

100 Fragen zur Festkörperelektronik

1. Was ist ein gebundener Zustand?
2. Durch welche physikalischen Größen wird der Zustand eines Systems in der klassischen Mechanik definiert?
3. Was versteht man unter der Rate eines Prozesses, wie hängt die Lebensdauer damit zusammen?
4. Warum bezeichnet man die klassische Mechanik als deterministisch?
5. Was ist die Verarmungsregion in einem pn-Übergang? Welche Annahmen wurden zur Behandlung des pn-Übergangs gemacht?
6. Beschreiben Sie den Stern-Gerlach-Versuch.
7. Wie definiert man einen Diffusionsstrom?
8. Was versteht man unter dem Begriff Interferenz?
9. Wie ist die Einheit Elektronenvolt definiert?
10. Warum tritt der Photoeffekt erst überhalb einer gewissen Frequenz f_g auf?
11. Welche Information steckt in den Transmissions- und Reflexionskoeffizienten T und R?
12. Wie entsteht die Bandlücke im Halbleiter?
13. Was versteht man unter dem Welle-Teilchen-Dualismus?
14. Wie errechnet man das elektrische Feld in der Raumladungszone eines Halbleiters?
15. Was definiert den Grundzustand eines Atoms?
16. Wie ist die Hauptquantenzahl n definiert?
17. Welcher Operator ist der Energievariablen W in der zeitunabhängigen Schrödingergleichung zuzuordnen?
18. Wann nennt man einen Eigenwert entartet?

19. In welchen Größenordnungen liegt die übliche Dotier-Konzentration in Halbleitern?
20. Was versteht man unter dem Hamilton-Operator eines Teilchens?
21. Wie lässt sich die Elektronen-Wellenlänge experimentell bestimmen?
22. Erläutern Sie die wichtigsten Unterschiede zwischen elektromagnetischen Wellen und Materiewellen.
23. Lässt sich beim Doppelspaltexperiment der Auftreffort eines einzelnen Elektrons auf dem Detektor voraussagen?
24. Interpretieren Sie die Wellenfunktion und ihr Betragsquadrat.
25. Wie wirken sich Verunreinigungen im Halbleiter aus, die Energieniveaus nahe der Bandkanten erzeugen? Wie sieht die Sache für Störstellen in der Bandmitte aus?
26. Wie unterscheiden sich bei einer Welle Phasen- und Gruppengeschwindigkeit?
27. Was versteht man unter einem Wellenpaket?
28. Erläutern Sie anhand eines eindimensionalen Wellenpakets, warum Ort und Impuls eines Teilchens nicht gleichzeitig genau bestimmt werden können.
29. Was bedeutet in Zusammenhang mit Wellenpaketen Dispersion?
30. Welche Operatorgestalt nimmt der Impuls in der Ortsdarstellung an?
31. Warum kann die klassische Zustandsdefinition nicht direkt in die Quantenmechanik übernommen werden?
32. Was versteht man unter einem vollständig orthonormalen System?
33. Was hat es mit der effektiven Masse auf sich? Wie kann ich Sie aus dem Banddiagramm ermitteln?
34. Wie stehen Diffusionskonstante und Beweglichkeit zueinander in Beziehung?
35. Ein System befinde sich vor der Messung der Observablen A in irgendeinem Zustand. Was lässt sich über den Systemzustand nach der Messung sagen?
36. Welche Aussagen sind für eine Messung der Observablen A möglich, wenn sich das System bereits in einem Eigenzustand des von A befindet?
37. Supraleitung basiert auf der Wechselwirkung zwischen Elektronen. Kann ein solches Phänomen im Rahmen unseres Halbleitermodells quantifiziert werden?
38. Wann empfiehlt sich ein Separationsansatz für die Wellenfunktion?
39. Was bedeutet intrinsische Ladungsträgerdichte? Wie ändert sie sich mit der Temperatur?

40. Beschreiben Sie den Compton-Effekt?
41. Unter welchen Bedingungen besitzt der Hamilton-Operator ein diskretes Eigenwert-Spektrum?
42. Im pn-Übergang gibt es eine eingebaute Spannung. Was sagen Sie zu der Idee, diese Spannung abzugreifen und daraus ein Perpetuum Mobile (keine äußere Spannung notwendig) zu bauen?
43. Skizzieren Sie die Schritte zum Auffinden gebundener Zustände im endlichen Potentialtopf.
44. Gibt es im endlichen Potentialtopf immer einen symmetrischen und einen antisymmetrischen Zustand?
45. Welche Größen bestimmen die Zahl der diskreten Zustände im endlichen Potentialtopf?
46. Warum muss ich Halbleiter meist dotieren, um etwas Sinnvolles mit ihnen anzufangen?
47. Was kann für eine Wellenfunktion nach einem Potentialsprung mit $V_0 \rightarrow \infty$ über die Wellenfunktion in dem klassisch verbotenen Gebiet sagen?
48. Erläutern Sie den Tunneleffekt am Beispiel eines rechteckigen Potentialwalls.
49. Was ist die Ursache für das Entstehen von Energiebändern im Festkörper?
50. Wie viele diskrete Niveaus bilden ein Energieband?
51. Wie lautet der Hamilton-Operator des harmonischen Oszillators?
52. Was ist der Unterschied zwischen kristallinem und polykristallinem Material?
53. Durch welchen Ansatz lässt sich das Problem des dreidimensionalen harmonischen Oszillators auf einen linearen Oszillator zurückführen?
54. Was versteht man unter der Nullpunktsenergie eines harmonischen Oszillators? Welche Bedeutung hat diese Energie in der klassischen Mechanik?
55. Was ist unter der Orthonormierung von Zuständen zu verstehen?
56. Wie liegt das Fermi-Level ungefähr in einem schwach n-dotierten Halbleiter nahe $T = 0\text{ K}$?
57. Was kann über das generelle Verhalten der Lage des Fermi-Niveaus mit der Temperatur im dotierten Halbleiter gesagt werden?
58. Was zeichnet einen Halbleiter im elektrochemischen Gleichgewicht aus?
59. Wie kann man hochreine Halbleiter herstellen?
60. Welche dominanten Streuprozesse treten in einem Halbleiter auf? Wie ist ihr Temperaturverhalten?

61. Auf welchem Prinzip beruht ein Elektronenmikroskop?
62. Wie verhalten sich an der endlichen Potentialstufe T und R für $W < V_0$ und $W \gg V_0$?
63. Welche Elemente kommen grundsätzlich als Donatoren und Akzeptoren in GaAs in Frage?
64. Sind die Ladungsträgerbeweglichkeiten in einer hochdotierten oder in einer niedrig dotierten Probe des gleichen Halbleitermaterials höher?
65. Visualisieren Sie Generation von Ladungsträgerpaaren über Störstellen. In welchen Arten von Halbleitern spielt dieser Prozess eine wichtige Rolle und warum?
66. Würden Sie für ein schnelles Bauelement lieber n-dotiertes Silizium oder GaAs verwenden?
67. Wodurch wird die Farbe eines Halbleiterlasers festgelegt?
68. Was ist die Minoritätsträgerdichte?
69. Welcher Streuprozess dominiert in niedrig dotiertem Silizium bei Raumtemperatur?
70. Welche Eigenschaft definiert einen schwarzen Körper?
71. Was bedeuten Störstellenreserve und Störstellenerschöpfung?
72. In einem unkontaktierten Halbleiter werden durch homogene Beleuchtung Elektronen-Lochpaare erzeugt. Wird ein Driftstrom fließen?
73. Wie verhalten sich qualitativ das elektrische Feld und das Potential in einer pn-Diode, deren Grenzgebiet einen linearen Verlauf der Dichten von Donatoren und Akzeptoren aufweist?
74. Benennen Sie die einzelnen Terme der Kontinuitätsgleichung und erklären Sie ihre Bedeutung.
75. Wann spricht man von Quantenphänomenen?
76. Skizzieren Sie, wie das Problem des Elektrons im periodischen Potential gelöst werden kann. Welche Annahmen und Näherungen werden gemacht?
77. Zur Detektion von Licht kann man eine so genannte pin-Diode verwenden. Das ist eine pn-Struktur mit einer intrinsischen Schicht zwischen p-Gebiet und n-Gebiet. Was lässt sich über das eingebaute elektrische Feld innerhalb der intrinsischen Schicht sagen? Wo fällt eine von außen angelegte Spannung ab?
78. Erläutern Sie den Begriff der Auger-Generation. In einem Halbleiter kann unter großer Spannung ein Lawineneffekt beobachtet werden. Können Sie anhand der Auger-Rekombination erklären, was das ist?

79. Durch welche wichtigen Parameter wird die Schaltzeit eines Halbleiter-Bauelements beeinflusst?
80. Erläutern Sie die Begriffe stimulierte Emission, spontane Emission und Absorption.
81. Warum spielt die Auger-Rekombination besonders bei hohen Strömen oder in hochdotierten Halbleitern eine Rolle?
82. Was ist ein Loch?
83. Was ist eine ebene Welle?
84. Warum kann man sich bei der Beschreibung des elektrischen Verhaltens von Halbleitern meist auf Valenz- und Leitungsband beschränken?
85. Was ist die Diffusionsspannung eines pn-Übergangs?
86. Welche physikalische Bedeutung haben die Eigenwerte eines Operators?
87. Welche Bedeutung hat die Diffusionslänge?
88. Welche Ruhemasse hat ein Photon?
89. Was hat die Gitterkonstante eines Halbleiters mit der Bandlücke zu tun?
90. Warum bezeichnet man Quantenpunkte auch als „künstliche Atome“?
91. Wie ist die Wahrscheinlichkeitsstromdichte definiert?
92. Was ist ein stationärer Zustand?
93. Was versteht man unter gerader Parität?
94. Wie verläuft die Zustandsdichte im dreidimensionalen System? Wie sieht die Situation in System mit niedrigeren Dimensionen aus?
95. Worin besteht der wesentliche Unterschied zwischen einer klassischen und einer quantenmechanischen Messung?
96. Was tun wir mit der Parabelnäherung der Energie-Bänder des Halbleiters? Welche nützlichen Konsequenzen hat dieses Vorgehen?
97. Was ist die Wellenzahl und welche Einheit hat sie?
98. Erklären Sie, was bei Blochoszillationen im Halbleiter passiert.
99. Ist die intrinsische Ladungsträgerdichte in einem Silizium oder einem Germaniumkristall bei Raumtemperatur größer?
100. Was bedeutet entartete Dotierung? Welche Eigenschaften ergeben sich für den Halbleiter daraus?