

1. Extemporale aus der Physik * Q12 ph₂ (Astrophysik) * 13.01.2014

Für die folgenden Aufgaben dürfen folgende Gesetze und Daten – falls benötigt – verwendet werden.

Stefan-Boltzmann-Gesetz: $P = \Phi = \sigma \cdot A \cdot T^4$ mit $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{K}^4 \cdot \text{m}^2}$

Wien'sches Verschiebungsgesetz: $\lambda_{\text{max}} \cdot T = b$ mit $b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{K} \cdot \text{m}$

Daten: Sonnenradius $R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{m}$

$$1 \text{ AE} = 1,50 \cdot 10^{11} \text{m}$$

$$\text{Solarkonstante } S = 1,36 \frac{\text{kW}}{\text{m}^2}$$

1. Die Strahlung unserer Sonne

- Was gibt die Solarkonstante S an?
- Leiten Sie aus den oben gegebenen Daten her, dass für die Leuchtkraft L_{\odot} der Sonne (d.h. die Strahlungsleistung der Sonne) gilt: $L_{\odot} = 3,85 \cdot 10^{26} \text{W}$.

2. Mittlere Temperatur auf dem Mars

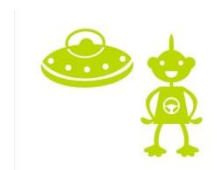
Der Planet Mars hat einen Radius von ca. 3400 km und befindet sich in einem mittleren Abstand von 1,52 AE von der Sonne.

- Berechnen Sie die Solarkonstante S_{Mars} für den Planeten Mars.

$$[\text{Ergebnis: } S_{\text{Mars}} = 589 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}]$$

- Etwa 25% der auf den Mars auftreffenden Strahlung werden reflektiert. Welche mittlere Temperatur sollte sich auf der Marsoberfläche einstellen, wenn man davon ausgeht, dass die vom Mars absorbierte Strahlungsenergie genau der emittierten Strahlungsenergie entspricht?

Aufgabe	1a	b	2a	b	Summe
Punkte	3	4	4	5	16



Gutes Gelingen! G.R.

1. Extemporale aus der Physik * Q12 ph₂ (Astrophysik) * 13.01.2014 * Lösung

1. a) Die Solarkonstante S gibt an, dass oberhalb der Erdatmosphäre pro Quadratmeter eine solare Strahlungsleistung von 1,36 kW senkrecht auftrifft.
(Ganz exakt: S ist die langjährig gemittelte extraterrestrische Sonnenbestrahlungsstärke, die bei mittlerem Abstand Erde–Sonne ohne den Einfluss der Atmosphäre senkrecht zur Strahlrichtung auf die Erde auftrifft.)

- b) Im Abstand von 1 AE verteilt sich die Strahlungsleistung der Sonne auf eine Kugel­fläche mit dem Inhalt $A = 4 \cdot (1,0\text{AE})^2 \pi$, wobei jeder m^2 die Leistung 1,36 kW bekommt. Also gilt:

$$L_{\odot} = S \cdot 4 \cdot (1,0\text{AE})^2 \pi = 1,36 \cdot 10^3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 4 \cdot (1,50 \cdot 10^{11} \text{m})^2 \cdot \pi = 3,85 \cdot 10^{26} \text{W}$$

$$2. \text{ a) } S_{\text{Mars}} = \frac{L_{\odot}}{4 \cdot (1,52\text{AE})^2 \pi} = \frac{3,85 \cdot 10^{26} \text{W}}{4 \cdot (1,52 \cdot 1,50 \cdot 10^{11} \text{m})^2 \pi} = 589 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\text{b) } P_{\text{absorbiert}} = P_{\text{emittiert}} \Leftrightarrow (1 - 0,25) \cdot R_{\text{Mars}}^2 \cdot \pi \cdot S_{\text{Mars}} = \sigma \cdot A_{\text{Mars}} \cdot T_{\text{Mars}}^4 \Leftrightarrow$$

$$0,75 \cdot R_{\text{Mars}}^2 \cdot \pi \cdot S_{\text{Mars}} = \sigma \cdot 4 \cdot R_{\text{Mars}}^2 \cdot \pi \cdot T_{\text{Mars}}^4 \Leftrightarrow 0,75 \cdot S_{\text{Mars}} = \sigma \cdot 4 \cdot T_{\text{Mars}}^4 \Leftrightarrow$$

$$T_{\text{Mars}} = \sqrt[4]{\frac{0,75 \cdot S_{\text{Mars}}}{\sigma \cdot 4}} = \sqrt[4]{\frac{0,75 \cdot 589 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}{5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{K}^4 \cdot \text{m}^2} \cdot 4}} = 210 \text{K} \hat{=} -63^{\circ}\text{C}$$

