

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie:

- nauki ścisłe i przyrodnicze, dyscyplina nauki fizyczne:

forma egzaminu kierunkowego: egzamin ustny/prezentacja Kandydata*

zakres pytań:

I. Zagadnienia ogólne

1. Podstawy mechaniki klasycznej i relatywistycznej

- klasyczne równania ruchu,
- transformacje Galileusza i Lorentza,
- zasady zachowania,
- postulaty szczególnej teorii względności (STW),
- konsekwencje STW.

2. Podstawy elektromagnetyzmu

- pole elektrostatyczne, potencjał skalarny,
- pole magnetyczne, potencjał wektorowy,
- ładunek elektryczny w polu elektromagnetycznym,
- równanie ciągłości i zasada zachowania ładunku elektrycznego,
- równania Maxwella w próżni i materii,
- zjawiska falowe i równanie fali elektromagnetycznej.

3. Termodynamika i fizyka statystyczna

- model gazu doskonałego i przemiany gazowe,
- rozkłady Maxwella i Boltzmana,
- temperatura,
- potencjały termodynamiczne: entropia, entalpia, energia wewnętrzna,
- zasady termodynamiki.

4. Podstawy doświadczalne i teoretyczne mechaniki kwantowej

- fundamentalne doświadczenia potwierdzające korpuskularno-falową naturę światła i materii,
- funkcja falowa i jej interpretacja probabilistyczna oraz równania Schrödingera zależne oraz niezależne od czasu,
- zasady nieokreśloności,
- spin elektronu, doświadczenie Sterna-Gerlacha,
- statystyki kwantowe Fermiego-Diraca i Bosego-Einsteina,
- zakaz Pauliego i oddziaływanie wymiany.

5. Podstawy fizyki atomowej, cząsteczkowej i ciała stałego

- budowa atomu,
- wiązania chemiczne,

- c) podział ciał stałych ze względu na własności elektryczne,
- d) podział ciał stałych ze względu na własności magnetyczne,
- e) nadprzewodnictwo,
- f) podstawy fizyczne metod spektroskopowych fizyki atomowej i cząsteczkowej.

6. Podstawy fizyki jądrowej

- a) budowa jądra atomowego,
- b) reakcje jądrowe,
- c) oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią,
- d) zastosowania metod jądrowych w medycynie i technice.

II. Zagadnienia specjalistyczne

1. Fizyka ciała stałego

- a) struktura ciał stałych: układy krystaliczne i nieuporządkowane,
- b) podstawowe zasady opisu struktury ciał stałych,
- c) drgania sieci krystalicznej,
- d) model elektronów swobodnych i niezależnych,
- e) klasyfikacja ciał stałych (struktura pasmowa),
- f) półklasyczny model własności transportowych ciał stałych (równanie Boltzmanna, przybliżenie czasu relaksacji),
- g) metody eksperymentalne ciała stałego (promieniowanie jądrowe, rentgenowskie, synchrotronowe),
- h) układy niskowymiarowe (kropki kwantowe, druty, cienkie warstwy, ich własności optyczne i elektryczne),
- i) spintronika (podstawy fizyczne działania urządzeń spintronicznych).

2. Fizyka teoretyczna i obliczeniowa

- a) zasada działania i hamiltonowskie sformułowanie mechaniki klasycznej,
- b) klasyczne równania fizyki matematycznej: Laplace'a, Poissona, Helmholtza, przewodnictwa, falowe i ich charakterystyka,
- c) przykłady zastosowań klasycznych równań fizyki matematycznej do opisu procesów fizycznych,
- d) postulaty mechaniki kwantowej wraz z przykładami,
- e) unitarna ewolucja stanów kwantowych dla układów zamkniętych i izolowanych,
- f) macierz gęstości: interpretacja, podstawowe własności i równanie ruchu,
- g) proste metody różnicowe rozwiązywania równań dynamiki klasycznej,
- h) fizyczne i numeryczne podstawy klasycznej dynamiki molekularnej,
- i) metody Monte-Carlo w całkowaniu numerycznym.

3. Fizyka jądrowa

- a) modele jądra atomowego, siły jądrowe, energia wiązania,
- b) własności jądra atomowego oraz metody ich badania,

- c) przemiany promieniotwórcze jąder atomowych,
- d) reakcje jądrowe (w szczególności rozszczepienia jądra i fuzji jądrowej),
- e) naturalna promieniotwórczość skał, wody, powietrza,
- f) akceleratory cząstek naładowanych,
- g) oddziaływania cząstek naładowanych, promieniowania gamma oraz neutronów z materią,
- h) detekcja cząstek naładowanych, promieniowania gamma i neutronów,
- i) zastosowania izotopów promieniotwórczych (wybrane przykłady).

4. Fizyka medyczna i biofizyka

- a) promieniowanie synchrotronowe (wytwarzanie, własności, przykłady zastosowania w badaniach biologicznych),
- b) metody spektroskopowe stosowane w badaniach układów biologicznych (XRF, EPR, NMR, spektroskopia Mössbauera, podczerwieni i Ramana),
- c) mikroskopie wysokiej rozdzielczości (mikroskopia elektronowa, STM i AFM),
- d) promieniste i bezpromieniste przekazywanie energii (diagram Jabłońskiego, rezonansowy transfer energii Förster (FRET), mechanizm Dexter transferu energii),
- e) oddziaływanie promieniowania jonizującego na poziomie komórkowym, tkankowym i organizmu,
- f) podstawy fizyczne metod obrazowych stosowanych w diagnostyce medycznej (USG, MRI, CT, PET, SPECT),
- g) podstawy fizyczne radioterapii (radioterapia konwencjonalna, protonowa i techniki eksperymentalne).

5. Podstawy oddziaływania cząstek i metod detekcji

- a) cząstki elementarne – model standardowy (składniki materii, pośredniczące bozony oddziaływań),
- b) pęd relatywistyczny, energia kinetyczna, energia całkowita, efekty relatywistyczne, formalizm cztero-wektorów oraz niezmienników relatywistycznych (np. CMS),
- c) formalizm diagramów Feynmana,
- d) procesy elektromagnetyczne (efekt fotoelektryczny, efekt Comptona, produkcja par, całkowity przekrój czynny),
- e) silne oddziaływania cząstek (rozpraszanie nieelastyczne),
- f) akceleratory cząstek naładowanych (ze stałą tarczą, liniowe, z wiązkami przeciwbieżnymi),
- g) identyfikacja cząstek – formuła Bethe-Blocha,
- h) podstawy detekcji cząstek (detektory śladów, kalorymetry, detektory wierzchołka, detekcja mionów),
- i) podstawy eksperymentów z wiązkami przeciwbieżnymi na przykładzie detektorów na LHC (ATLAS, CMS, ALICE, LHCb),
- j) podstawy działania detektorów promieniowania (gazowych, scyntylacyjnych, półprzewodnikowych, liczników Czerenkowa oraz promieniowania przejścia).

Kandydat na egzaminie będzie odpowiadał na pytania z listy ogólnej oraz z wybranej przez siebie listy szczegółowej.