

WÄRMELEHRE

Prüfung: Wärmetransport & Strahlungsgesetze

Termin: **Freitag 11.11.2022**Zeit: **60 Minuten**Klasse: **3c (Promotion 152)**Hilfsmittel: **TR, persönliches Übersichtsblatt A4 (duplex)**Punkte: **24 Punkte möglich**Benotung: **20 Punkte $\hat{=}$ Note 6**

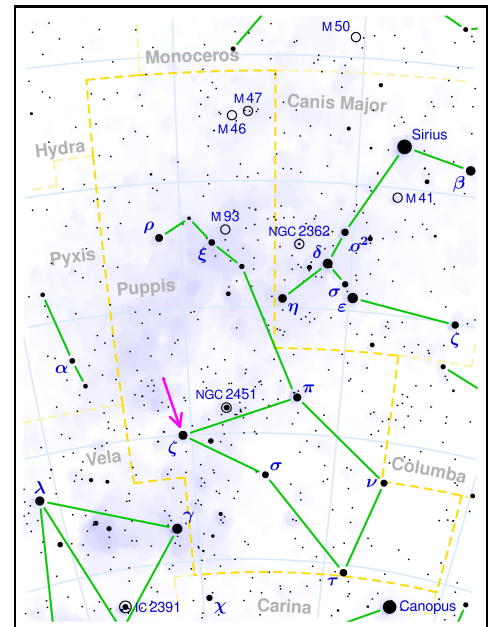
1. Naos – ein stellares "Monster" (4 Punkte)

Der Stern **Naos (ζ Puppis)** im Sternbild *Achterdeck des Schiffs* gehört der Spektralklasse O5 Ia an. Solche Sterne weisen gigantische Leuchtkräfte auf. Diejenige von Naos ist 1.2 Millionen-mal so gross wie diejenige unserer Sonne ($L_{\odot} = 3.828 \cdot 10^{26} \text{ W}$)!

Auf der Erde empfangen wir von Naos eine Strahlungsintensität von $I = 340 \frac{\text{nW}}{\text{m}^2}$.

Wie viele Lichtjahre ist Naos demnach von uns entfernt?

Hinweis: $c = 3.0 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.



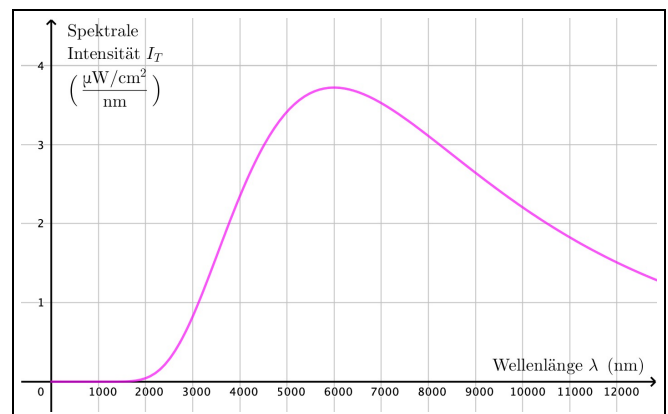
2. Abstrahlung eines Bügeleisens (5 Punkte)

Aus Neugier messe ich das Emissionsspektrum der heissen **Bügelsohle** eines **Bügeleisens** aus \rightarrow Resultat in der Grafik rechts.

- Woran erkenne ich im Spektrum, dass das Bügeleisen sicher **nicht optisch sichtbar** leuchtet? (1 P)
- Welche **Celsius-Temperatur** weist die Bügelsohle auf? (2 P)
- Die Bügelsohle besteht aus poliertem Edelstahl mit einem Emissionskoeffizienten von 0.11.

Weshalb ist ein derart **geringer Emissionskoeffizient** hier sinnvoll? (2 P)

Hinweis: Es gibt zwei gute Gründe. Der eine hat mit der Energieeffizienz des Bügeleisens zu tun, der andere mit seinem Verwendungszweck – was soll denn das Bügeleisen bei Betrieb machen (und was nicht)?



Bügelsohle



3. Wärmeverluste beim Hot Tub (15 Punkte)

Ein **Hot Tub** (siehe Bild) ist eine tolle Sache!

Will man den Energieverbrauch bei mehrfachem Baden in Grenzen halten, so ist eine Abdeckung unverzichtbar. Ohne sie kann es schon vorkommen, dass die Wassertemperatur z.B. innerhalb von vier Stunden wieder um mehr als 10°C fällt.

Wir betrachten ganz konkret einen Hot Tub mit 1.8 m Durchmesser und 88 cm Höhe. Das Wasser habe derzeit eine Temperatur von 42°C und die Aussentemperatur der Luft betrage 11°C .



- (a) Auch mit Abdeckung verliert das Wasser aufgrund der **Wärmeleitung durch die Holzwand** an Energie. Beim rechts gezeigten Hot Tub beträgt dieser Wärmestrom durch die Wand $J = 540\text{ W}$.

Zeige, dass dieser Wärmeverlust durch die Wand relativ unproblematisch ist. Dazu berechnest du die Zeit, die das Wasser für eine Abkühlung von 1.0°C bräuchte, wenn **einzig diese Verlustleistung** das Wasser abkühlen würde. (4 P)

Tipp: Der Hot Tub sei randvoll mit Wasser gefüllt. Das Zylindervolumen beträgt "Grundfläche mal Höhe" und dem Wasser müssen pro Liter und pro 1.0°C Abkühlung 4182 J entzogen werden.

- (b) Verwende die Wärmestromangabe $J = 540\text{ W}$, um einerseits die **Wärmeleitfähigkeit** des Holzes zu bestimmen, aus dem die 4.8 cm dicke Wand des Hot Tubs besteht, und andererseits die **Wärmestromdichte** in der Wand anzugeben. (4 P)

Tipp: Die seitliche Holzwand – und nur um diese geht es hier – entspricht einer Zylindermantelfläche. Sie berechnet sich aus "Umfang der Kreisgrundfläche mal Höhe".

- (c) Ohne Deckel strahlt die Wasseroberfläche ungehindert Wärme ab (wie ein schwarzer Körper).

Wie lange würde es dauern, bis die Temperatur im Hot Tub **einzig** aufgrund der emittierten Wärmestrahlung um 1.0°C gefallen ist? (4 P)

Hinweis 1: Ignoriere bei deiner Rechnung die Strahlung, die das Wasser allenfalls aufgrund der Lufttemperatur aufnehmen würde.

Hinweis 2: Gehe während der Abkühlung von einer mittleren Wassertemperatur von 41.5°C aus.

Hinweis 3: Benutze ein Zwischenresultat aus Aufgabe (a), nämlich wie viel Energie dem Wasser für diese Abkühlung entzogen werden muss. Falls du nicht über dieses Zwischenresultat verfügst, so verwende dafür einen etwas zu grossen Wert von 10.0 MJ .

- (d) Welche Arten des Wärmeverlusts kommen neben der Abstrahlung noch hinzu, wenn man keine Abdeckung verwendet?

Benenne die entsprechenden **Wärmetransportarten**, begründe ihr Auftreten beim Hot Tub und **beurteile abschliessend**, welche Art des Wärmeverlustes nun für die rasche Abkühlung des Wassers ohne Abdeckung am meisten verantwortlich ist. Konsequenz für die Abdeckung?! (3 P)