

Frage 1: Himmelsmechanik

a) Ceres hat eine Umlaufzeit von $P = 4.59984$ Jahren und eine Exzentrizität von $e = 0.078$.

i. Berechnen Sie die Perihel- und Aphel-Entfernungen von Ceres (4 Punkte)

ii. Wo liegt die Bahn von Ceres im Vergleich zu anderen Objekten im Sonnensystem? Um was für eine Art von Objekt wird es sich daher bei Ceres handeln? (2 Punkte)

b) Io ist ein Mond des Jupiters und umkreist Jupiter innerhalb von 1.77 Tagen auf einer Kreisbahn mit 422000 km Radius. Bestimmen Sie die Masse des Jupiters in Einheiten der Erdmasse. Welche Annahmen müssen Sie dabei machen? (5 Punkte)

Frage 2: Sonnensystem

a) Der Mars hat einen Radius von 3390 km, seine Bahn hat eine große Halbachse von 1.524 AU.

i. Was ist der größte Winkeldurchmesser, unter dem man den Mars beobachten kann? (3 Punkte)

ii. Um welchen Faktor schwankt die Helligkeit des Mars zwischen dem Punkt der nächsten Annäherung an die Erde und dem Punkt der größten Entfernung des Mars von der Erde? (3 Punkte)

b) Da sich Mond und Erde auf der gleichen Bahn um die Sonne bewegen, ist die Einschlagrate von Meteoriten auf beiden Objekten ähnlich groß. Warum finden wir dennoch deutlich weniger Meteoritenkrater auf der Erde? (3 Punkte)

c) Nennen Sie drei wesentliche Eigenschaften der jupiterähnlichen Planeten (3 Punkte)

d) Dieses Jahr landete die chinesische Sonde Chang'e 4 auf der Erde abgewandten Seite des Mondes.

i. Was ist physikalische Ursache dafür, dass wir vom Mond immer nur eine Seite sehen? (2 Punkte)

ii. Pink Floyd nannten die erdabgewandte Seite des Mondes „Dark Side of the Moon“. Warum ist dieser Begriff so Quatsch? (1 Punkt)

Frage 3: Exoplaneten

1. Ein sonnenähnlicher Stern ($R = 700000 \text{ km}$) mit einer scheinbaren Helligkeit von $m_v = 4.50 \text{ mag}$ werde von einem saturnähnlichen kugelförmigen Planeten mit Radius $r = 70000 \text{ km}$ umkreist.

i. Berechnen Sie die relative Intensitätsänderung, die der Stern erfährt, wenn der Planet während eines Transits von der Erde aus gesehen vor der Sternscheibe vorbeizieht.

(2 Punkte)

ii. Was ist die Sternhelligkeit in Magnituden während der Bedeckung durch den Planeten?

(2 Punkte)

2. Neben Planetentransits gibt es auch andere Methoden, extrasolare Planeten zu detektieren. Erklären Sie kurz die wesentlichen Ideen hinter einer dieser Methoden.

(4 Punkte)

Frage 4: Sterne

a) Pollux ($\beta \text{ Gem}$), einer der hellsten Sterne im Sternbild Zwillinge, hat eine scheinbare Helligkeit von 1.14 mag und eine Parallaxe von $96.54 \text{ Millibogensekunden}$.

i. Was ist die Entfernung von Pollux?

(1 Punkt)

ii. Was ist die absolute Helligkeit von Pollux?

(2 Punkte)

iii. Die Sonne hat eine absolute Helligkeit von $M_v = 4.5 \text{ mag}$. Bestimmen Sie die Leuchtkraft von Pollux in Einheiten von Sonnenleuchtkräften.

(2 Punkte)

Falls Sie Teilaufgabe aii nicht gelöst haben, benutzen Sie den Wert für Sirius, $M_v = -1.5 \text{ mag}$.

iv. Pollux hat eine Oberflächentemperatur von 4600 K . Schätzen Sie mit den oben erhaltenen Werten für Leuchtkraft und Temperatur den Radius von Pollux ab (Angabe in Sonnenradien).

(3 Punkte)

Falls Sie Teilaufgabe aiv nicht gelöst haben, arbeiten Sie weiter mit Werten für Sirius: $15.8 L_{\text{Sonne}}$ und $T = 10000 \text{ K}$.

b) Zeichnen Sie ein Hertzsprung-Russel-Diagramm, wie es Beobachter zeichnen würden, d.h. tragen Sie die absolute Helligkeit gegen den Spektraltyp auf (gesamte Spektralsequenz!). Zeichnen Sie in das Diagramm die Hauptreihe, die Lage der Sonne und die Lage von Pollux ein (siehe vorherige Teilaufgabe; benutzen Sie Sirius, falls Ihnen für Pollux Werte fehlen). Geben Sie ferner typische Temperaturen an. Vergessen Sie die Achsenbeschriftung nicht!

(6 Punkte)

c) Was ist der Ursprung des astronomischen „Seeing“ und welchen Einfluss hat es auf astronomische Beobachtungen?

(2 Punkte)