

1 Quantentheorie des Lichts

1) Skizzieren Sie einen experimentellen Aufbau um den photoelektrischen Effekt zu messen und beschreiben Sie diesen kurz. (3 Punkte)

2) Bei einem Experiment zum photoelektrischen Effekt können der gemessene photoelektrische Strom bzw. die maximale Gegenspannung (kinetische Energie der Elektronen) jeweils ansteigen oder abfallen. Welches dieser Resultate würden Sie in den folgenden Fällen erwartet? Begründen Sie Ihre Antwort jeweils mit einem Satz:

a) Die Frequenz der Lichtquelle wird verdoppelt, wobei gleich viele Photonen pro Sekunde emittiert werden. (2 Punkte)

b) Die Leistung der Lichtquelle wird bei gleicher Frequenz verdoppelt. (2 Punkte)

c) Das Material der Emitter-Elektrode wird durch eines mit kleinerer Austrittsarbeit ersetzt. (2 Punkte)

3) Beim Compton-Effekt handelt es sich um ... (Single-Choice-Frage, 2 Punkte)

2 Die Wellennatur von Teilchen

4) Ein monoenergetischer Elektronenstrahl trifft auf einen Spalt, sodass ein Beugungsmuster auf einem Schirm dahinter zu beobachten ist.

a) Eine Halbierung der Spaltenbreite hat zur Folge, dass sich die Distanz zwischen den Beugungsminima ... (Single-Choice-Frage, 2 Punkte)

b) Eine Halbierung der kinetischen Energie der Elektronen hat zur Folge, dass sich die Distanz zwischen den Beugungsminima ... (Single-Choice-Frage, 2 Punkte)

c) Die Elektronen sollen durch schwerere Teilchen ersetzt werden, ohne das Beugungsmuster zu verändern. Dazu müsste die kinetische Energie der neuen Teilchen ... (Single-Choice-Frage, 2 Punkte)

5a) Berechnen Sie die de Broglie-Wellenlänge von Elektronen, die eine Geschwindigkeit von 1.63×10^5 m/s besitzen. (2 Punkte)

5b) Nehmen Sie an, dass die Elektronen durch ein Wellenpaket mit einer örtlichen Halbwertsbreite von 2.65 nm beschrieben werden können. Welche Halbwertsbreite erwarten Sie bei einer Geschwindigkeitsmessung zu erhalten? (2 Punkte)

3 Die Schrödingergleichung

6) Ein Teilchenstrahl trifft auf einen sprunghaften, aber endlichen Anstieg der potentiellen Energie bei $x = 0$, wobei die kinetische Energie kleiner als der Anstieg der potentiellen Energie ist. Welche Aussage trifft zu (Single-Choice-Frage, 2 Punkte)

7a) Betrachten Sie quantenmechanische Teilchen in den drei Zuständen eines harmonischen Oszillators. Zeichnen Sie ihre Energiezustände, Wellenfunktionen und Aufenthaltswahrscheinlichkeiten in die vorgesehenen Graphen ein. (4 Punkte)

7b) Berechnen Sie die nötigen Energie um ein Teilchen vom zweiten in den dritten Zustand anzuregen, wenn der erste angeregte Zustand bei 1.5 eV liegt. (2 Punkte)

4 Rutherford-Bohrsches Atommodell

- 8) Berechnen Sie die Photonenenergie in eV und die emittierte Wellenlänge in nm für den Übergang von $n_1 = 5$ zu $n_2 = 3$ in einem Wasserstoffatom nach dem Bohrschen Atommodell (3 Punkte)
- 9) In einem Ion mit nur einem Elektron im tiefste Zustand beträgt die Ionisationsenergie 490 eV.
a) Berechnen Sie die Kernladungszahl Z . (2 Punkte)
b) Berechnen Sie die emittierte Wellenlänge wenn das Elektron vom ersten angeregten Zustand in den Grundzustand übergeht. (3 Punkte)

5 Das Wasserstoffatom

- 10a) Wievielfach ist der Energiezustand mit $n=3$ des Wasserstoffatoms entartet? (2 Punkte)
- 10b) Liste Sie alle möglichen Kombinationen der Quantenzahlen (l, m_l, m_s) für ein Elektron in einem p-Orbital auf. (2 Punkte)
- 11) Über welche physikalische Größe gibt die Quantenzahl m_l Auskunft? (Single-Choice-Frage, 2 Punkte)
- 12) Für welche Wasserstoffzustände ist die Aufenthaltswahrscheinlichkeit des Elektrons winkelnabhängig? (Single-Choice-Frage, 2 Punkte)

6 Vielelektronenatome

- 13) Das Pauli-Prinzip sagt aus, dass ... (Single-Choice-Frage, 2 Punkte)
- 14a) Geben sie die Elektronenkonfiguration von atomarem Sauerstoff an. (2 Punkte)
- 14b) welche Werten haben die Quantenzahlen für den Gesamtdrehimpuls L und den Gesamtspin S für Sauerstoff? (2 Punkte)
- 15) Beschreiben Sie kurz die drei Hauptbestandteile eines Lasers (3 Punkte)

7 Moleküle

- 16) Ist FO oder F_2 stärker gebunden? Begründen Sie Ihre Antwort. (2 Punkte)
- 17) Betrachten Sie Rotationszustände in einem zweiatomigen Molekül. Der erste angeregte Zustand liegt 0.1 eV über dem Grundzustand. Berechnen Sie wie hoch der zweite angeregte Zustand über dem Grundzustand liegt. (2 Punkte)

8 Statistische Physik

- 18) Die Zustandsdichte liefert Information über ... (Single-Choice-Frage, 2 Punkte)
- 19) Welche Verteilungsfunktion ist am besten geeignet um die statistische Energieverteilung von Protonen und Neutronen in einem Atomkern zu beschreiben? (Single-Choice-Frage, 2 Punkte)
- 20) Zeichnen Sie die Verteilung von vier identischen Atomen in die Energiediagramme ein. Nehmen sie dazu eine Temperatur von 0 K an und dass es sich um Spin-1 Teilchen (links) bzw. Spin-1/2 Teilchen (rechts) handelt.

9 Kernstruktur und Radioaktivität

21) Die Kernkraft (starke Wechselwirkung) ... (Single-Choice-Frage, 2 Punkte)

22a) Berechnen Sie die Bindungsenergie in eV pro Nukleon von ${}^8\text{Be}$ (Atommasse $m = 8.005305$ u). (2 Punkte)

22b) ${}^8\text{Be}$ kann in zwei α -Teilchen (Atommasse jeweils $m = 4.002603$ u) zerfallen. Berechnen Sie die kinetische Energie eines α -Teilchens wenn ${}^8\text{Be}$ sich ursprünglich nicht bewegt. (2 Punkte)

23a) Vervollständigen Sie folgendes Reaktionsschema für den β^+ und β^- Zerfall. (2 Punkte)

23b) Beschreiben und skizzieren Sie eine experimentelle Anordnung um die entstehenden Elektronen und Positronen zu unterscheiden bzw. zu trennen. (2 Punkte)

10 Elementarteilchen

24) Welches der folgenden Teilchen ist aus Bestandteilen zusammengesetzt? (Single-Choice-Frage, 2 Punkte)

25) Reichen Sie die vier Grundkräfte entsprechend ihrer Reichweite (weit \rightarrow kurz). (2 Punkte)

26) Betrachten Sie folgende Reaktionsgleichung; welches Teilchen könnte "X" sein? (Single-Choice-Frage, 2 Punkte)

