Physik-Marathon 2025

– Aufgabe 11 –

(18. August – 24. August)

Temperaturen in einem radioaktiven Asteroiden

Ein kugelförmiger, homogener und schwarzer Asteroid aus festem Gestein ist so weit aus dem Sonnensystem herausgeschleudert worden, dass die Sonne ihn nicht mehr erwärmt. In seinem Innern sind radioaktive Nuklide gleichmäßig verteilt, deren Zerfall eine Heizleistung $\dot{q}$ je Masseneinheit erzeugt.

Der Asteroid hat den Radius R, die Dichte ϱ, die Wärmeleitfähigkeit λ und befindet sich im thermischen Gleichgewicht (stationärer Zustand). Die 3K-Hintergrundstrahlung bleibt unberücksichtigt.

a) Berechne die Oberflächentemperatur T_s des Asteroiden!

b) Wie groß ist seine Temperatur T_c im Mittelpunkt?

Daten: Radius $R = 20\ \mathrm{km}$; Dichte $\varrho = 4{,}5\ \mathrm{g/cm^3}$; Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 4{,}8\ \mathrm{W/(m \cdot K)}$; Heizleistung $\dot{q} = 4 \cdot 10^{-9}\ \mathrm{W/kg}$.