

Zakres tematyczny egzaminu wstępnego na studia drugiego stopnia

Nanoinżynieria materiałów

1 Mechanika i termodynamika

- Kinematyka — opis ruchu punktu materialnego.
- Zasady dynamiki punktu materialnego, równanie ruchu, tarcie.
- Grawitacja — pola sił, prawa Keplera, prędkości kosmiczne.
- Pęd i energia, zasady zachowania energii i pędu, zderzenia.
- Drgania i fale, siła harmoniczna, prawo Hooke'a, oscylator harmoniczny nietłumiony i tłumiony, rezonans mechaniczny.
- Statyka i dynamika bryły sztywnej, wielkości opisujące ruch obrotowy, moment bezwładności, moment siły, moment pędu, zasada zachowania momentu pędu.
- Mechanika płynów, ciśnienie, prawo Archimedes'a, równanie Bernoulliego.
- Zasady termodynamiki, równanie stanu gazu doskonałego i rzeczywistego, przemiany termodynamiczne.

2 Elektromagnetyzm i optyka

- Prawo Coulomba, zasada superpozycji, definicja natężenia pola elektrycznego.
- Własności pola elektrostatycznego: prawo Gaussa, potencjał pola.
- Pole elektryczne w przewodnikach.
- Potencjał, równanie Laplace'a i Poissona i twierdzenia o jednoznaczności.
- Podstawowy opis dielektryków.
- Pojemność, energia pola E .
- Natężenie, gęstość prądu, równanie ciągłości.
- Prawo Ohma, zależność R od T .
- Siła Lorentza.
- Prawo Ampera, prawo Gaussa dla pola magnetycznego.
- Magnetyczny moment dipolowy, źródła magnetyzmu materii, ferromagnetyzm, pętla histerezy.
- Prawo Faradaya indukcji elektromagnetycznej.
- Obwody prądu ze zmienną siłą elektromotoryczną, indukcyjność i zawada.
- Równania Maxwella; fala elektromagnetyczna w próżni, powstawanie fali elektromagnetycznej.
- Interferencja fali, siatka dyfrakcyjna.
- Polaryzacja fali elektromagnetycznej.
- Prawa optyki geometrycznej, odbicie, załamanie.

3 Chemia ogólna

- Podstawowe pojęcia i prawa chemii.
- Nazewnictwo związków chemicznych.
- Typy reakcji chemicznych. Reakcje utleniania i redukcji.
- Sposoby wyrażania stężeń roztworów (molowe, procentowe, ułamek molowy).
- Kryteria równowagi termodynamicznej, reakcje odwracalne i nieodwracalne.
- Dysocjacja elektrolityczna, teoria elektrolitów słabych i mocnych.
- Struktura elektronowa pierwiastków.
- Układ okresowy pierwiastków
- Wiązania chemiczne.
- Stany materii.

4 Statystyka

- Podstawy kombinatoryki: wariacje, permutacje, kombinacje.
- Własności prawdopodobieństwa.
- Prawdopodobieństwo warunkowe, całkowite.
- Twierdzenie Bayesa i analiza Bayesowska.
- Zmienna dyskretna — rozkłady i ich parametry.
- Zmienna ciągła — rozkłady i ich parametry.
- Zmienna 2D, kowariancja i korelacja.
- Estymacja parametryczna i nieparametryczna.
- Testowanie hipotez statystycznych.
- Rachunek niepewności.

5 Wstęp do fizyki kwantowej

- Kwantyzacja ładunku elektrycznego, ładunek elementarny.
- Promieniowanie termiczne. Prawo Stefana–Boltzmanna. Prawo przesunięć Wiena.
- Ciało doskonale czarne. Teoria Plancka promieniowania termicznego.
- Promieniowanie reliktowe.
- Foton — kwant energii pola elektromagnetycznego.
- Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne.
- Równoważność energii i masy. Zjawisko kreacji i anihilacji.
- Odkrycie jądra atomowego dowiadczanie Rutherforda.
- Model atomu wodoru Rutherforda i Bohra.
- Serie widmowe.
- Falowa natura cząstek. Dyfrakcja elektronów i neutronów.
- Postulaty mechaniki kwantowej.

- Równanie Schroedingera.
- Cząstka w studni energii potencjalnej.
- Równanie Schroedingera dla atomu wodoru.
- Liczby kwantowe.
- Układ okresowy pierwiastków.
- Struktura pasmowa ciał stałych.
- Oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego z materią.
- Pochodzenie pierwiastków we Wszechświecie.

6 Termodynamika

- Podstawowe pojęcia i definicje (temperatura, ciśnienie, układ termodynamiczny, energia, parametry stanu).
- Właściwości gazów. Przemiany gazowe.
- Pierwsza zasada termodynamiki (energia wewnętrzna, entalpia).
- Entropia i druga zasada termodynamiki.
- Trzecia zasada termodynamiki.
- Zależności pomiędzy termodynamicznymi funkcjami stanu.
- Obiegi termodynamiczne.
- Przemiany fizyczne. Diagramy równowag fazowych.

7 Chemia nieorganiczna

- Właściwości i reakcje pierwiastków bloku s, p i d
- Odmiany alotropowe
- Związki koordynacyjne
- Tlenki metali
- Kwasy tlenowe i wodorotlenki
- Równowagi w roztworach wodnych elektrolitów: dysocjacji elektrolityczna, wykładnik stężenie jonów wodorowych i wodorotlenkowych, hydroliza soli, rozpuszczalność i iloczyn rozpuszczalności, roztwory buforowe
- Elementy chemii analitycznej: analiza jakościowa wybranych kationów i anionów, analiza ilościowa: alkacymetria

8 Drgania i fale

- Drgania swobodne, tłumione i wymuszone pojedynczych oscylatorów.
- Drgania swobodne, tłumione i wymuszone układów sprzężonych oscylatorów.
- Ogólne równanie falowe dla 1, 2 i 3 wymiarów, mody normalne, fale biegnące.
- Fale mechaniczne na strunie, w pręcie, w membranach.
- Fale akustyczne.
- Fale elektromagnetyczne - równanie falowe dla pól, wektor Poyntinga, ciśnienie promieniowania, antena.
- Solitony.

9 Chemia fizyczna

- Podstawowe pojęcia kinetyki chemicznej, rola badań szybkości reakcji w technologii chemicznej.
- Kinetyka reakcji 0, I, II i III rzędu (układy homogeniczne).
- Czas połowicznego zajścia reakcji, metody wyznaczania rzędu reakcji.
- Kinetyka reakcji równoległych i następczych.
- Teoria stanu stacjonarnego, kinetyka reakcji równoległych.
- Zależność szybkości reakcji od temperatury, równanie Arrheniusa, sens fizyczny energii aktywacji.
- Teoria zderzeń aktywnych, teoria stanu przejściowego.
- Podstawy teorii katalizy w układach homogenicznych, reakcje autokatalityczne.
- Adsorpcja w układzie ciało stałe/gaz, adsorpcja fizyczna i chemiczna, izotermy i izobary adsorpcji.
- Reakcje kontaktowe, kinetyka reakcji kontaktowych.
- Kinetyka reakcji heterogenicznych, dyfuzyjne i reakcyjne modele kinetyczne, zależność szybkości reakcji heterogenicznych od temperatury.
- Podstawowe pojęcia elektrochemii, przewodnictwo elektrolitów, przewodnictwo równoważnikowe, prawo niezależnego ruchu jonów.
- Ruchliwość jonów i liczby przenoszenia, przewodnictwo równoważnikowe a ruchliwość jonów.
- Zjawiska elektryczne na granicy faz, potencjał międzyfazowy, podwójna warstwa elektryczna, potencjał elektrokinetyczny.
- Elektrody i ogniwa, elementy termodynamiki ogniw chemicznych, potencjał elektrody, siła elektromotoryczna ogniwa.
- Rodzaje elektrod, polaryzacja elektrod.
- Ogniwa chemiczne, elektroliza, prawa elektrolizy.
- Zastosowanie ogniw chemicznych do wyznaczania różnych wielkości fizykochemicznych.
- Zastosowanie elektrochemii w układach do konwersji i magazynowania energii.

10 Krystalografia

- Wskaźniki płaszczyzn i prostych sieciowych.
- Rzut stereograficzny.
- Elementy symetrii punktowej i otwartej.
- Klasy symetrii i symbolika.
- Grupy przestrzenne i symbolika.
- Sieci Bravais'a.
- Pozycje szczegółowe i ogólne w komórce elementarnej.
- Podstawy rentgenografii.
- Wiązania chemiczne w grupach struktur porównywalnych.

11 Wprowadzenie do nanotechnologii

- Klasyfikacja materiałów z uwagi na symetrie.
- Sieci Bravaisa, podstawowe typy struktur krystalicznych.
- Dyfrakcja na sieci krystalicznej, czynnik struktury, prawo Braggów.
- Dynamika sieci krystalicznej, fonony modele Debye'a i Einsteina.
- Elektrony przewodnictwa, kula Fermiego, oporność elektryczna, efekt Halla, magnetoopór.
- Metody otrzymywania i badania układów nanowymiarowych.
- Właściwości nanostruktur węglowych oraz metaloorganicznych (MOF).
- Magnetyzm substancji, paramagnetyki, ferro-, antyferromagnetyki, prawo Curie-Weissa.

12 Metody badań nanomateriałów

- Sposoby oddziaływania fali elektromagnetycznej z materiałą.
- Podział i klasyfikacja metod badań strukturalnych.
- Podstawy teoretyczne spektroskopii oscylacyjnej.
- Budowa i zasada działania spektrometrów IR oraz Ramana.
- Metody i techniki pomiarowe w spektroskopii oscylacyjnej.
- Kierunki zastosowania spektroskopii oscylacyjnej.
- Interpretacja i analiza widm spektroskopowych.
- Podstawy teoretyczne spektroskopii efektu Ramana.
- Podstawy teoretyczne metod dyfrakcyjnych.
- Zasada budowy i działania dyfraktometru rentgenowskiego.
- Podstawy teoretyczne mikroskopii elektronowej.
- Sposoby oddziaływania wiązki elektronów z materiałą.
- Podstawy budowy mikroskopu elektronowego (SEM i TEM).
- Metody przygotowania próbek do badań elektrono-mikroskopowych.
- Podstawy teoretyczne mikroskopii sił atomowych (AFM).

13 Zagrożenia w nanotechnologii

- Definicja nanomateriałów Komisji Europejskiej.
- Kryteria podziału nanomateriałów ze szczególnym uwzględnieniem wymiarowości i pochodzenia.
- Metody charakterystyki nanomateriałów ze szczególnym uwzględnieniem DLS i TEM.
- Czynniki wpływające na toksyczność nanomateriałów.
- Ocena toksyczności nanomateriałów in vitro ze szczególnym uwzględnieniem testu MTT i błękitu trypanu.
- Własności nanocząstek magnetycznych tlenków żelaza.
- Zjawisko wzmożonej przepuszczalności i retencji (EPR).
- Mechanizmy hipertermii magnetycznej.
- Stres oksydacyjny.

- Genotoksyczność.
- Dysfunkcja lizosomów.
- Zasada 3R w badaniach na zwierzętach.
- Polskie regulacje prawne związane z badaniami prowadzonymi z użyciem zwierząt laboratoryjnych.
- Organizacje/stowarzyszenia odpowiedzialne za publikacje wytycznych i zaleceń dot. nanomateriałów w Europie i na świecie.

14 Mechanika kwantowa

- Reguły stosowania notacji Diraca.
- Pojęcie stanu układu kwantowo-mechanicznego i struktura przestrzeni Hilberta.
- Klasyfikacja operatorów stosowanych w teorii kwantów, własności i ich znaczenie.
- Zagadnienie własne operatora samosprężonego, wartość oczekiwana operatora w stanie kwantowym.
- Przekształcenia unitarne i ich znaczenie w teorii kwantowej.
- Dynamika izolowanego oraz zamkniętego układu kwantowo-mechanicznego. Operatory ewolucji czasowej.
- Obrazy w teorii kwantów — podobieństwa, różnice oraz związki między nimi.
- Zasada nieokreśloności i jej znaczenie, pojęcie stanu minimalizującego zasadę nieokreśloności.
- Ogólne pojęcie reprezentacji w teorii kwantowej a w szczególności znajomość reprezentacji położeniowej.
- Pojęcie funkcji falowej, interpretacja probabilistyczna, równanie Schrödingera w wersji zależnej i niezależnej od czasu.
- Widmo oraz funkcje własne prostych układów kwantowo-mechanicznych: cząstka swobodna, nieskończona studnia potencjału, oscylator harmoniczny.
- Założenia prowadzące do równania Diraca, pojęcie spinu elektronu oraz jakościowa dyskusja granicy nierelatywistycznej tego równania.
- Zasada wariacyjna w teorii kwantowej.
- Idea rachunku zaburzeń niezależnego od czasu i jego ograniczenia. Znajomość wzorów na poprawkę pierwszego i drugiego rzędu do energii oraz ich dyskusja.
- Założenia dla rachunku zaburzeń zależnego od czasu i znajomość wzoru na amplitudę prawdopodobieństwa przejścia w pierwszym rzędzie. Pojęcie szybkości przejścia, zasada nieokreśloności czas-energia.

15 Chemia nanomateriałów

- Historia rozwoju nanotechnologii.
- Istota nanochemii.
- Właściwości fizykochemiczne nanomateriałów.
- Wiązania chemiczne w nanotechnologii.
- Strukturalny i chemiczny charakter powierzchni.
- Fundamentalne równania w inżynierii powierzchni.
- Chemiczne metody otrzymywania nanomateriałów.
- Fullereny — otrzymywanie, właściwości fizykochemiczne i zastosowania.
- Nanorurki węglowe — otrzymywanie, właściwości fizykochemiczne i zastosowania.
- Grafen — otrzymywanie, właściwości fizykochemiczne i zastosowania.
- Nanokataliza — procesy katalityczne, chemiczne reakcje na defektach tlenków i metali.
- Nanomateriały w fotochemii i elektrochemii — nano- i biosensory, sensory chemiczne, elektro- i fotokataliza.