

Übungsblatt 9

Ausgabe: Dienstag, 19.12.2023

Abgabe: Dienstag, 09.01.2024, vor 10:00 Uhr

Besprechung: Donnerstag, 11.01.2024 (Übungen)

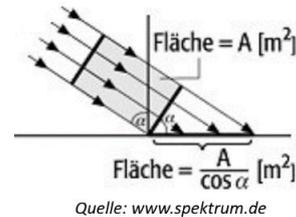
Aufgabe 1

5 Punkte

- Zeigen Sie, dass das Plancksche Strahlungsgesetz für große Wellenlängen in das Rayleigh-Jeans-Gesetz übergeht. **1 Punkt**
- Zeigen Sie, dass das Plancksche Strahlungsgesetz für kleine Wellenlängen in das Wiensche Strahlungsgesetz übergeht. **1 Punkt**
- Zeigen Sie, dass das Wiensche Verschiebungsgesetz im Einklang mit dem Planckschen Strahlungsgesetz steht. **1 Punkt**
- Zeigen Sie, dass sich das Stefan-Boltzmann-Gesetz aus dem Planckschen Strahlungsgesetz herleiten lässt. **2 Punkte**

Hinweise:

- Berücksichtigen Sie bei der notwendigen Integration über den Raum, in den abgestrahlt wird, das Lambertsche Kosinusgesetz. Nach diesem verringert sich die Strahlstärke $I(\alpha)$ bei Einfall unter einem Winkel α zu einer Oberfläche entsprechend $I(\alpha) = I_0 \cdot \cos \alpha$ (I_0 : Strahlstärke bei senkrechtem Einfall).
- $\int_0^\infty dx x^3 (e^x - 1)^{-1} = \pi^4/15$.



Aufgabe 2

4 Punkte

In einem Aufbau zur Vermessung des äußeren photoelektrischen Effekts wird eine Kathode in einer Vakuumröhre von außen beleuchtet. Die Photonen lösen Elektronen aus der Kathode heraus, welche zu einer gegenüberliegenden Anode fliegen. Zwischen Kathode und Anode wird eine Spannung U angelegt.

- Skizzieren Sie bei fester Wellenlänge und Intensität der Beleuchtung den Elektronenstrom I zwischen Kathode und Anode als Funktion der Spannung U . **2 Punkte**
- Wie ändert sich $I(U)$ qualitativ, wenn die Lichtintensität erhöht wird? **½ Punkt**
- Wie ändert sich $I(U)$ qualitativ, wenn zur Beleuchtung Licht mit einer kleineren Wellenlänge verwendet wird? Die Leistung des verwendeten Lichts bleibe unverändert. **½ Punkt**
- Beleuchtet man eine Natrium-Kathode mit Licht der Wellenlänge $\lambda = 366$ nm, so misst man als maximale kinetische Energie der Elektronen von 1.07 eV. Verwendet man $\lambda = 254$ nm, so misst man 2.56 eV. Bestimmen Sie aus diesen Messergebnissen die Plancksche Konstante h und die Austrittsarbeit der Elektronen. **1 Punkt**

Aufgabe 3

2 Punkte

- a) Damit ein menschliches Auge eine grüne Spektrallinie ($\lambda = 500 \text{ nm}$) wahrnehmen kann, ist eine Lichtleistung von mindestens $4 \cdot 10^{-19} \text{ W}$ erforderlich. Wie viele Photonen müssen dazu pro Sekunde auf die Netzhaut treffen? **1 Punkt**
- b) Die Intensität des Sonnenlichts an der Erdoberfläche beträgt etwa 1400 W/m^2 . Nehmen Sie an, dass diese Intensität nur von sichtbarem Licht stammt. Wieviele Lichtquanten treffen in einer Sekunde auf Ihren Handrücken? **1 Punkt**

Aufgabe 4

3 Punkte

- a) Erklären Sie das Funktionsprinzip eines Lasers anhand eines Energieniveau-Schemas.
2 Punkte
- b) Das oberste Energieniveau eines Lasers hat eine Energie von $E_2 = 2,0 \text{ eV}$ über dem Grundzustand. Wie ist dieses Niveau bei Raumtemperatur ($T = 300 \text{ K}$) bzw. bei $T = 1000 \text{ K}$ allein durch die thermische Besetzung bevölkert? **1 Punkt**



Wir wünschen Ihnen frohe
Weihnachten und einen guten Start
in das Jahr 2024!