IOAA-Austria

Hausaufgabenrunde 2025

Vorwort

Im Folgenden finden Sie 7 Aufgaben aus verschiedenen Teilbereichen der Astronomie und Astrophysik. Sie können die Aufgaben bis zum 9. März 2025 (23:59 Uhr) per Mail unter astro-olympiad@outlook.com einreichen. Die Lösungen müssen handschriftlich als **PDF-Datei** im Format *vorname-nachname.pdf* abgegeben werden. Erwähnen Sie außerdem Ihren Vornamen, Nachnamen sowie Ihre Schule und Klassenstufe bei der Abgabe.

Beachten Sie, dass Sie Teilaufgaben auch bearbeiten können, wenn Sie die vorhergehenden Teile nicht bearbeitet haben. Es dürfen **alle Hilfsmittel** zu Rat gezogen werden, das beinhaltet Bücher, das Internet oder Programme wie **Stellarium**. Besonders wichtig zu beachten ist, dass der Wettbewerb fair sein sollte. Das heißt, die Hilfe von anderen Personen zum Lösen der Aufgabe ist verboten und alle Aufgaben sind alleine zu bearbeiten.

Viel Spaß! Denken Sie daran, Ihre Lösungen **ordentlich** niederzuschreiben. Was wir nicht lesen können, werden wir auch nicht bewerten.

1 Astronomische Größenskala und Begriffe (10 P)

Zum Warmdenken werden wir nun einige Einheiten der Astronomie kennenlernen.

(a) Wandle die Längeneinheit $1ly$ in Meter um.

(b) Wie groß ist eine Bogensekunde bzw. eine Bogenminute in Grad? Geben Sie den Winkel $18°53'27.03''$ in Grad an.

(c) Wodurch wird das Längenmaß *Parsec* festgesetzt? Leite her wie viele Meter einem Parsec entsprechen.

2 Galileo Galileo! (10 P)

Im Sommer 1609 baute Galileo Galilei sein verbessertes Teleskop, nachdem er von der Erfindung des Fernrohrs gehört hatte. Dieses Teleskop verwendete er ein Jahr später, um bahnbrechende Beobachtungen des Jupiters und seiner vier größten Monde (Io, Europa, Ganymed und Kallisto) durchzuführen. Wir betrachten nun das Konzept hinter dem Galilei-Fernrohr.

(a) Wie funktioniert ein Galilei-Fernrohr? Fasse in eigenen Worten die Funktionsweise des Galilei-Fernrohrs zusammen und zeichne eine passende Skizze. Was ist das Okular bzw. das Objektiv? Ist das Okular bzw. das Objektiv eine Zerstreuungslinse oder eine Sammellinse?

(b) Sei f_{Ob} und f_{Ok} die Brennweite des Objektivs bzw. des Okulars. Wie lang sollte das Fernrohr sein? Leite die Formel für die Länge eines Fernrohrs her!

Hinweis: Ein paralleler Lichtstrahl, der das Objektiv passiert, bleibt beim Austreten aus dem Okular parallel.

(c) Welche maximale Vergrößerung kann durch dieses Teleskop erzielt werden?

(d) Wenn das Teleskop eine Öffnung vom Durchmesser D besitzt, wird die Auflösung inhärent durch Beugungseffekte beschränkt. Was ist der kleinste Winkel, den man mit diesem Teleskop auflösen kann?

Hinweis: Für diejenigen, die die Formel nicht kennen, empfiehlt es sich, das Rayleigh-Kriterium zu recherchieren.

3 Lichtverschmutzung anhand einer Glühbirne (15 P)

In dieser Aufgabe geht es um die Grundlagen der Photometrie.

(a) Wie ist die scheinbare bzw. absolute Helligkeit definiert, in welcher Einheit wird sie gemessen? Welcher Stern besitzt eine absolute Helligkeit von ca. 0 mag.

(b) Sirius, der hellste Stern am Nachthimmel, ist $8.6ly$ von der Erde entfernt. Sirius besitzt einen Radius von $1.7R_{Sonne}$ und seine effektive Temperatur beträgt circa $9900K$. Welche Strahlungsintensität kommt im Idealfall bei der Erde an?

(c) Wie viel heller erscheint die Sonne als Sirius (In Magnituden)?

(d) Wir betrachten nun eine $100W$ Glühbirne auf einem weit entfernten Feld. Wie weit weg vom Beobachter muss die Glühbirne platziert werden, damit sie gleich hell wie der Sirius erscheint?

Hinweis: Recherchiere dazu die Pogson-Formel.

4 Ein Blick auf die Sterne (20 P)

Die folgende Aufgabenstellung handelt von Sternkarten. Auf der letzten Seite finden Sie 3 Sternkarten. Die ersten beiden bilden denselben Nachthimmel ab. Es ist beabsichtigt, mit der zweiten Sternkarte Messungen durchzuführen. Dabei spielt die Genauigkeit der Messung keine wesentliche Rolle. Protokollieren Sie Ihren Lösungsweg, sodass er klar und verständlich ist. Die dritte Sternkarte ist zum Lösen der letzten Teilaufgabe notwendig.

(a) Was genau sagt die Größe eines Punktes auf dieser Sternkarte aus?

(b) Finden Sie 5 Konstellationen auf dieser Sternkarte.

(c) Bestimmen Sie den ungefähren Breitengrad des Beobachters. Als erster Schritt müssen Sie den Nordstern, Polaris, finden.

(d) Skizzieren Sie den Ekliptik auf der Sternkarte.

(e) Die dritte Sternkarte wurde zu einem späteren Zeitpunkt vom selben Standort aus aufgenommen. Wie viel Zeit ist seit der ersten Messung vergangen?

5 Eine Raumsonde (20 P)

Eine Raumsonde befindet sich auf einer Ellipsenbahn um die Sonne. Dabei liegt die Bahn der Sonde auf der Ekliptik. Die Bahn der Sonde schneidet die Umlaufbahn der Erde unter einem Winkel von 45°. Berechnen Sie den kleinsten Abstand zwischen der Sonde und der Sonne, wenn die große Halbachse der Ellipsenbahn viel größer ist als eine astronomische Einheit.

Hinweis: Die Ellipsenbahn kann in der Nähe der Sonne durch eine Parabel genähert werden. Warum?

6 Sphärische Trignometrie (15 P)

Die sphärische Trigonometrie wurde früher in der Navigation, insbesondere für Segler und in der Astronomie, auf vielfältige Weise verwendet. Sie ist eine wichtige Methode, um Positionen auf der Kugeloberfläche zu berechnen, da die Erde keine perfekte flache Fläche ist (Die Flat-Earthers liegen da völlig falsch – sie haben einfach keinen runden Blick auf die Dinge :)).

Ein Segler befindet sich am norwegischen Meer. Sein Längengrad beträgt $76.1°N$ und sein Breitengrad ist ungefähr $4.7°O$. Reykjavik, die Hauptstadt Islands, hat die Koordinaten $64.2°N$, $21.6°W$.

(a) Machen Sie sich zuerst einen Überblick über die Situation, indem Sie in eine passende Skizze alle relevanten Größen und Punkte eintragen. Was ist die kürzeste Route entlang Oberfläche der Kugel um vom Segler aus bis nach Reykjavik zu kommen? Beantworte qualitativ!

(b) Wie lang ist diese kürzeste Strecke? Verwenden Sie dazu den Erdradius $R = 6371km$.

Hinweis: Um diese Aufgabe zu lösen, benötigen Sie die Grundlagen der sphärischen Trigonometrie.

7 Fotovoltaik im All (20 P)

Wir betrachten weiterhin eine Raumsonde, die auf einer Ellipsenbahn mit der großen Halbachse a die Sonne umläuft, und statten diese mit einer Photovoltaikanlage aus. Diese modellieren wir als idealen schwarzen Strahler mit einer ebenen Fläche A. Leider haben die Ingenieure beim Bau der Sonde vergessen, Reaktionsräder einzubauen, sodass die Photovoltaikanlage stets in dieselbe Richtung zeigt. Wie viel Sonnenenergie kann im Laufe einer Periode in elektrische Energie umgewandelt werden, wenn im Perihel der Ellipsenbahn die Photovoltaikanlage direkt auf die Sonne ausgerichtet ist? Beachte dabei, dass nur eine Seite der Raumsonde mit einer Photovoltaikanlage bedeckt ist.

Hinweis: Durch geschickte Parametrisierung kann das Problem gelöst werden, ohne ein schwieriges Integral lösen zu müssen.

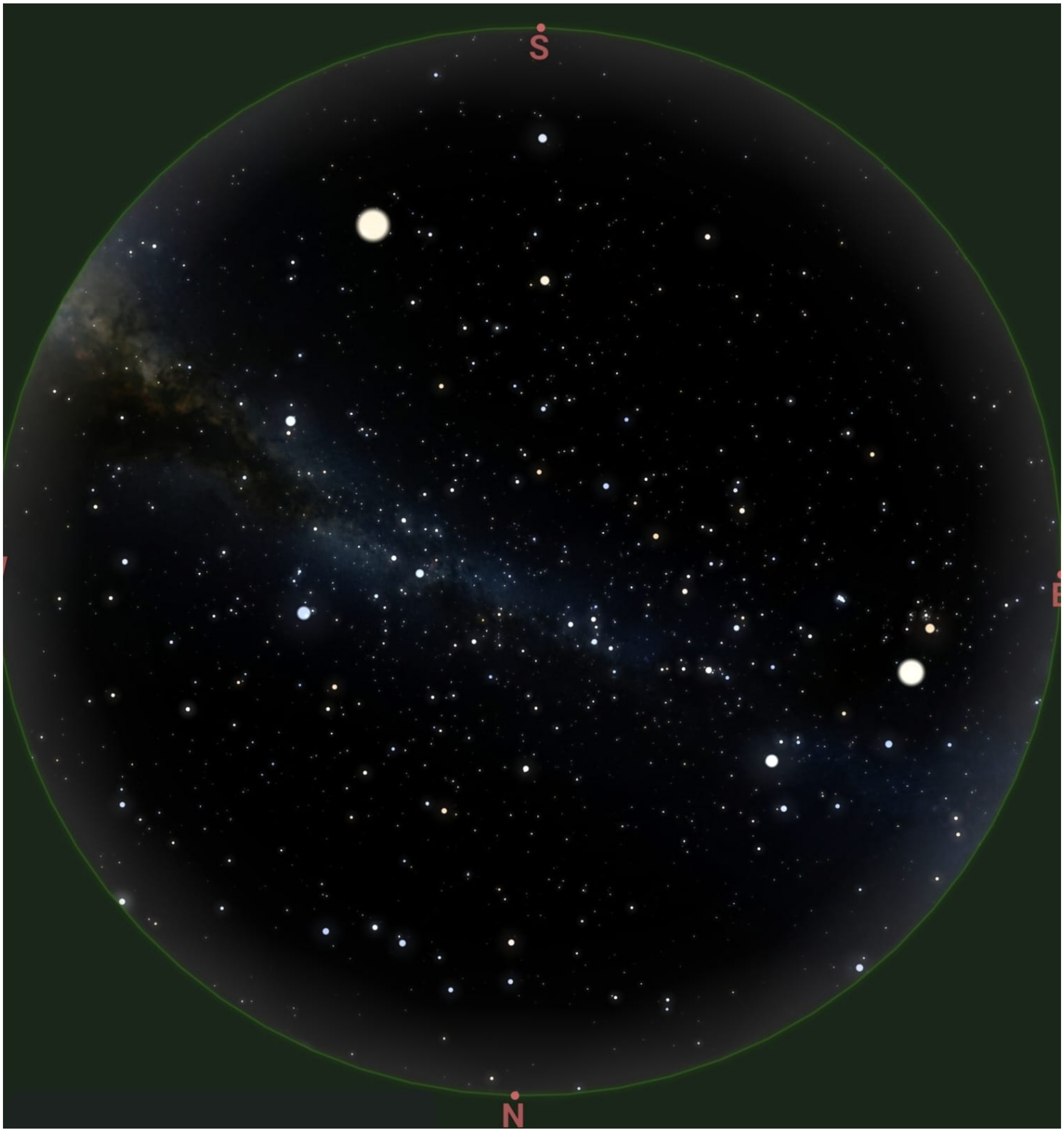

Abbildung 1: Sternkarte

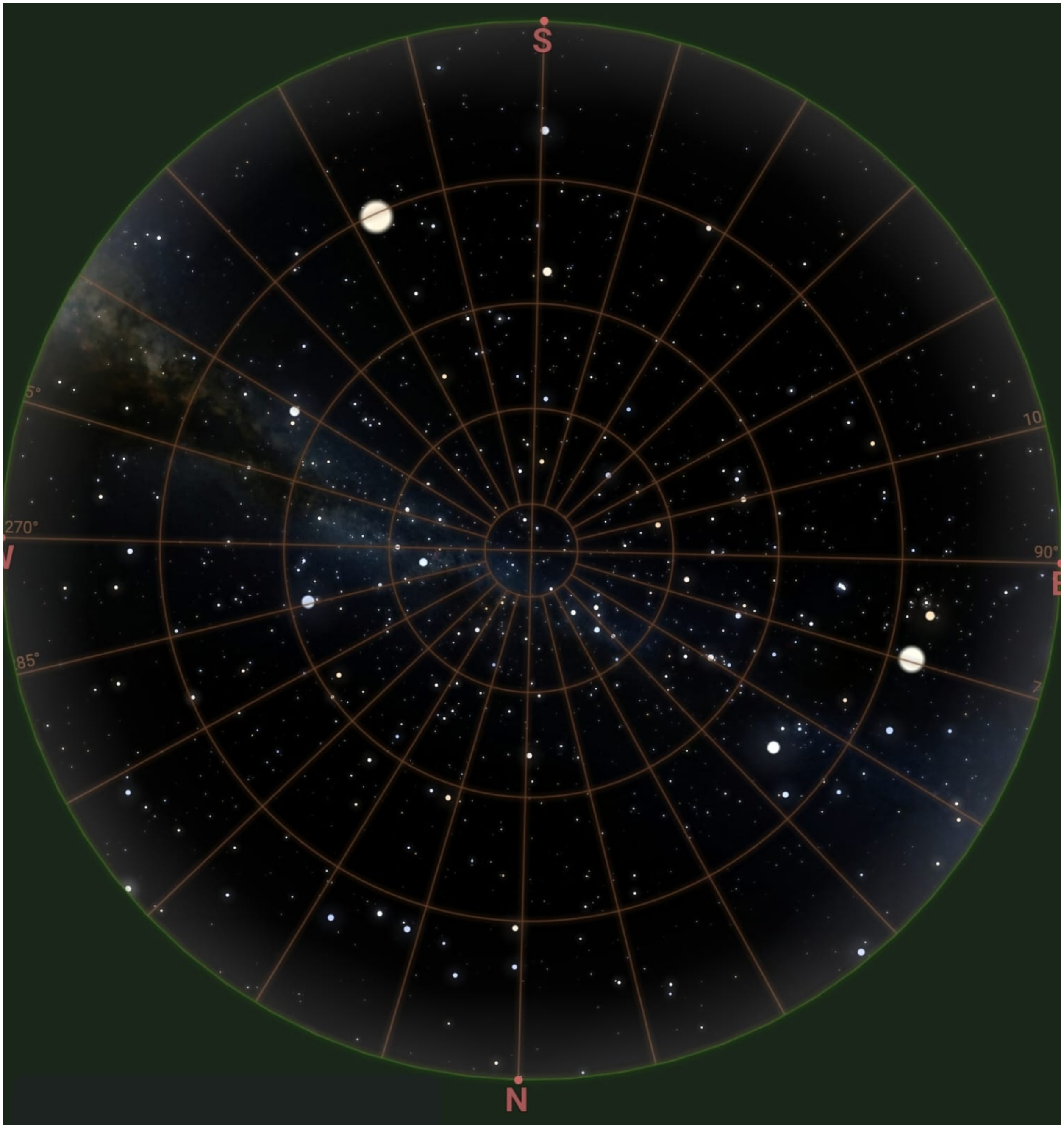

Abbildung 2: Sternkarte mit Beschriftungen

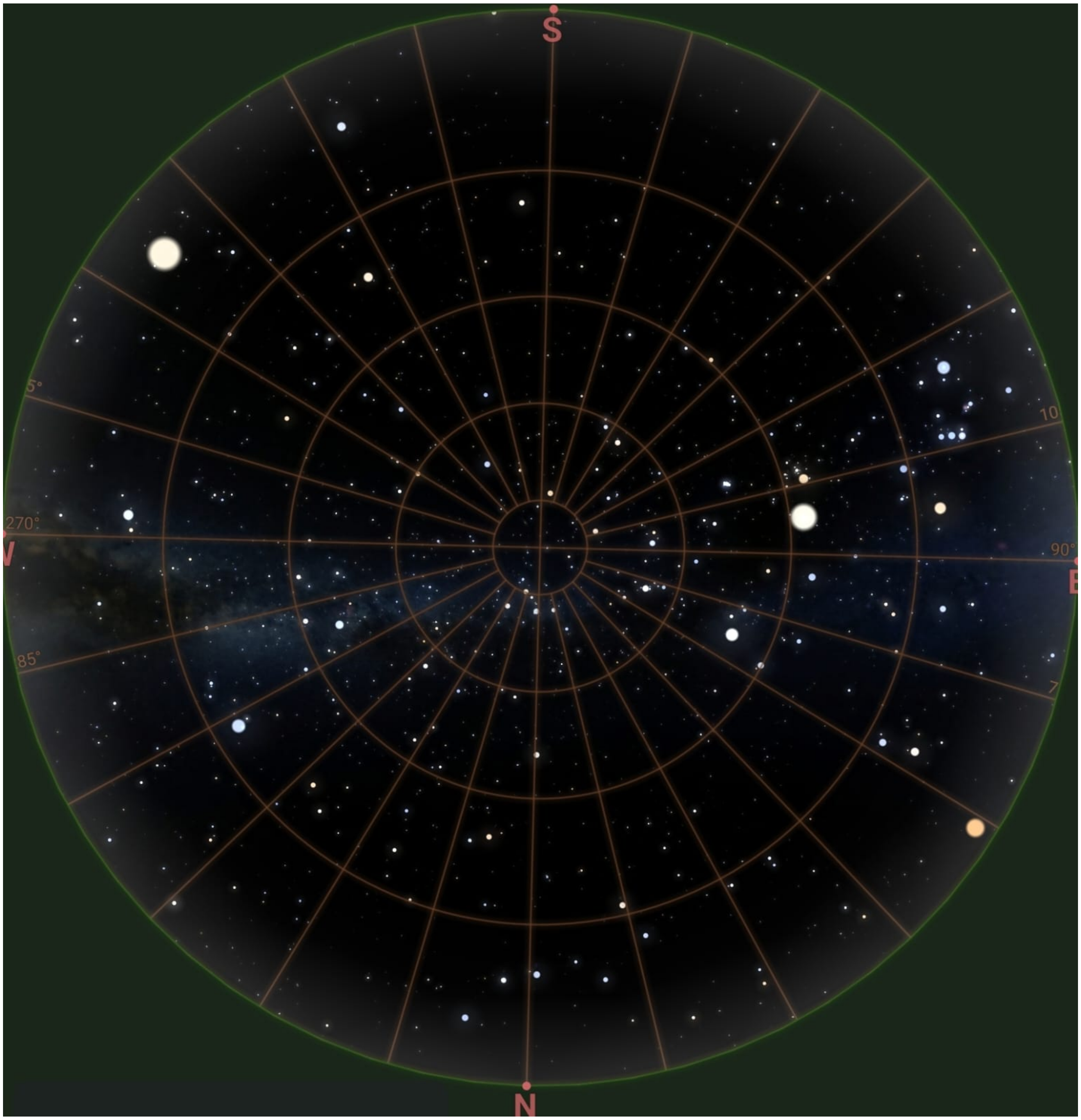

Abbildung 3: Sternkarte zu einem späteren Zeitpunkt