

Egzamin wstępny na studia drugiego stopnia

Fizyka techniczna

4 czerwca 2021

1 Mechanika

- Charakterystyki wektora prędkości i wektora przyspieszenia w ruchu krzywoliniowym punktu materialnego.
- Opis ruchu jednostajnego punktu materialnego po okręgu we współrzędnych kartezjańskich i we współrzędnych biegunowych.
- Zasady dynamiki Newtona.
- Zasada zachowania pędu.
- Siły bezwładności (definicja i przykłady).
- Definicja pracy i mocy.
- Pojęcia siły zachowawczej i energii potencjalnej.
- Zasada zachowania energii mechanicznej.
- Okres drgań wahadła matematycznego i wahadła fizycznego.
- Składanie drgań harmoniczných.
- Amplituda i częstość drgań harmoniczných tłumionych oraz wymuszonych.
- Natężenie i potencjał pola grawitacyjnego — definicje, zasada superpozycji.
- Ogólne rozwiązanie ruchu w centralnym polu grawitacyjnym.
- Oddziaływanie grawitacyjne mas kulistych.
- Druga zasada dynamiki dla ruchu obrotowego bryły sztywnej.
- Zasada zachowania momentu pędu, efekty żyroskopowe.
- Zjawisko precesji.
- Prawo Bernoulli'ego.
- Przepływ laminarny i turbulentny — charakterystyka.
- Rodzaje modułów sprężystości.

2 Elektromagnetyzm i optyka

- Prędkość fal sprężystych.
- Pojęcia ośrodka dyspersyjnego i prędkości grupowej.
- Charakterystyka fali stojącej.
- Podstawowe zjawiska i efekty relatywistyczne.
- Pojęcia natężenia pola elektrycznego i potencjału elektrycznego.

- Prawo Gaussa i jego zastosowanie do opisu pola elektrycznego ładunków przestrzennych.
- Dielektryki i ich polaryzacja. Elektryczny moment dipolowy.
- Zasada zachowania ładunku — równanie ciągłości.
- Pole magnetyczne: prawo Ampera, siła Lorentza.
- Ruch ładunku w polu magnetycznym i elektrycznym.
- Indukcja elektromagnetyczna i prawo Faradaya.
- Zjawisko indukcji własnej i wzajemnej.
- Impedancja w obwodach prądu przemiennego; drgania obwodu RLC i rezonans elektromagnetyczny.
- Paramagnetyki i ferromagnetyki.
- Równania Maxwella i ich fizyczna interpretacja.
- Płaska, harmoniczna fala elektromagnetyczna — opis i równanie.
- Widmo promieniowania elektromagnetycznego.
- Prawa odbicia i załamania; całkowite wewnętrzne odbicie.
- Interferencja i dyfrakcja światła.
- Polaryzacja światła.

3 Wstęp do fizyki kwantowej i statystycznej

- Promieniowanie termiczne: prawo Stefana, prawo Wiena, rozkład Plancka, klasyczna teoria promieniowania (Rayleigha–Jeansa). Pirometry optyczne. Promieniowanie reliktowe.
- Fundamentalne doświadczenia mechaniki kwantowej. Zjawisko fotoelektryczne. Efekt Comptona. Promieniowanie X. Krecja i anihilacja — antymateria.
- Fale de Broglie’a. Doświadczenie Davissona i Germera.
- Postulaty fizyczne mechaniki kwantowej. Zasady odpowiedniości, komplementarności i superpozycji, funkcja falowa, interpretacja probabilistyczna funkcji falowej (Born).
- Operatory: równanie własne, funkcje i wartości własne, komutatory. Postulaty mechaniki falowej.
- Równanie Schrödingera zależne od czasu i niezależne od czasu.
- Przykłady rozwiązywania równanie Schrödingera: skok potencjału, bariera potencjału. Stany związane: nieskończona studnia potencjału, skończona studnia potencjału.
- Równanie własne operatora pędu. Zasada nieoznaczoności. Operator momentu pędu: reguły komutacji, funkcje i wartości własne operatora L_z , wartości własne operatora L^2 .
- Równanie Schrödingera dla atomu wodoru, liczby kwantowe, stopień degeneracji poziomów.
- Spin elektronu. Oddziaływanie spin-orbita. Czynniki g w modelu wektorowym. Efekt Zeemana.
- Ogólne równanie stanu gazów doskonałych — zależność średniej energii od ciśnienia dla liniowych i kwadratowych relacji dyspersji w 1-, 2- lub 3-wymiarowej przestrzeni.
- Mikroskopowa definicja temperatury i entropii.
- Zasady termodynamiki. Rodzaje termometrów. Zmiana entropii podczas małego przekazu ciepła.
- Rozkład kanoniczny: funkcja rozdziału i jej związek ze średnią energią układu.
- Ciepło właściwe oscylatora harmonicznego: funkcja rozdziału, przybliżenie klasyczne (wysokotemperaturowe) i kwantowe (niskotemperaturowe).
- Klasyczny gaz doskonały cząstek materialnych — równanie stanu. Przemiany gazowe.

- Przemiana adiabatyczne, równanie adiabaty, przykłady występowania.
- Sprawność silnika. Cykl Carnota.
- Potencjały termodynamiczne. Tożsamości Maxwella.
- Układy otwarte. Statystyki kwantowe.

4 Matematyczne metody fizyki 1

- Zasada indukcji matematycznej i jej wykorzystanie w dowodzeniu twierdzeń. Dwumian Newtona. Symbol Newtona. Suma wyrazów ciągów geometrycznego i arytmetycznego.
- Pojęcie liczby zespolonej. Działania na liczbach zespolonych. Faza i moduł. Płaszczyzna zespolona. Postać algebraiczna, trygonometryczna i wykładnicza. Twierdzenie de Moivre'a. Pierwiastek, potęga i logarytm liczby zespolonej. Rozwiązywanie równań w dziedzinie liczb zespolonych.
- Permutacje. Parzystość permutacji i metody jej wyznaczania. Delta Kroneckera. Symbol całkowicie antysymetryczny. Iloczyn skalarny i wektorowy. Ortogonalizacja Grama–Schmidta.
- Macierze. Operacje na macierzach. Typy macierzy. Wyznacznik i jego własności. Ślad. Macierz odwrotna i metody jej znajdowania. Rząd macierzy. Macierze równoważne. Macierze elementarne.
- Przestrzeń wektorowa. Podprzestrzenie ortogonalne. Podprzestrzenie niezmiennicze. Podstawowe podprzestrzenie macierzowe. Odwzorowania liniowe. Reprezentacja macierzowa operatora.
- Rozwiązywanie układów równań. Liczba rozwiązań w zależności o wartości parametrów. Układ sprzeczny, oznaczony i nieoznaczony.
- Wektory w przestrzeni rzeczywistej i zespolonej. Działania na wektorach. Długość wektora. Baza w przestrzeni wektorowej.
- Pojęcie wartości własnej i wektora własnego i ich własności. Wyznaczanie wartości własnych i wektorów własnych. Diagonalizacja macierzy.
- Formy kwadratowe. Funkcje macierzy. Relacje rekurencyjne. Twierdzenie Cayleya–Hamiltona.
- Metoda najmniejszych kwadratów. Wartości osobliwe. Rozkład według wartości osobliwych. Macierz pseudoodwrotna.

5 Podstawy fizyki jądrowej

- Składniki jądra atomowego i ich własności.
- Podstawowe własności sił jądrowych.
- Energia wiązania, deficyt masy.
- Rozpad β .
- Rozpad α .
- Prawo rozpadu promieniotwórczego, aktywność.
- Powstawanie pierwiastków we Wszechświecie.
- Reakcje termojądrowe w gwiazdach.
- Model powłokowy jądra.
- Spin, moment magnetyczny jądra.
- Emisja promieniowania γ .
- Podstawowe rodzaje detektorów.
- Oddziaływanie cząstek naładowanych z materią.
- Oddziaływanie fotonów z materią.

- Podstawowe własności reakcji jądrowych.
- Obrazowanie metoda magnetycznego rezonansu MRI.
- Pozytonowa tomografia emisyjna PET.
- Model kropłowy energii wiązania jądra atomowego.
- Reakcje rozszczepienia.
- Reakcja fuzji jądrowej.
- Efekt Mössbauera.
- Budowa i zasada działania reaktora na neutronach termicznych.

6 Podstawy fizyki środowiska

- Powstanie Układu Słonecznego.
- Budowa Ziemi.
- Teoria dryfu kontynentów.
- Magnetyzm ziemski.
- Fale sejsmiczne (rodzaje, propagacja, zastosowania).
- Para wodna w troposferze — stosowane wielkości pomiarowe, rozkład pionowy.
- Procesy fizyczne prowadzące do formowania się opadów.
- Równowaga pionowa w atmosferze — pojecie gradientu sucho-adiabatyicznego, wilgotno-adiabatyicznego oraz pojecie temperatury potencjalnej.
- Siła Coriolisa.
- Wiatr geostroficzny, wiatr gradientowy, wiatr cyklostroficzny, spirala Eckmana.
- Elementy kwasi-stacjonarnej cyrkulacji atmosfery (skala globalna).
- Gazy cieplarniane w atmosferze.
- Fizyka procesów radiacyjnych (prawo Plancka, prawo Stefana–Bolzmanna, prawo Wiena).
- Bilans radiacyjny Ziemi — temperatura radiacyjna.
- Mechanizm efektu cieplarnianego.
- Globale cykle biogeochemiczne (cykl obiegu węgla, cykl obiegu wody).
- Procesy transportu w środowisku — adwekcja, dyfuzja, sedymentacja, ogólne równanie transportu.
- Czynniki kontrolujące klimat na Ziemi.
- Wpływ człowieka na procesy klimatyczne.

7 Podstawy fizyki ciała stałego

- Klasyfikacja ciał stałych ze względu na wykazywane symetrie.
- Sieci Bravais’go, rodzaje i własności komórek elementarnych
- Dyfrakcja na sieci krystalicznej w ujęciu Bragga.
- Wskaźniki Millera.
- Czynniki struktury i jego wpływ na widma dyfrakcyjne.
- Dynamika sieci krystalicznej w ujęciu Einsteina i Debye’a.

- Efekty związane z anharmonicznością drgań sieci krystalicznej.
- Elektrony swobodne w metalu — model Sommerfelda i Blocha.
- Rozkład Fermiego–Diraca, kula Fermiego i gęstość stanów.
- Oporność właściwa metali w funkcji temperatury.
- Efekt Halla, magnetoopór.
- Nadprzewodnictwo, model BCS, podstawowe właściwości nadprzewodników.
- Magnetyzm — podatność magnetyczna, model średniego pola.
- Ferromagnetyki i antyferromagnetyki.
- Pochodzenie właściwości magnetycznych — reguły Hunda.
- Materiały nanostrukturalne — charakteryzacja i wytwarzanie.

8 Podstawy fizyki teoretycznej

- Pojęcia podstawowe stosowane w mechanice: równania ruchu, współrzędne uogólnione, klasyfikacja więzów, stan układu, trajektoria.
- Transformacja Galileusza i jej konsekwencje.
- Symetrie czasoprzestrzeni a całki ruchu.
- Zasada najmniejszego działania, formalizm Lagrange’a, Hamiltona, transformacja Legendre’a, nawiasy Poissona (określanie całek ruchu), zmienne cykliczne i całki ruchu.
- Mechanika relatywistyczna: transformacje Lorentza, rodzaje tensorów, sposób transformacji tensorów, obniżanie/podnoszenie wskaźników tensorów, niezmienniki relatywistyczne konstruowane przy użyciu tensorów, tensorowe własności operatorów różniczkowych, czterowektory położenia/energii-pędu.
- Elektrodynamika: całka działania dla pola elektromagnetycznego, czterowektory potencjału i gęstości prądu, potencjał wektorowy i jego interpretacja fizyczna, niezmienniczość cechownia potencjałów elektromagnetycznych, własności tensora pola elektromagnetycznego, równania Maxwella w postaci różniczkowej i całkowej, równanie Poissona, typy warunków brzegowych i jednoznaczność jego rozwiązania, zasada superpozycji, prawo Biota–Savarta, metoda obrazów w elektrostatyce (przewodnik), polaryzacja dielektryka.

9 Statystyka inżynierska

- 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.

10 Statystyka matematyczna

- Pojęcie prawdopodobieństwa. Kombinatoryka. Prawdopodobieństwo geometryczne. Prawdopodobieństwo warunkowe i niezależność zdarzeń. Prawdopodobieństwo całkowite, twierdzenie Bayesa.
- Zmienna losowa dyskretna i ciągła, jedno i wielowymiarowa. Rozkład prawdopodobieństwa, funkcja gęstości prawdopodobieństwa. Dystrybuanta zmiennej losowej. Rozkłady brzegowe i warunkowe.
- Funkcje zmiennej losowej. Wartość oczekiwana, wariancja, kowariancja, współczynnik korelacji. Macierz kowariancji. Momenty funkcji zmiennych losowych. Warunkowe wartości oczekiwane. Linie regresji pierwszego i drugiego rodzaju.
- Ważniejsze rozkłady prawdopodobieństwa: jednostajny, dwupunktowy, dwumianowy, geometryczny, wielomianowy, Poissona, wykładniczy, normalny (Gaussa) jedno i dwuwymiarowy, rozkład χ^2 , Studenta, Snedecora–Fishera.
- Centralne twierdzenie graniczne. Twierdzenie de Moivre’a–Laplace’a.
- Estymatory — podstawowe własności. Metoda momentów. Metoda największej wiarygodności. Średnia arytmetyczna. Odchylenie standardowe. Średnia ważona.
- Przedziały ufności: dla wartości oczekiwanej przy znanej i nieznannej dyspersji, dla wariancji. Przedział ufności dla parametru p rozkładu dwumianowego.
- Weryfikacja hipotez statystycznych. Testy istotności dla wartości oczekiwanej i wariancji. Test χ^2 –Pearsona.
- Przedziały ufności i testy hipotez dla dwóch niezależnych prób losowych.
- Nieparametryczne przedziały ufności i testy hipotez. Test znaków. Test Wicoxona. Nieparametryczne testy hipotez dla dwóch niezależnych prób losowych.

11 Programowanie proceduralne

- Jak skompilować plik źródłowy języka C za pomocą kompilatora GCC?
- Na czym polega „przekręcenie licznika” w przypadku typu char?
- Jak obliczyć silnię przy użyciu pętli for?
- Jak działa instrukcja continue?
- Jak używać inicjatorów desygnowanych?
- W jaki sposób zainicjować tablicę przy pomocy pętli for i funkcji scanf?
- Jak działają jednoargumentowe operatory * i &?
- Zasady arytmetyki wskaźników.
- W jaki sposób w języku C przechowywane w pamięci są tablice dwuwymiarowe?
- Jak przy pomocy wskaźnika przeiterować po kolumnie tablicy dwuwymiarowej?
- Jakich poleceń należy użyć, aby napisać program, który wypisuje swoją nazwę?
- Jak deklarujemy modyfikowalne i niemodyfikowalne zmienne tekstowe?
- Kiedy mamy do czynienia z wyciekami pamięci?
- W jaki sposób można napisać komparator, który przekazany do funkcji qsort umożliwi posortowanie tablicy liczb całkowitych?
- W jaki sposób przy użyciu wskaźnika i pętli for można zapisać tablicę do pliku tekstowego?
- W jaki sposób za pomocą wskaźnika wypisujemy pola struktury?
- W jaki sposób przy użyciu wskaźnika można wczytać zawartość pliku binarnego do tablicy?
- Porównaj działanie funkcji strlen i operatora sizeof?
- W jaki sposób funkcja strcpy kopiuje łańcuchy?
- Jak skopiować zawartość jednej zmiennej strukturalnej do drugiej?

12 Teoria obwodów i sygnałów

- Prawo Ohma, prawa Kirchoffa, źródło napięcia, źródło prądu.
- Zasada superpozycji, twierdzenie Tevenina, twierdzenie Nortona.
- Metody macierzowe prądów oczkowych i potencjałów węzłowych.
- Wzmacniacze operacyjne, idealny wzmacniacz operacyjny, elementarna teoria sprzężenia zwrotnego.
- Metoda liczb zespolonych w liniowych obwodach elektrycznych.
- Analiza częstotliwościowa, charakterystyki Bodego.
- Filtr dolnoprzepustowy, filtr górnoprzepustowy.
- Stany nieustalone, prawa komutacji.
- Zastosowanie transformaty Laplace'a w analizie liniowych obwodów elektrycznych.
- Linia długa, transmisja i zjawiska odbicia sygnału elektrycznego w linii długiej.

13 Układy elektroniczne

- Podstawy fizyczne działania tranzystora polowego.
- Model małosygnałowy tranzystora polowego.
- Tranzystor polowy jako klucz w układach cyfrowych.
- Podstawowe konfiguracje pracy tranzystora polowego i ich własności.
- Małosygnałowe parametry układów tranzystorowych: wzmocnienie napięciowe i prądowe, rezystancja wejściowa i wyjściowa.
- Wzmacniacz kaskodowy i jego własności.
- Źródła prądowe i ich własności.
- Wzmacniacz różnicowy i jego własności.
- Wzmacniacze mocy i ich własności.
- Inwerter jako podstawowa bramka elektroniki cyfrowej.
- Podstawy logiki matematycznej.
- Bramki kombinacyjne.
- Układy sekwencyjne.

14 Cyfrowe przetwarzanie sygnałów

- Sygnały dyskretne w czasie.
- Okresowe próbkowanie sygnałów.
- Przetwarzanie analogowo-cyfrowe ADC i cyfrowo-analogowe DAC.
- Architektury przetworników DAC i ADC.
- Transformata Z.
- Dyskretna transformata Fouriera DFT, efekt upływu DFT i metoda okien.
- Liniowe filtry cyfrowe.
- Filtry o skończonej odpowiedzi impulsowej FIR.
- Filtry o nieskończonej odpowiedzi impulsowej IIR.
- Metody projektowania filtrów FIR.
- Metody projektowania filtrów IIR.