



1. Runde zur IOAA 2024

1. Oktober 2023 - 10. Februar 2024

Ivan Kokhanovskyi [1,5], Lukas Schicht [2], Lasse Blum [3], Luise Köhler [4]

Im Folgenden findest Du 5 Aufgaben zu unterschiedlichsten Gebieten der Astronomie und Astrophysik. Insgesamt können dabei 25 Punkte erreicht werden (5 pro Aufgabe). Alle möglichen Hilfsmittel sind erlaubt. Die Lösungen können bis zum 10. Februar 2024 23:59 Uhr per Mail an info@ioaa-germany.de gesendet werden. Du kannst Deine Lösung am Computer schreiben oder per Hand und dann einscannen. Bitte sende uns möglichst nur eine Datei in der Form `vorname-nachname.pdf` und nicht unzählige Einzelbilder. Wenn Lösungen eingescannt werden, dann füge diese bitte zu einem PDF-Dokument zusammen. Schreibe außerdem auf das erste Blatt deiner Lösungen deinen Namen, damit wir im Zweifelsfall alles eindeutig zuordnen können. Sollten im Verlaufe der Bearbeitung Fragen auftauchen, können diese natürlich auch per Mail gestellt werden.

Viel Spaß und Erfolg!

Physikalische und Astronomische Konstanten

Gravitationskonstante	$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Plancksches Wirkungsquantum	$h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Boltzmann-Konstante	$k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Allgemeine Gaskonstante	$R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Stefan-Boltzmann-Konstante	$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Lichtgeschwindigkeit im Vakuum	$c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Hubble-Konstante	$H_0 = 67.8 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$
Magnetische Permeabilität des Vakuums	$\mu_0 = 1.26 \times 10^{-6} \text{ N A}^{-2}$
Avogadro-Konstante	$N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}$
Atommasse	$1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Jansky	$1 \text{ Jy} = 10^{-26} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$
Astronomische Einheit	$1 \text{ au} = 1.496 \times 10^{11} \text{ m}$
Parsec	$1 \text{ pc} = 3.086 \times 10^{16} \text{ m}$
Masse der Erde	$M_{\oplus} = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$
Radius der Erde	$R_{\oplus} = 6.38 \times 10^6 \text{ m}$
Mittlere Albedo der Erde	0.3
Neigung der Ekliptik	$23^\circ 27'$
Länge des tropischen Jahres	365.2422 mittlere Sonnentage
Länge des siderischen Jahres	365.2564 mittlere Sonnentage
Masse der Sonne	$M_{\odot} = 1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$
Radius der Sonne	$R_{\odot} = 6.96 \times 10^8 \text{ m}$
Oberflächentemperatur der Sonne	$T_{\odot} = 5770 \text{ K}$
Leuchtkraft der Sonne	$L_{\odot} = 3.83 \times 10^{26} \text{ W}$
Absolute Helligkeit der Sonne im V-Band	4.83^{m}
Oberflächentemperatur Beteigeuze	$T_B = 3600 \text{ K}$
Radius Beteigeuze	$R_B = 760 R_{\odot}$
Jährliche Parallaxe von Beteigeuze	5.95 mas

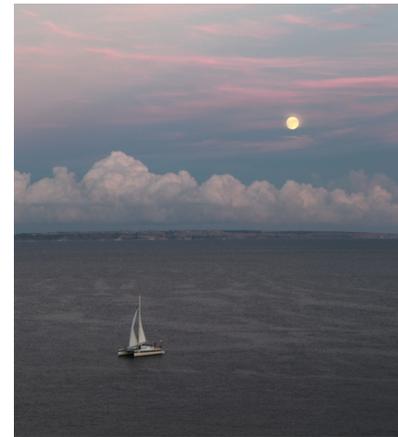
Gestatten wir nun den Gebrauch eines Fernrohrs, so fängt der Beobachter an zu mutmaßen, dass die ganze Milchweisse des hellen Streifs, wohl von Sternen herrühren möge.

John Frederick William Herschel

Aufgabe 1 Abdriften nach Balneario N^o6

2+3=5

Während des Urlaubs auf der Baleareninsel Mallorca nimmt ein Fotograf am Abend des 29. August 2023 ein Bild eines Segelkatamarans auf. Auf dem Foto ist auch der Vollmond zu sehen, der vor Kurzem über dem Horizont aufgegangen ist. Der Erdbegleiter ist am 1. August im Perigäum gewesen und erschien am Tag der Aufnahme mit einem scheinbaren Winkeldurchmesser von $\theta_{\zeta} = 33.3'$.



- 1.1 In welche Himmelsrichtung fährt der Katamaran?
Anmerkung: Berücksichtige auch die vier Nebenhimmelsrichtungen.
- 1.2 Schätze die Entfernung zum Schiff ab. Gehe davon aus, dass die Höhe eines Katamarans etwa 10 m beträgt.

Aufgabe 2 Stromsparmodus

3+2=5

Eine Solarzelle ist so ausgerichtet, dass ihr Normalenvektor nach Süden und auf den Himmelsäquator zeigt. Unter optimalen Bedingungen (keine Wolken) wird zum Winteranfang halb so viel elektrische Energie erzeugt wie zum Sommeranfang.

- 2.1 Auf welchem Breitengrad befindet sich die Solarzelle? *Hinweis:* Bestimme zuerst mithilfe des sphärischen Kosinussatzes den Winkel zwischen dem Normalenvektor und dem Vektor, der zur Sonne zeigt.
- 2.2 Wie groß ist die erzeugte Energie zum Winteranfang, wenn die Fläche der Solarzelle $A = 1.5\text{m}^2$ und ihr Wirkungsgrad $\eta = 20\%$ beträgt?

Aufgabe 3 Nicht die hellste Leuchte

3+2=5

Der Riesenstern Beteigeuze wird sich in der Zukunft zu einer Supernova entwickeln. Nach diesem Ereignis wird sein Überrest viel zu dunkel sein, um ihn von der Erde beobachten zu können. Um den Anblick des Sternenhimmels zu erhalten, wird überlegt, Beteigeuze durch eine entsprechend positionierte Glühbirne zu ersetzen. In der Tat kann eine Glühwendel aus Wolfram unter Umständen bis zur aktuellen Oberflächentemperatur des Beteigeuze (siehe Konstantentabelle) aufgeheizt werden. Der gewickelte Draht der Glühwendel ist 10 cm lang und hat einen Durchmesser von $50\ \mu\text{m}$. Die gesamte Wärmeleistung wird entsprechend dem Stefan-Boltzmann-Gesetz abgegeben.

- 3.1 Wie weit entfernt vom Beobachter soll die Glühbirne platziert werden, damit ihre scheinbare Helligkeit der von Beteigeuze ähnelt?
- 3.2 Bei welcher Wellenlänge würde sie am stärksten leuchten?

Aufgabe 4 Goodbye Cassini

5

Im September 2017 näherte sich die Mission Cassini¹ nach 20 Jahren aufgrund von Treibstoffmangel ihrem Ende. Die Raumsonde der NASA erreichte ihre Apoapsis am 12. September um 1:27 Uhr EDT (Zeitangabe auf dem Saturn) mit einer Distanz von etwa 1.3×10^6 km zu Saturn. Dort kam die Sonde zum Stillstand und stürzte anschließend in den Saturn. Am 15. September um 6:32 Uhr EDT wurde das letzte Signal von Cassini registriert – kurz nach dessen Sendung verglühte die Sonde vermutlich in der Atmosphäre des Gasriesen.

4. Schätze anhand der gegebenen Daten die Masse des Saturns ab und vergleiche sie mit dem Literaturwert.

Aufgabe 5 Sekundenschlaf

5

Hochenergetische Röntgenstrahlung aus dem Weltall kann mit einem Teilchendetektor gemessen werden. Bei einem starken Teilchenfluss kommt ein solches Messgerät allerdings an seine Grenzen. Die Zeitspanne unmittelbar nach der Registrierung eines Photons, während derer der Detektor noch nicht dafür bereit ist, ein weiteres nachzuweisen, ist gleich $\tau = 1$ ms.

5. Die gemessene Zählrate beträgt $Q = 100$ Photonen pro Sekunde. Berechne die wahre Zählrate.

Happy End! Oder...

Waren einige der Probleme noch zu knifflig für Dich? Dann trete der IOAA-Academy bei, wo Dir verschiedene Tricks für das Lösen der herausfordernden Aufgaben beigebracht werden. Link: <https://ioaa-germany.de/ioaa-academy/>

¹<https://solarsystem.nasa.gov/missions/cassini/overview/>