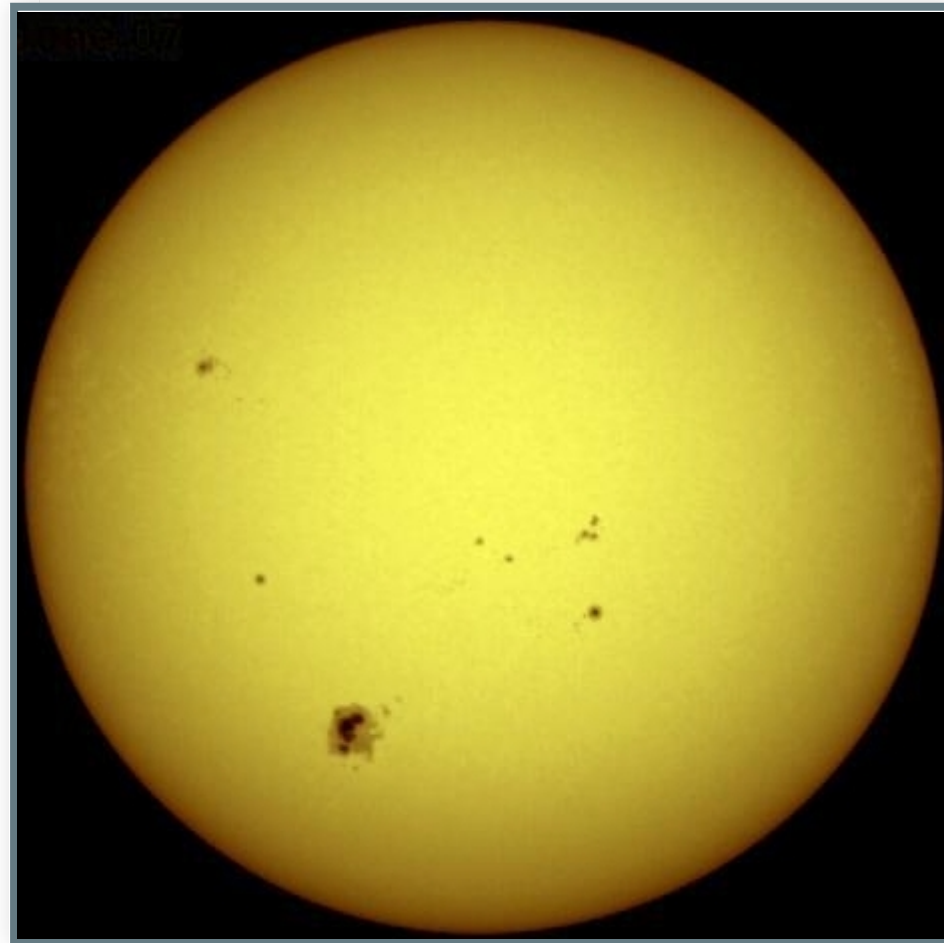


DIE SONNE



- Physik Q4 (sp, 10.02.2017)

SONNE UND SONNENSYSTEM I

Sonne ist von erheblicher Bedeutung

- als Energiequelle → Kernfusion im Inneren
- enthält ca. 99 % der Masse des Sonnensystems
- da wir sie **gut** beobachten können



SONNE UND SONNENSYSTEM II

Planeten werden unterteilt in

- **erdähnliche Planeten:** Merkur, Venus, Erde, Mars
 - **Eigenschaften:** kleine Masse, feste Oberfläche, große mittlere Dichte

SONNE UND SONNENSYSTEM III

sowie . . .

- **jupiterähnlichen Planeten:** Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun
 - **Eigenschaften:** große Masse, H- & He-Atmosphäre, kleine mittlere Dichte
 - Im Vergleich zu den erdähnlichen Planeten relativ groß
- ***Mein Vater erklärt mir jeden Sonntag unsere neun Planeten***

ZUSTANDSGRÖSSEN VON STERNEN I

Sinn → beschreiben Eigenschaften von Sternen

1. Radius
2. Masse & mittlere Dichte
3. Leuchtkraft
4. Photosphärentemperatur
5. Rotationsperiode
6. Chemische Zusammensetzung



ZUSTANDSGRÖSSEN VON STERNEN II

- **Sonnenradius R_{\odot}** = 695 700 km = 109 r_E
- **Aufgabe:** Erläutere, wie man den Sonnenradius R_{\odot} bestimmen kann.
- **Chemische Zusammensetzung**
 - 73% H
 - 25% He
 - 2% Rest
- Wird ermittelt über die Absorptionslinien im Sonnenspektrum.

ZUSTANDSGRÖSSEN VON STERNEN III

- **Leuchtkraft** = Strahlungsleistung eines Sternes
- **Beachte:** Leuchtkraft \neq Kraft!
- sondern eine **Leistung**

$$L = \frac{\textit{abgestrahlte Energie } E}{\textit{Zeit } t}$$

- Solarkonstante $S = 1,37 \text{ kW} / \text{m}^2$
- d. h. jeder m^2 der Erdatmosphäre empfängt die Strahlungsleistung $P = 1,37 \text{ kW}$
- ... falls die Sonnenstrahlung senkrecht auftrifft

ZUSTANDSGRÖSSEN VON STERNEN IV

- Leuchtkraft $L = 3,8 \cdot 10^{26}$ W.
- **Aufgabe:** Berechne die Leuchtkraft L der Sonne.

ZUSTANDSGRÖSSEN VON STERNEN V

- Masse m_{S} der Sonne:

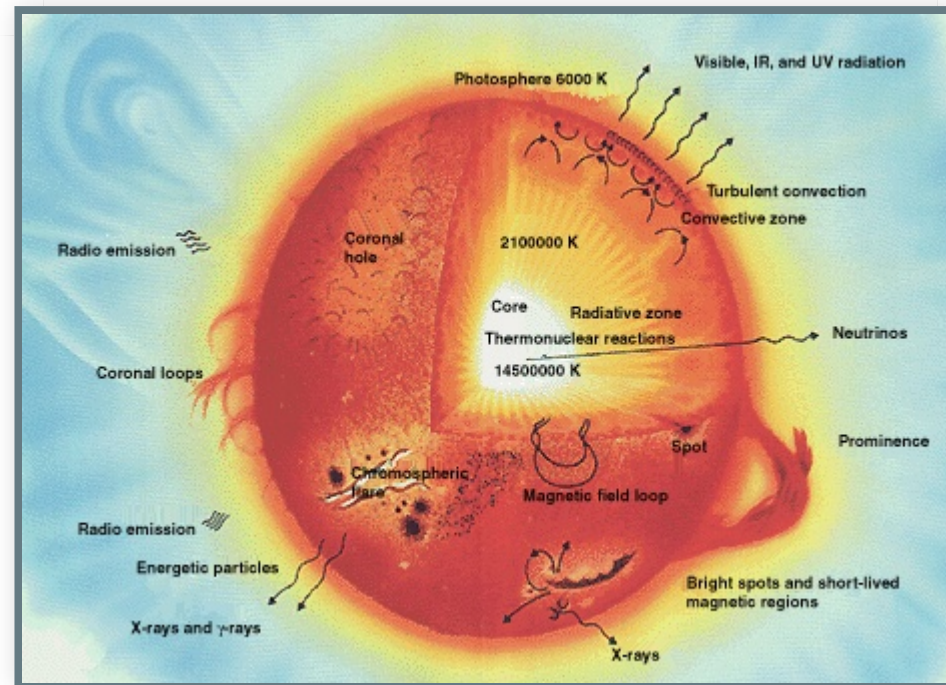
$$m_{\text{S}} = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg} = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Erdmassen}$$

- Mittlere Dichte ρ_{S} der Sonne: $\rho_{\text{S}} = 1,41 \text{ g/cm}^3$
- **Aufgabe:** Berechne die Masse m_{S} der Sonne.

ZUSTANDSGRÖSSEN VON STERNEN VI

- **Photosphärentemperatur** $T = 5\,770\text{ K}$
- **Photosphäre**: 300 km dicke Schicht zw. Sonneninnerem und Sonnenatmosphäre
- Photosphärentemperatur → Berechnung mithilfe des Stefan-Boltzmann-Gesetzes
- **Rotationsperiode** beträgt ca. 25 Tage
- Rotation ist am Sonnenäquator am größten & nimmt zu den Polen hin ab
 - nennt man **differenzielle** Rotation
- Umlauf der Planeten um die Sonne & Drehsinn der Sonne gehen in die gleiche Richtung

INNERER AUFBAU DER SONNE I



SONNENATMOSPHERE I

Hinweis: Nie mit bloßem Auge in die Sonne schauen!

Unterteilung der Sonnenatmosphäre von innen nach außen:

- **Photosphäre**
 - Dicke ca. 300 km; strahlt den größten Teil der Sonnenenergie in den Weltraum ab; Helligkeit ist ungleich verteilt.

SONNENATMOSPHERE II

- **Chromosphäre**

- Dicke ca. 10 000 bis 30 000 km; rötlich leuchtend; durchsichtig; Temperatur steigt von 5 000 K (innen) auf ca. 500 000 K (außen) an.

- **Korona**

- gewaltige Gaswolke; reicht weit in den interplanetaren Raum; Temperatur steigt nach außen hin auf bis zu $4 \cdot 10^6$ K

- **Sonnenwind:** wg. der hohen Temperaturen haben die Elektronen & Protonen hohe Geschwindigkeiten → Teilchen verlassen Sonne mit $300 \text{ km/s} \leq v \leq 750 \text{ km/s}$

INNERER AUFBAU DER SONNE II

- **Innere der Sonne** ist wie ein Fusionsreaktor: Der **Proton-Proton-Zyklus** liefert die Energie der Sonne.
- Strahlungsleistung $L = 3,8 \cdot 10^{26}$ W
- Proton-Proton-Zyklus liefert netto die Energie $E = 26,2$ MeV = $4,2 \cdot 10^{-12}$ J
- **Aufgabe:** Erläutere den Proton-Proton-Zyklus.
- **Aufgabe:** Bestimme die Anzahl N der Heliumkerne, die pro Sekunde die Strahlungsleistung L der Sonne erzeugen.

INNERER AUFBAU DER SONNE III

- **Innere der Sonne** ist nicht beobachtbar; Aussagen über das Sonneninnere beruhen auf Modellannahmen.
- **Strahlungstransportgebiet:** Die Energie wird über Konvektion & Strahlung zur Photosphäre transportiert.

INNERER AUFBAU DER SONNE IV

- **Wasserstoffkonvektionszone:** reicht bis zur Photosphäre. Proton-Proton-Zyklus: $T \geq 2 \cdot 10^6$ K.
 $T < 10^6$ K: der Ionisationsgrad ist geringer → Proton & Elektron rekombinieren und bilden Wasserstoff.
- Wasserstoffkonvektionszone → *thermische Materiebewegung*: heiße Gasmassen dringen nach außen zur Photosphäre und geben dort ihre Wärme ab, kühlere Gasmassen sinken in das Innere der Sonne.

QUELLEN

- Die Präsentation ist eine Zusammenfassung von Bardo Diehl u. a.: Physik Oberstufe, Cornelsen, 2008, *Kapitel 13.1: Unser Stern: die Sonne*.
- Der Titel der Präsentation ist einem Buchtitel entnommen von Rudolf Kippenhahn: *Der Stern, von dem wir leben*.
- Die Bilder stammen von der [NASA](#) und sind laut [Wikipedia](#) gemeinfrei.

ENDE

- Präsentation erstellt mit [Reveal.js](#)
- Präsentation online: <http://www.wspiegel.de/ppp/sonne.html>
- → [Zurück zur Startseite . . .](#)

