



Übungen und Ergänzungen zur Einführung in die Physik II
für Studierende
der Biologie, Pharmazie und Geowissenschaften

Serie 12 / 07.05.2019

Lösungen

Aufgabe 36.

(a) Die Strahlungsflussdichte S_s eines schwarzen Körpers der absoluten Temperatur T über alle in der Strahlung vorkommenden Wellenlängen λ ist

$$S_s = \sigma T^4$$

mit $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}^4)$. Danach erhält man mit $T_S = 5800 \text{ K}$ für den insgesamt von der Sonnenoberfläche $A_S = 4\pi R_S^2 = 6,1 \cdot 10^{18} \text{ m}^2$ ausgehenden Strahlungsleistung

$$P_S = S_S A_S = \sigma A_S T_S^4 = 3,92 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

(b) Die Oberfläche einer gedachten Kugel um die Sonne mit dem Abstand Sonne-Erde r_E als Radius hat die Grösse $A = 4\pi r_E^2 = 2,83 \cdot 10^{23} \text{ m}^2$. Demnach ist die von der Sonne je m^2 empfangene Energie, die sog. Solarkonstante,

$$E_S = \frac{P_S}{A} \approx 1385 \text{ J}/(\text{m}^2\text{s})$$

Aufgabe 37.

Aus dem Wienschen Gesetz folgt

$$\lambda_{\max} T = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$$

Danach verschiebt sich die Lage des Maximums der spektralen Strahldichte mit steigender Temperatur immer mehr nach dem kurzwelligeren Teil des Spektrums. Man erhält für λ_{\max}

- (a) 966 nm (infraroter Bereich)
- (b) 500 nm (Bereich des sichtbaren Lichts, grün)
- (c) $1,07 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 1,07 \text{ mm}$ (Mikrowellenbereich)

Aufgabe 38.

(a) Es gilt das Zerfallsgesetz

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

wobei N_0 Anzahl der anfangs vorhandenen, N Anzahl der nach der Zeit t vorhandenen gleichartigen Nuklide ist. In der Halbwertszeit $t = T_{1/2}$ zerfällt die Hälfte der Kerne, also $N = N_0/2$, womit für die Zerfallskonstante

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}}$$

folgt. Für Po-210 mit $T_{1/2} = 138 \text{ d} \approx 1,19 \cdot 10^7 \text{ s}$ wird $\lambda = 5,82 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1}$. Für $N_0 = 10^6$ Kerne und $t = 24 \text{ h} = 86400 \text{ s}$ erhält man nach dem Zerfallsgesetz $N \approx 995000$. Es zerfallen also in 24 h $\Delta N = N_0 - N \approx 5000$ Kerne, je Sekunde demnach durchschnittlich $\approx 0,06$. Die Aktivität beträgt somit

$$A = \frac{\Delta N}{t} \approx 0,06 \text{ Bq}$$

(Alternative Berechnung mit $A = \lambda \cdot N(t)$ möglich).

(b) Aus dem Zerfallsgesetz folgt mit $\lambda = \ln 2 / T_{1/2}$ für die Aktivität als Anzahl der Kernzerfälle je Sekunde

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = \lambda N$$

damit erhält man das Zerfallsgesetz in der Form

$$A = A_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-(\ln 2)t/T_{1/2}}$$

Mit $A = A_F = 50 \text{ kBq}$, $A_0 = 185 \text{ kBq}$ und $t = nT_{1/2}$ (Abklingdauer) folgt daraus

$$\begin{aligned} A_0/A_F &= e^{n \ln 2} \\ \Rightarrow n &= \ln(A_0/A_F) / \ln 2 = 1,89 \end{aligned}$$

Für Co-60 ist $T_{1/2} = 5,3 \text{ a}$, somit $t = 10 \text{ a}$.