

Prüfungsfragen Modul Mechanik/Elektrodynamik

Fragen zur Mechanik

1. Wie lauten die newtonschen Axiome und welche zwei Zusätze fordert man üblicherweise?
2. Ist das erste newtonsche Axiom nur ein Spezialfall des zweiten?
3. Was ist ein Inertialsystem?
4. Was ist träge, was schwere Masse?
5. Wie ist der Impuls definiert?
6. Definition der Arbeit längs einer Kurve?
7. Was versteht man unter einem konservativen Kraftfeld? (zwei Bedingungen, drei Formulierungen für eines davon)
8. Leiten Sie den Energieerhaltungssatz für ein Teilchen in einem konservativen Kraftfeld ab.
9. Beschreiben Sie den Unterschied zwischen einer aktiven und einer passiven Koordinatentransformation.
10. Geben Sie die allgemeine Form der Galileitransformationen an.
11. Was sind invariante Größen, was kovariante?
12. Wie lautet die Form der newtonschen Bewegungsgleichungen in einem beliebig beschleunigten Bezugssystem?
13. Welche Erhaltungsgrößen gibt es in einem konservativen System von Massenpunkten?
14. Welche allgemeine Form haben Zwei-Teilchen-Potentiale?
15. Schwaches versus starkes Wechselwirkungsprinzip
16. Welche Arten von Zwangsbedingungen/Zwangskräften kennen Sie?
17. Was versteht man unter einer virtuellen Verrückung?
18. Was besagt das Prinzip der virtuellen Arbeit?
19. Formulieren und erläutern Sie das d'Alembertsche Prinzip.
20. Wie lauten die Lagrange-Gleichungen erster Art? Für welche Klasse von Systemen sind sie gültig?

21. Inwiefern geht die lagrangesche Mechanik über die newtonsche hinaus?
22. Wozu sind Lagrange-Multiplikatoren gut?
23. Wie bestimmt man Zwangskräfte mithilfe der Lagrange-Multiplikatoren?
24. Was versteht man unter generalisierten Koordinaten und generalisierten Impulsen? Generalisierte Kräfte?
25. Geben Sie eine allgemeine Form der Lagrangefunktion an. Von welchen Größen hängt sie ab?
26. Wie lauten die Lagrange-Gleichungen zweiter Art?
27. Unter welchen Transformationen sind sie invariant?
28. Welche Größe wird beim hamiltonschen Prinzip variiert?
29. Was sind Erhaltungsgrößen?
30. Was versteht man unter zyklischen Koordinaten? Warum sind sie wichtig?
31. Was besagt das noethersche Theorem? (Erhaltungsgröße angeben)
32. Was ist eine Zentralkraft? Wann ist sie konservativ? (Kugelkoord.)
33. Warum erfolgt die Bewegung im Zentralfeld in einer Ebene?
34. Welche Größe ist in einem Zentralfeld erhalten? Ableitung?
35. Wie lauten die keplerschen Gesetze?
36. Wie sieht das effektive Potential im Zentralfeld aus?
37. Was ist ein starrer Körper? Wieviele Freiheitsgrade hat er normalerweise?
38. Definition des Schwerpunkts
39. Geben Sie eine Formel für die kinetische Energie eines rotierenden starren Körpers an.
40. Geben Sie den Trägheitstensor eines Systems von Massenpunkten oder eines kontinuierlichen Systems an.
41. Wie lautet der Satz von Steiner?
42. Aus welchen Termen setzt sich der Drehimpuls eines starren Körpers zusammen?
43. Geben Sie die eulerschen Kreiselgleichungen für den kräftefreien Fall an. Was passiert, wenn ein symmetrischer Kreisel vorliegt, d.h. zwei Hauptträgheitsmomente gleich sind?
44. Rotation um welche Achsen eines freien Kreisels ist stabil?
45. Definition der eulerschen Winkel.

46. Welchen Vorteil hat die hamiltonsche Mechanik gegenüber der lagrangeschen?
47. Geben Sie die hamiltonschen Bewegungsgleichungen an.
48. Wann ist die Hamiltonfunktion eine Erhaltungsgröße?
49. Welche Art von Zusammenhang besteht zwischen Hamiltonfunktion und Lagrangefunktion?
50. Wann ist die Hamiltonfunktion gleich der Gesamtenergie?
51. Was sind Observable?
52. Diskutieren Sie das hamiltonsche Prinzip unter Betrachtung der Bahnen im Konfigurations-/Phasenraum. (Welche Größen werden in den Endpunkten konstant gehalten?)
53. Wie ist die Poissonklammer zweier Größen definiert?
54. Wie sieht eine mechanische Eichtransformation in der lagrangeschen Mechanik aus (wie in der hamiltonschen)?
55. Was versteht man unter einem verallgemeinerten Potential?
56. Was ist eine kanonische Transformation? Nennen Sie einfache Kriterien für Kanonizität.
57. Ist die Zeitentwicklung eines hamiltonschen Systems als kanonische Transformation darstellbar?
58. Nennen Sie eine oder mehrere kanonische Invarianten.
59. Worin besteht die Grundidee der Hamilton-Jacobi-Theorie?
60. Wie lautet die hamilton-jacobische Differentialgleichung?
61. Skizzieren Sie, wie man ausgehend von einer geeigneten Lösung der hamilton-jacobischen Differentialgleichung das betrachtete mechanische Problem lösen kann.
62. Welches sind die zwei Postulate der speziellen Relativitätstheorie?
63. Erklären Sie das Michelson-Morley-Experiment. (Ziel, Ergebnis)
64. Geben Sie eine Form der Lorentz-Transformation an, die zwischen zwei Inertialsystemen vermittelt. Ist das wohl eine aktive oder eine passive Transformation?
65. Erläutern Sie die Phänomene der Zeitdilatation und der Längenkontraktion (anhand der Lorentz-Transformation)?
66. Was lernt man aus der speziellen Relativitätstheorie über die Gleichzeitigkeit?
67. Diskutieren Sie das Zwillingsparadoxon.

68. Erläutern Sie die Struktur der Minkowski-Raumzeit. Was hat das alles mit Kausalität zu tun?
69. Wie stellen sich dynamische Beziehungen in der speziellen Relativitätstheorie mithilfe von Vierervektoren dar?
70. Definieren Sie die Vierergeschwindigkeit; was hat sie für Eigenschaften?
71. Geben Sie eine Formel für die Viererkraft an. Wie lautet die dynamische Gleichung für ein Teilchen unter der Wirkung einer Viererkraft?
72. Wie ist der Energie-Impuls-Zusammenhang für relativistische Teilchen? (Wann gilt $E = mc^2$?)

Fragen zur Elektrodynamik

1. Geben Sie das coulombsche Gesetz der Elektrostatik an. Wie kann man seinen Gültigkeitsbereich umschreiben? (allgemein gültig oder unter Einschränkungen?)
2. Geben Sie Definitionen der Größen elektrisches Feld, Feldfluss und Potential.
3. Wie lautet das Grundgesetz der Elektrostatik (2 Gl.)?
4. Wie lässt es sich mithilfe eines Potentials vereinfachen?
5. Was besagt der gaussssche Satz der Elektrostatik? Wie sieht seine differentielle Form aus?
6. Was können Sie über die Eindeutigkeit von Lösungen der Poisson-Gleichung sagen?
7. Wie sieht die elektrostatische Energie einer Verteilung von Punktladungen aus, wie die einer kontinuierlichen Ladungsverteilung?
8. Wie erhält man mit der Bildladungsmethode das Potential einer Punktladung in einem durch eine ebene leitende Platte beschränkten Halbraum? (Trick der Methode)
9. Diskutieren Sie die Bildladungsmethode zur Bestimmung des Potentials einer Punktladung zwischen zwei parallelen leitenden Platten.
10. Für welche Winkel zwischen zwei ebenen leitenden Platten, die aneinanderstoßen, kann man mit der Bildladungsmethode das Potential einer Punktladung zwischen den Platten herleiten? Wieso geht es mit anderen Winkeln nicht?
11. Wie wendet man die Bildladungsmethode für eine leitende Kugel an?
12. Wie löst man die Laplace-Gleichung mittels Separation der Variablen?
13. Wie kann man bei Kenntnis der greenschen Funktion in einem durch Leiteroberflächen begrenzten Raum das elektrostatische Problem mit dirichletschen Randbedingungen lösen? Führt das auf eine Integralgleichung?

14. Dipolmoment einer Ladungsverteilung
15. Quadrupolmoment einer Ladungsverteilung
16. Potential eines Dipols
17. Potential eines Quadrupols
18. Energie im Feld
19. Zusammenhang dielektrische Verschiebung und Polarisation
20. Randbedingungen für das elektrische Feld und die dielektrische Verschiebung an der Oberfläche eines Dielektrikums.
21. Wie sieht qualitativ das Feld um eine dielektrische Kugel im homogenen äußeren elektrischen Feld aus, wie in ihrem Innern und wie sind die Polarisationsladungen auf ihrer Oberfläche verteilt? (Unterscheidung $\varepsilon_i \gtrless \varepsilon_a$).
22. Wie sieht die elektrostatische Energie einer Feldverteilung mit Dielektrika aus?
23. Geben Sie das biot-savartsche Gesetz an.
24. Wie lautet die Formel für die Lorentzkraft? Wie die für die Kraft zwischen zwei Leiterschleifen?
25. Welches sind die Grundgleichungen der Magnetostatik?
26. Was waren Faradays Befunde zum Induktionsgesetz?
27. Wozu ist das Vektorpotential gut?
28. Was versteht man unter einer Eichtransformation?
29. Wie lauten die Randbedingungen für die Felder \mathbf{B} und \mathbf{H} an der Oberfläche eines magnetisierbaren Materials?
30. Wie lauten die Maxwellgleichungen (im Vakuum)?
31. Was versteht man unter dem maxwellschen Verschiebungsstrom? Warum ist er in der Dynamik notwendig?
32. Wie kann man Wellengleichungen aus den Maxwell-Gleichungen ableiten?
33. Welche Eichungen kennen Sie in der Elektrodynamik.
34. Form der Coulomb-Eichung.
35. Welche Form hat die Lorenz-Eichung?
36. Wie bekommt man Wellengleichungen für das elektrische und magnetische Feld selbst und welchen Nachteil hat diese Formulierung gegenüber den Wellengleichungen für die Potentiale?

37. Formulieren Sie den Energiesatz der Elektrodynamik.
38. Wie kann man ihn ableiten?
39. Welche neue Größe tritt im Impulssatz auf?
40. Wie ist der maxwellsche Spannungstensor definiert? Wie lässt sich mit ihm das Feldlinienbild begründen?
41. Formulieren Sie die Drehimpulserhaltung in der Elektrodynamik.
42. Wie sieht die Energiedichte einer ebenen elektromagnetischen Welle aus?
43. Was kann man über die Richtungen des Wellenvektors und der Schwingungsamplituden von E - und B -Feld aussagen?
44. Woher kommt die Transversalität von elektromagnetischen Wellen?
45. Wie sind Phasen- und Gruppengeschwindigkeit einer ebenen Welle definiert? Wie ändert sich die Lichtgeschwindigkeit beim Übergang in ein dielektrisches Medium?
46. Wie lauten das Reflexionsgesetz und das snelliussche Brechungsgesetz für elektromagnetische Wellen an einer ebenen Grenzfläche zwischen Dielektrika?
47. Was versteht man unter Totalreflexion, wann tritt sie auf und wie verhält sich die Welle im reflektierenden Dielektrikum?
48. Wodurch ist der Brewster-Winkel gekennzeichnet?
49. Was ist eine quergedämpfte Welle?
50. Wann tritt bei der Reflexion einer elektromagnetischen Welle an einem dielektrischen Medium ein Phasensprung auf? (wie groß?)
51. Wie geht man bei der Berechnung der Abstrahlung eines hertzschen Dipols vor?
52. Wie sehen die Ladungs- und Stromdichte aus?
53. Welche Form nehmen die Potentiale an?
54. Was versteht man unter Fern- und Nahfeld?
55. Wie sind die Phasenrelationen im Fernfeld? Wie die Orientierungen von Feldamplituden und Wellenvektoren?
56. Welche Zeit tritt in den Formeln für die Potentiale und Felder auf?
57. Wie berechnet man die Felder aus den Potentialen und welche technische Schwierigkeit gibt es da? ($t_R = t - r/c$)
58. Wie sieht die Abstrahlcharakteristik eines hertzschen Dipols aus? (Winkel- und Frequenzabhängigkeit)

59. Wann kommt es bei der Bewegung einer Punktladung zur Abstrahlung elektromagnetischer Wellen?
60. Wie ist die Zeitabhängigkeit solcher Wellen?
61. Skizzieren Sie die Abstrahlcharakteristik einer linear beschleunigten und einer auf einer Kreisbahn mit einer konstanten Geschwindigkeit umlaufenden Punktladung; wie ändern sich diese Charakteristiken, wenn das Teilchen eine Geschwindigkeit nahe an der des Lichts hat?