

Zagadnienia do egzaminu licencjackiego z fizyki

Mechanika

1. Przestrzeń i czas w mechanice Newtona, zasady dynamiki, inercjalne i nieinercjalne układy odniesienia, transformacja Galileusza.
2. Opis ruchu punktu materialnego pod wpływem stałej siły ciężkości wraz z całkowaniem równań ruchu.
3. Zasada zachowania pędu i energii przedstawiona na wybranym przykładzie.
4. Twierdzenie Noether.
5. Moment bezwładności bryły sztywnej (definicja i wyliczenie dla przykładowej bryły) oraz związku momentu bezwładności z momentem pędu i energią kinetyczną.
6. Opis ruchu w centralnym polu grawitacyjnym. Jak zapisać równania ruchu? Jakie prawa zachowania są spełnione i jak je zapisać? Jakościowo: jakie są rozwiązania (prawa Keplera)?
7. Ruch harmoniczny prosty. Jakościowy opis ruchu harmonicznego tłumionego i wymuszonego.
8. Działanie Hamiltona. Zasada najmniejszego działania.
9. Równania Lagrange'a-Eulera.
10. Małe drgania układów o wielu stopniach swobody.
11. Formalizm hamiltonowski. Równania Hamiltona.
12. Transformacje kanoniczne.
13. Równanie Hamiltona-Jacobiego. Separacja zmiennych w równaniu Hamiltona-Jacobiego.
14. Relatywistyczna zasada względności, transformacja Lorentza, kontrakcja długości, dylatacja czasu.
15. Pęd i energia cząstek relatywistycznych, zasady zachowania w zderzeniach takich cząstek.

Termodynamika

16. Zasady termodynamiki klasycznej.
17. Równanie stanu gazu doskonałego, przemiany gazowe.
18. Zasada ekwipartycji energii. W jaki sposób można na jej podstawie określić molowe ciepło właściwe gazu doskonałego (jednoatomowego i wieloatomowego)? Jak jest molowe ciepło właściwe ciał stałych w zakresie wysokich temperatur (prawo Dulonga - Petita)?
19. Co to jest i czym się charakteryzuje cykl Carnota? Naskicuj jego przebieg na wykresach $p - V$ oraz $T - S$. Jaka jest sprawność cyklu (silnika) Carnota?
20. Czym charakteryzują się: (a) przejścia fazowe pierwszego rodzaju? (b) przejścia fazowe drugiego rodzaju?
21. Definicja entropii Boltzmanna. Termodynamiczna definicja temperatury. Dla jakich układów stosuje się rozkład kanoniczny? Podaj dla tego rozkładu wzór na prawdopodobieństwo mikrostanu oraz wzór na funkcję rozdziału.

Elektromagnetyzm

22. Zależności pomiędzy: gęstością ładunku, natężeniem pola elektrycznego oraz potencjałem elektrycznym w ramach elektrostatyki. Prawo Gaussa proszę zapisać i skomentować również dla przypadku ośrodka materialnego.
23. Proszę podać i skomentować zależności między: gęstością prądu, indukcją pola magnetycznego oraz magnetycznym potencjałem wektorowym.
24. Proszę podać równania Maxwella w postaci różniczkowej i całkowej i krótko skomentować występujące w nich człony.
25. Proszę opisać ruch ładunku w jednorodnym polu magnetycznym oraz wyjaśnić efekt Halla.
26. Proszę przedstawić opis zachowania szeregowego obwodu RLC dla prądu sinusoidalnie zmiennego oraz opisać zjawisko rezonansu elektrycznego.
27. Proszę przedstawić podstawowe prawa dotyczące przepływu prądu w obwodach elektrycznych.
28. Proszę przedstawić zarys klasycznego modelu przewodnictwa Drudego.
29. Ładunek elementarny. Doświadczenie Millikana.
30. Wyznaczanie stosunku e/m – doświadczenie J. J. Thomsona, spektroskop masowy i wyznaczanie mas atomów (izotopów).

Optyka

31. Dualizm korpuskularno-falowy.
32. Wyprowadzenie z równań Maxwella równania falowego dla fali elektromagnetycznej oraz przykładowe rozwiązanie równania falowego dla takich fal.
33. Zjawisko Dopplera.
34. Zachowanie światła na granicy dwóch dielektryków – wzory Fresnela, kąt Brewstera, całkowite wewnętrzne odbicie i fala zanikająca.
35. Interferencja światła. Podstawy zjawiska wraz z przykładami.
36. Opis oddziaływania światła z atomem w ramach modelu Lorentza.
37. Emisja spontaniczna i wymuszona. Laser.
38. Promieniowanie cieplne ciał: współczynniki absorpcji i emisji promieniowania. Promieniowanie ciała doskonale czarnego, prawo przesunięć Wiena, prawo Stefana-Boltzmann.

Mechanika kwantowa

39. Formalne postulaty mechaniki kwantowej.
40. Reprezentacja położeniowa i pędowa funkcji falowej.
41. Sformułuj zasadę nieoznaczoności w mechanice kwantowej.
42. Rozwiązanie zagadnienia kwantowego oscylatora harmonicznego z wykorzystaniem operatorów kreacji i anihilacji.
43. Przedyskutuj rachunek zaburzeń dla niezależnego od czasu równania Schrödingera
44. Scharakteryzuj moment pędu w mechanice kwantowej: Podaj relacje komutacji dla składowych kartezyjskich operatora momentu pędu oraz kwadratu momentu pędu. Omów przestrzeń stanów o ustalonej wartości kwadratu momentu pędu.
45. Opis atomu wodoru w ramach mechaniki kwantowej.

46. Składanie kwantowych momentów pędu, współczynniki Clebscha-Gordana.
47. Symetrie ciągłe w mechanice kwantowej. Problem reprezentacji grupy symetrii w przestrzeni stanów układu na przykładzie grupy obrotów.
48. Rachunek zaburzeń dla równania Schrödingera z hamiltonianem zależnym od czasu.
49. Rozpraszanie w mechanice kwantowej w 1 i 3 wymiarach; przybliżenie Borna.
50. Zasada Pauliego. Czym bozony różnią się od fermionów?

Zagadnienia matematyczne w fizyce

51. Zdefiniuj pojęcie grupy i podaj przykład grupy.
52. Zdefiniuj pojęcie przestrzeni wektorowej i podaj przykład takiej przestrzeni.
53. Dla zespolonej przestrzeni wektorowej z dodatnio określonym, hermitowskim iloczynem skalarnym podaj definicję operatora samosprężonego i udowodnij, że jego wartości własne są liczbami rzeczywistymi.
54. Sformułuj warunek jednoczesnej diagonalizowalności układu operatorów samosprężonych.
55. Podaj definicję tensora oraz sformułuj i udowodnij prawo transformacyjne dla współrzędnych tensora przy zmianie bazy.
56. Przedstaw samodzielnie wybraną metodę rozwiązywania liniowych równań różniczkowych cząstkowych.
57. Sformułuj pojęcia ortogonalności i zupełności układu funkcji na odcinku, półprostej lub prostej, wykorzystując jako przykład funkcje trygonometryczne oraz wybrany układ wielomianów (Legendre'a, Laguerre'a lub Hermite'a).
58. Zdefiniuj pojęcie funkcji Greena oraz wyznacz jej postać dla samodzielnie wybranego (zwyčajnego lub cząstkowego) operatora różniczkowego.