

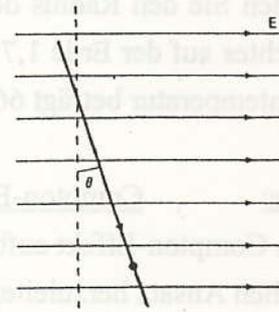
Übungen zur Modernen Physik (Atome, Kerne Teilchen) – SS2007

Blatt 6

27. Aufgabe: Elementarladung

In einer modifizierten Millikan-Anordnung wird die Ladung eines Öltröpfchens in einem horizontalen elektrischen Feld \mathbf{E} bestimmt. Zeige, dass unter dieser Bedingung das Tröpfchen der Ladung q unter einem Winkel θ gegen die Vertikale fällt, wobei gilt: $\sin\theta = qE/6\pi Rv_2\eta$ (R: Radius des Tröpfchens, η : Zähigkeit des Gases).

Wie kann die Ladung des Öltröpfchens bestimmt werden, wenn man die Geschwindigkeit v_1 ohne Feld und v_2 mit Feld, sowie den Winkel θ misst?



Trajectory of a positively charged oil drop falling in horizontal electric field.

28. Aufgabe: Massenspektroskopie

Berechne für die Anordnung von Bucherer die zur Kompensation der elektrischen Ablenkung gebrauchte magnetische Induktion B , sowie den Abstand $P_1 - P_2$ für Elektronen mit Geschwindigkeiten $v = 1 \times 10^8$ m/s, 2×10^8 m/s und $2,9 \times 10^8$ m/s. Hinweise: Streufelder vernachlässigen, elektrische Feldstärke im Kondensator 4000 V/cm, Abstand Kondensatorrand-Platte 5 cm.

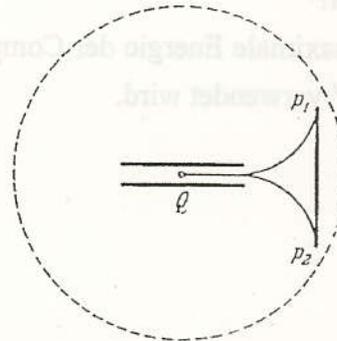


Abb. 2. Schema der Anordnung von Bucherer. $Q = \beta$ -Strahlenquelle im Plattenkondensator. Magnetfeld senkrecht zur Zeichenebene. Nur Elektronen einer einheitlichen, durch die Abmessungen des Kondensators und die beiden Feldstärken festgelegten Geschwindigkeit können den Kondensator verlassen und nach P_1 oder P_2 gelangen

29. Aufgabe: Hohlraumstrahlung

- Drücken Sie die monochromatische Energiedichte der Strahlung des schwarzen Körpers als Funktion der Wellenlänge aus.
- Bestimmen Sie die Wellenlänge, bei der die monochromatische Energiedichte der Strahlung eines schwarzen Körpers bei einer vorgegebenen Temperatur ihr Maximum besitzt.
- Bestimmen Sie die asymptotische Form des Planckschen Strahlungsgesetzes für den Fall, bei dem die Frequenz sehr hoch, und für den Fall, bei dem sie sehr niedrig ist.
- Bestimmen Sie die gesamte Energiedichte der Strahlung eines schwarzen Körpers als Funktion der Temperatur.
- Bestimmen Sie das über alle Frequenzen integrierte Emissionsvermögen eines schwarzen Körpers als Funktion der Temperatur.

Bitte wenden!

f) Berechnen Sie die Temperatur der Sonne und die Energiedichte der Strahlung im Inneren unter der Annahme, dass die Sonne ein sphärischer schwarzer Körper mit dem Radius $7 \cdot 10^8$ m ist. Die Intensität der Sonnenstrahlung an der Erdoberfläche, die $1,5 \cdot 10^{11}$ m von der Sonne entfernt ist, beträgt $1,4 \cdot 10^3$ W m⁻². Sind die gefundenen Werte realistisch?

g) Bestimmen Sie den Radius des Sterns Procyon B aus den folgenden Daten: Energieflussdichte des Sternlichtes auf der Erde $1,7 \cdot 10^{-12}$ W m⁻², die Entfernung zum Stern beträgt 11 Lichtjahre, die Oberflächentemperatur beträgt 6600 K. Der Stern strahle wie ein schwarzer Körper.

30. Aufgabe: Compton-Effekt

a) Die beim Compton-Effekt auftretende Wellenlängenänderung $\Delta\lambda$ ist durch klassischen und durch relativistischen Ansatz herzuleiten.

b) Aus der Beziehung für die Wellenlängenänderung $\Delta\lambda$ ist die Energie für die gestreuten Photonen zu folgern, wenn die Primärenergie E_0 beträgt.

c) Wie groß ist die Energieänderung $\Delta E = E_0 - E$ und die Energie E der Streuquanten, wenn Gammastrahlung von $E_0 = 1,33$ MeV (⁶⁰Co) verwendet wird und die Streuquanten unter $\varphi = \pi/2$ beobachtet werden?

d) Es ist die maximale Energie der Compton-Elektronen zu berechnen, wenn Gammastrahlung von $E_0 = 1,33$ MeV verwendet wird.

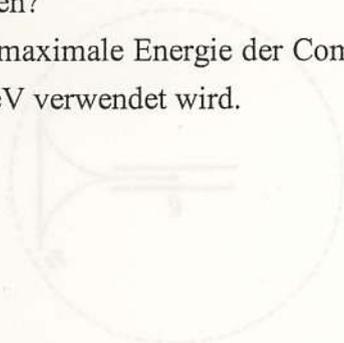


Abb. 1. Schematische Darstellung des Compton-Effekts. Ein Photon der Energie E_0 trifft auf einen ruhenden Elektronen der Masse m_0 . Nach der Kollision wird das Photon unter einem Winkel φ gestreut, und der Elektronen wird Energie übertragen. Die Energieerhaltung und die Impulserhaltung führen zu den Compton-Formeln.

32. Aufgabe: Hohlraumstrahlung
 a) Drücken Sie die monochromatische Energiedichte der Strahlung des schwarzen Körpers als Funktion der Wellenlänge aus.
 b) Bestimmen Sie die Wellenlänge, bei der die monochromatische Energiedichte der Strahlung des schwarzen Körpers bei einer vorgegebenen Temperatur ihr Maximum besitzt.
 c) Bestimmen Sie die asymptotische Form des Planckschen Strahlungsgesetzes für den Fall, bei dem die Frequenz sehr hoch, und für den Fall, bei dem sie sehr niedrig ist.
 d) Bestimmen Sie die gesamte Energiedichte der Strahlung eines schwarzen Körpers als Funktion der Temperatur.
 e) Bestimmen Sie das über alle Frequenzen integrierte Emissionsvermögen eines schwarzen Körpers als Funktion der Temperatur.