromagnetic and hadronic calorimeters (and cascades).
10. Przekrój czynny; przestrzeń fazowa; szerokość rozpadu.
The notions of cross-section, phase space and decay width.
11. Własności elementarnych fermionów; skład fermionowy Modelu Standardowego.
Properties of elementary fermions; fermionic contents of the Standard Model.

12. Własności i porównanie nośników oddziaływań elementarnych.
Compare properties of fundamental interaction carriers.
13. Liczby kwantowe C, P i T.
Quantum numbers: C, P and T.
14. Porównanie cech elektrodynamiki i chromodynamiki kwantowej.
Compare key features of quantum electrodynamics and quantum chromodynamics.
15. Podstawy teorii elektroslabej; mechanizm Higgsa.
Basic features of electroweak theory; the Higgs mechanism.
16. Główne testy doświadczalne teorii elektroslabej.
Main experimental tests of electroweak theory.
17. Liczba lekkich neutrin; ewidencja eksperymentalna.
Number of light neutrinos; experimental evidence.
18. Kolor: dowody doświadczalne.
Color quantum number: experimental evidence.
19. Historyczne początki oraz podstawy modelu kwarków; wyjaśnienie struktury multipletów hadronowych.
Historical roots and basics of quark model; explanation of the structure of hadronic multiplets.
20. Główne cechy modelu partonów; rozpraszanie głęboko nieelastyczne lepton-nukleon.
Main features of the parton model; deep inelastic lepton-nucleon scattering.
21. Macierz CKM; masy i mieszanie kwarków.
CKM matrix, quark masses and mixing.
22. Podstawowe własności plazmy kwarkowo-gluonowej.
Basic features of quark-gluon-plasma.
23. Oscylacje neutrin; badania neutrin atmosferycznych i słonecznych.
Neutrino oscillations; studies of atmospheric and solar neutrinos.
24. Podstawowe cechy promieniowania kosmicznego.
Basic features of cosmic rays.
25. Problemy Modelu Standardowego. Przykład teorii poza Modelem Standardowym.
Shortcomings of the Standard Model. Example of theory beyond the Standard Model.