



## 1. Runde 2022

13. Dezember 2021 - 20. Februar 2022

*Aufgaben vorbereitet: Ivan Kokhanovsky [1-5]*

*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 20. Februar 2022 23:59 Uhr per Mail an [info@ioaa-germany.de](mailto: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

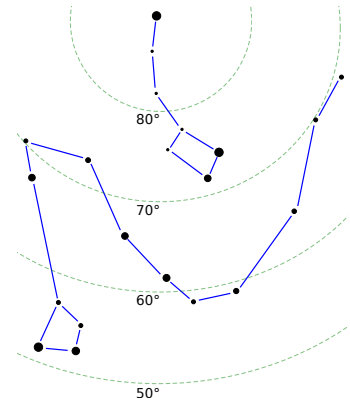
Click to hide the PDF	Gravitationskonstante	$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
	Plancksches Wirkungsquantum	$h = 6.62 \times 10^{-34} \text{ J s}$
	Boltzmann-Konstante	$k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
	Stefan-Boltzmann-Konstante	$\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
	Lichtgeschwindigkeit in 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	$\mu_0 = 1.26 \times 10^{-6} \text{ N A}^{-2}$
	Jansky	$1 \text{ Jy} = 1 \times 10^{-26} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$
	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
	Große Halbachse des Jupiters	$a_{\text{J}} = 5.2 \text{ au}$
	Große Halbachse des Saturns	$a_{\text{S}} = 9.6 \text{ au}$
	Radius des Jupiters	$R_{\text{J}} = 6.99 \times 10^7 \text{ m}$
	Radius des Saturns	$R_{\text{S}} = 5.82 \times 10^7 \text{ m}$
	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	$4.83^m$
	Bolometrische Korrektur der Sonne (BC)	$-0.09^m$
	Bolometrische Korrektur von La Superba (BC)	$-3.15^m$

*Dass niemand etwas sicheres von der Astronomie erwartet, denn nichts Wahres bietet sie uns an. Wenn jemand diese Disziplin verlässt, wird er wahnsinniger enden als beim Einstieg.*

Nicolaus Copernicus

## Aufgabe 1 Der Polarstern der Pharaonen

Die Anziehungskräfte von Himmelskörpern im Sonnensystem auf die leicht abgeplattete Erde bewirken die räumliche Bewegung der zur Ekliptik schräg stehenden Erdachse. Folglich wandert sie entlang eines Kegelmantels mit  $47^\circ$  Öffnung und zeigt dabei mit der Zeit auf andere Sterne. Obwohl Thuban ( $\alpha$  Draco) ein relativ unscheinbarer Stern im Drachen ist, hat er eine besondere historische Bedeutung, was ihn zum Hauptstern im Bayer-Sternkatalog gemacht hat. Vor circa 4800 Jahren, während der Blütezeit des Alten Ägyptens, diente Thuban zur Bestimmung des nördlichen Himmelspols, da er nur wenige Bogenminuten vom Pol entfernt gewesen war.

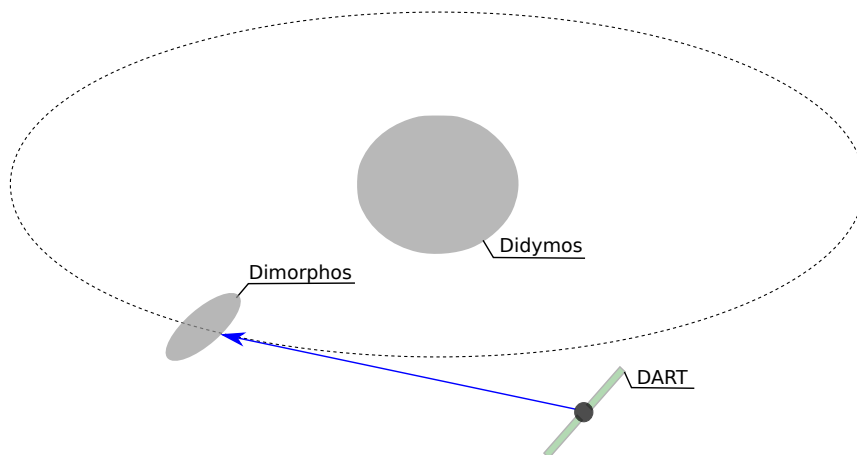


*Finde Thuban auf der modernen Sternkarte und berechne die Präzessionsperiode aus den gegebenen Daten in der Aufgabe.*

## Aufgabe 2 Asteroidenabwehr

Didymos (nach dem griechischen Zwilling) ist ein erdnaheer Doppelasteroid, der als Zielobjekt für die ESA-NASA-Mission AIDA (Asteroid Impact and Deflection Assessment) ausgewählt wurde. Er besteht aus einem größeren Asteroiden  $M_{\text{Didymos}} = 5.3 \times 10^{10}$  kg, der der Namensgeber ist, und einem kleineren Asteroiden Dimorphos  $M_{\text{Dimorphos}} = 4.6 \times 10^8$  kg, der den größeren Asteroiden innerhalb von 11.9 Stunden auf einer kreisförmigen Umlaufbahn umrundet. Im Rahmen dieser Mission soll die NASA-Sonde DART (Double Asteroid Redirection Test)  $m_{\text{DART}} = 360$  kg mit der Geschwindigkeit  $v_{\text{DART}} = 6.6 \text{ km s}^{-1}$  auf Dimorphos exakt gegen seine Bewegungsrichtung einschlagen (siehe Skizze).

*Von der Erde würde man dann beobachten können, wie sich die Umlaufperiode ändert und daraus wichtige Erkenntnisse über die Effektivität des Impulsübertrags erlangen. Bestimme die neue Umlaufperiode.*



Bemerkung: In der Aufgabe handelt es sich um eine grob abgeschätzte Masse von Dimorphos. Eigentlich soll in einer Folgemission nach dem erfolgten Einschlag die ESA-Sonde HERA zu dem Doppelasteroiden fliegen, um die Masse genau zu messen und den Einschlagkrater zu untersuchen.

### Aufgabe 3 Die Krise in der Lokalen Blase

Ein Forscherteam fand heraus, dass sich unser Sonnensystem auf eine riesige Gaswolke (auch Lokale Blase genannt) zubewegt. Stell dir vor, wir treffen auf eine sehr dichte Region innerhalb der Lokalen Blase, so dass unsere Sonne von der Erde aus gesehen wegen der interstellaren Extinktion 10 mal schwächer leuchtet.

*Welche Himmelskörper würde man in diesem Fall mit bloßem Auge beobachten können? Hinweis: Die Abschwächung des Lichtes in Magnituden skaliert linear mit der vom Strahl zurückgelegten Distanz.*

### Aufgabe 4 La Superba

Y Canum Venaticorum (La Superba) ist ein halbregelmäßig veränderlicher in etwa 760 Lichtjahre entfernter Roter Riese der Spektralklasse C mit  $T_{\text{eff}} = 2800 \text{ K}$  und Masse  $1.6M_{\odot}$ , dessen scheinbare visuelle Helligkeit innerhalb von 158 Tagen von  $4.9^m$  bis  $7.3^m$  schwankt. Da La Superba vor allem im Infraroten strahlt, ist die Bolometrische Korrektur für einen C Stern erstaunlich groß (siehe Tabelle). Die weiteren Untersuchungen haben gezeigt, dass der Stern mit einer außergewöhnlichen Rate seine Masse verliert. Angeblich sammelt sich die Materie in der Atmosphäre, die dann durch Schockwellen während der Pulsation beschleunigt wird und die Oberfläche des Sterns verlässt. Gehe im Folgenden davon aus, dass die Temperatur des Sterns und die Änderung des Radius über die Zeit konstant bleiben. Bemerkung: Je nach Messung und Quelle unterscheiden sich die Messwerte für La Superba.

*Vergleiche die Geschwindigkeit der Schockwelle mit der Fluchtgeschwindigkeit an der Oberfläche kurz vor dem Erreichen der maximalen Größe des Sterns. Lässt sich daraus die vorgeschlagene Theorie bestätigen? Gehe davon aus, dass sich die Schockwelle sich genauso schnell ausbreitet wie die zeitliche Änderung des Radius.*

### Aufgabe 5 Seyfert-Galaxien

Seyfert-Galaxien, benannt nach dem Astronomen Carl Keen Seyfert, sind Spiral- oder irreguläre Galaxien mit einem hellen galaktischen Kern. Die emittierte elektromagnetische Strahlung des Galaxienkerns trifft auf außen liegende Materie, was zur Erzeugung der sekundären schmalen Emissionslinien im optischen Bereich führt. Außerdem weist das Spektrum einer Seyfert-Galaxien durch unterschiedliche Sichtweisen des Beobachtens andersartige Eigenschaften auf. Blickt man von oben auf die Galaxienscheibe, kann die hochenergetische Strahlung sowie die Dopplerverbreiterung der Wasserstoff- und Helium-Emissionenlinien detektiert werden. Bei hohen Inklinationen wird die Strahlung durch Staub abgeschirmt, was seine Spuren im Spektrum hinterlässt.

*Stelle fest, in welchem der beiden vorliegenden Spektren unterschiedlicher Seyfert-Galaxien es sich um einen kleineren Inklinationswinkel handelt und begründe deine Wahl. Die Spektren wurden gemäß dem Hubble-Gesetz bereits so skaliert, als gäbe es keine Rotverschiebung wegen der Ausdehnung des Universums.*

