

Praktischer Test: TP2

Praktischer Test: Die Sonne, eine einzigartige Energiequelle für das Sonnensystem

Im Fall einer bemannten Mission zum Mars, scheint die Sonne die einzige unmittelbar verfügbare Energiequelle zu sein. Der Planet ist weit von der Sonne entfernt und erhält daher weniger Energie. Daher werden wir die Oberfläche von Solarpaneelen bestimmen, die für eine dauerhafte Besiedlung nötig sind.

Teil I: Die Messung der Solarkonstante verstehen

Die Solarkonstante drückt die solare Strahlung aus, die in einer Entfernung von einer astronomischen Einheit (mittlere Distanz Erde-Sonne, daher ohne Einfluss der Atmosphäre) rechtwinklig auf eine Fläche von 1m^2 auftrifft. Für die Erde drückt die Solarkonstante den Energiefluss am oberen Ende der Atmosphäre aus. Sie wird in Watt pro Quadratmeter (W/m^2) ausgedrückt.

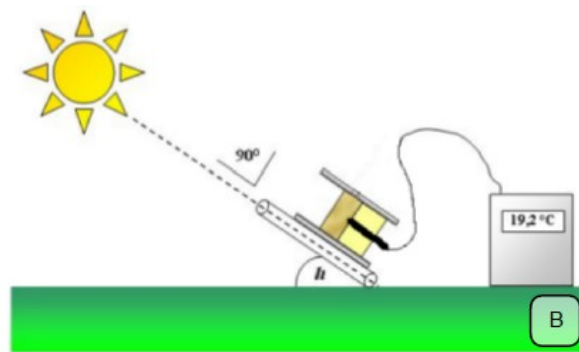


FIGURE 1: *Measuring of the solar constant.*

(A) *The measuring device. It consists of a set of supports (1) with a bracket, clamps and nuts; a calorimeter (2) - an assemblage of a PVC tube, insulating foam and a brass or steel mass (3) that can be heated by the sun; a digital thermometer (4) to measure the temperature during the experiment. Note : You will use your own IESO exam board as an inclinometer, a timer and a calculator (provided).*

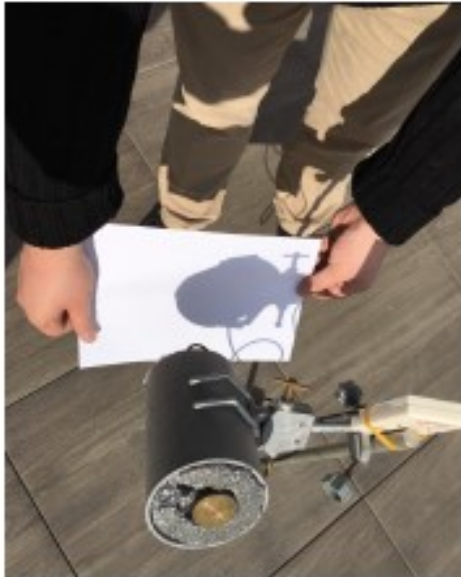
(B) *Principle behind the measurement of solar constant. In order to orient the surface of an object perpendicularly to the sun's rays, it is sufficient to place a sheet behind the object and orient the object to minimize its shadow.*

Abbildung 1: Messung der Solarkonstanten

(A) Die Messvorrichtung, bestehend aus verschiedenen Hilfsmitteln mit (1) einer Klammer, Schelle und Schraubenmutter; einem Kalorimeter (2) – einer mit isolierendem Schaum und einer Metall- oder Stahlmasse gefüllten PVC-Röhre (3) die durch die Sonne erhitzt werden kann; ein Digitalthermometer (4) zur Temperaturmessung während des Experiments. Beacht: Du wirst Dein eigenes IESO-Klembrett als Inklinometer nutzen, sowie eine Stoppuhr und einen Rechner (wird bereitgestellt)

(B) Das zugrundeliegende Messprinzip für die Solarkonstante. Um ein Objekt rechtwinklig zu den Sonnenstrahlen auszurichten, ist es ausreichend, ein Blatt hinter das Objekt zu halten und den Objektschatten zu minimieren.

Frage 1: Um die Solarkonstante zu ermitteln, wird das Kalorimeter so ausgerichtet, dass das Metallstück die maximale Energie empfängt. Wie sollte das Gerät ausgerichtet werden? (Nur eine korrekte Antwort)



2-



4-



Teil II: Messung der terrestrischen Solarkonstante

Anleitung:

- Beachte das bereitgestellte Material (dasselbe wie in Teil 1)
- Richte das Gerät so aus, dass die Sonnenstrahlen rechtwinklig auf das Metall auftreffen
- Mach Dich mit allen Parametern vertraut, die für die Messung der Solarkonstante nötig sind. Sie sind unten in der Tabelle 1 aufgelistet.
- Miss den Winkel, den die Gerätachse mit dem Horizont einschließt. Dies ist die Höhe der Sonne über dem Horizont.
- Starte das Experiment. Notiere die Anfangstemperatur. Nach 10 Minuten, notiere die Endtemperatur.
- Stelle das Gerät in den Schatten.

Trage nach Beendigung des Experiments die ermittelten Werte in Tabelle 1 ein:

Parameters	Symbol and unit	Value
Mass	M (kg)	
Diameter of the mass	D (m)	
Thermal capacity of the mass	C_p (J x K ⁻¹ x kg ⁻¹)	
Height of the Sun above the horizon	h (°)	
Initial temperature	T _i (°C)	
Final temperature	T _f (°C)	
Duration of the experiment	Δt (s)	

Tabelle 1: Nötige experimentelle Parameter, um die Solarkonstante zu bestimmen.

Wir haben unsere Messungen auf der Erdoberfläche gemacht, aber die Solarkonstante ist ein berechneter Wert, der unabhängig von der Atmosphäre ist. Daher ist es nötig, einen Korrekturfaktor einzuführen.

In anderen Worten, jeder Leistungswert (als P_d benannt) hängt von dem mit dem Faktor **cor** korrigierten Wert der Solarkonstanten F ab. Der Korrekturfaktor hängt wiederum von der Dicke und den Transparenzeigenschaften der durchquerten Atmosphäre ab. Das Verhältnis wird geschrieben als:

$$F = P_d \times \text{cor} \quad (\text{a})$$

Height of the Sun h (°)	20	30	40	50	60	65
Clear blue sky	2.5	2.0	1.7	1.5	1.4	1.3
Intermediate sky	4.2	3.5	2.6	2.1	1.8	1.5
Cloudy sky	5.3	4.3	3.2	2.5	2.2	2.0

Tabelle 2: Daten für die Bestimmung des Faktors **cor** als eine Funktion von Dicke und Transparenz der durchquerten Atmosphärensicht.

Frage 2: Die Solarkonstante F ist (nur eine korrekte Antwort):

- 1 – kleiner als jene, die auf dem Grund gemessen wurde und hängt von den Wetterbedingungen ab
- 2 – kleiner als jene, die auf dem Grund gemessen wurde und ist unabhängig von den Wetterbedingungen
- 3 – identisch mit der auf dem Grund gemessenen und hängt von den Wetterbedingungen ab
- 4 – größer als jene, die auf dem Grund gemessen wurde und unabhängig von den Wetterbedingungen.
- 5 – größer als jene, die auf dem Grund gemessen wurde und ist abhängig von den Wetterbedingungen

Wir nehmen an, dass unsere Messung fehlerlos ist, obschon das nicht der Fall ist. Zum Beispiel limitieren Isolationsprobleme die Genauigkeit unserer Daten. Die Werte, die wir erhalten, sind tatsächlich niedriger als die Werte aus genaueren Messungen.

Unser System funktioniert wie folgt:

$$E_{solar} = M \times C_p \times \Delta Temperature \quad (b)$$

Bedenke das Verhältnis zwischen Leistung und Energie:

$$E_{solar} = P_{solar} \times \Delta t \quad (c)$$

Die Leistung, die von einer Einheitsfläche S in Bodenniveau P_d empfangen wurde, wird mit P_{solar} durch folgende Gleichung in Beziehung gesetzt:

$$P_{solar} = P_d \times S \quad (d)$$

Frage 3: Die Solarkonstante F kann durch die Formel (a), (b), (c) und (d) berechnet werden. Welche dieser Gleichungen drückt die richtige Beziehung aus? (Nur eine korrekte Antwort)

$$1- F = \frac{S \times \Delta t \times cor}{M \times C_p \times \Delta Temperature}$$

1 - Weil F zunimmt, wenn S zunimmt

$$2- F = \frac{S \times \Delta t}{M \times C_p \times \Delta Temperature \times cor}$$

2 - ... weil mehr Energie empfangen wird, wenn S zunimmt

$$3- F = \frac{M \times C_p \times \Delta Temperature \times cor}{S \times \Delta t}$$

3 - ... weil F proportional zu Temperaturvariation ist

$$4- F = \frac{M \times C_p \times \Delta Temperature}{S \times \Delta t \times cor}$$

4 - ... weil F umgekehrt proportional zum Korrekturfaktor ist

Die Oberfläche einer Scheibe kann über $S = \pi r^2$ berechnet werden. Mit S = Oberfläche in m^2 , D = Durchmesser der Masse m . Bedenke, dass die Größenordnung eines Wertes die zehnte Potenz des nächsten Wertes ist. Zum Beispiel ist 32 näher bei 10 als 100, und hat daher einen Magnitude von 101. 74 hingegen, das näher an 100 als an 10 ist, hat eine Magnitude (Größenordnung) von 102.

Frage 4: Laut Deinen Messungen hat der Wert der terrestrischen Solarkonstante eine Größenordnung von:

- 1- 10^1 W/m^2
- 2- 10^2 W/m^2
- 3- 10^3 W/m^2
- 4- 10^4 W/m^2 .

Teil III: Messung der Solarkonstante im Sonnensystem

Die Messung der Solarkonstanten im Sonnensystem führt zu einem Verständnis wie dieser Parameter sich als Funktion von der Distanz zur Sonne verändert.

Anleitung:

- Macht dich mit der bereitgestellten Ausrüstung vertraut
- Das Lichtmessgerät (Luxmeter) kann in der Röhre bewegt werden; Du kannst die Distanz zwischen dem Lichtmessgerät (Luxmeter) und der Lichtquelle direkt auf der Anzeige ablesen
- Miss die Lichtstärke für verschiedene Abstände, um Frage 5 zu beantworten.

Frage 5: Die Solarkonstante ist (nur eine korrekte Antwort):

- 1 – proportional zur Entfernung zur Sonne
- 2 – proportional zum Quadrat der Entfernung zur Sonne
- 3 – umgekehrt proportional zur Quadratwurzel der Entfernung zur Sonne
- 4 – umgekehrt proportional zur Entfernung zur Sonne
- 5 – umgekehrt proportional zum Quadrat der Entfernung zur Sonne

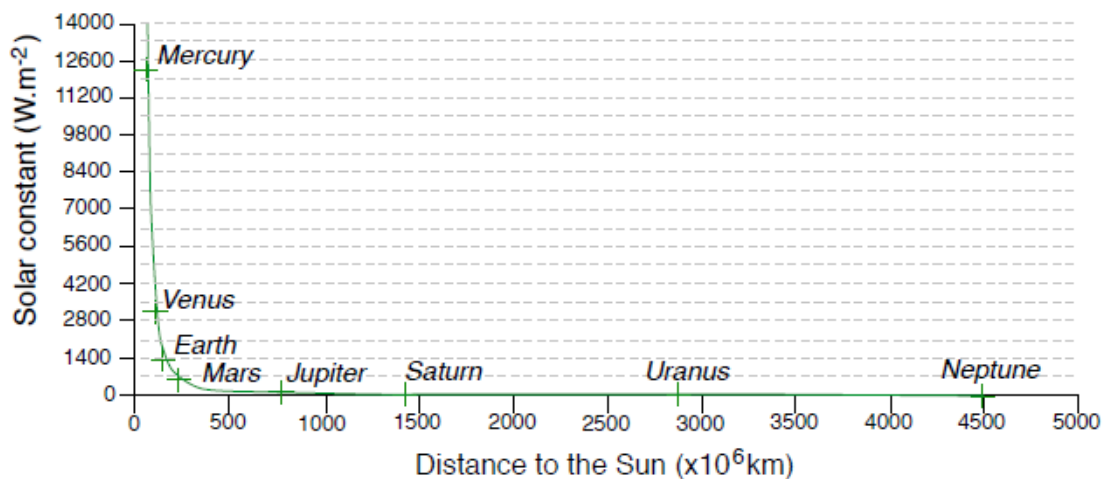


Abbildung 2: Solarkonstante versus der Entfernung der acht Hauptplaneten zur Sonne in unserem Sonnensystem

Frage 6: Die Solarkonstante (nur eine korrekte Antwort):

- 1 – beträgt ungefähr $700 \text{ W}/\text{m}^2$ auf dem Mars, oder zwischen 22% und 28% der Solarkonstanten auf der Venus
- 2 – ist doppelt so hoch auf dem Mars wie auf der Erde
- 3 – ist sehr schwach auf den letzten vier, am weitesten entfernten Planeten
- 4 – ist proportional zum Abstand von der Sonne
- 5 – ist größer auf dem Saturn als auf dem Uranus, da der Saturn ein größeres Volumen hat

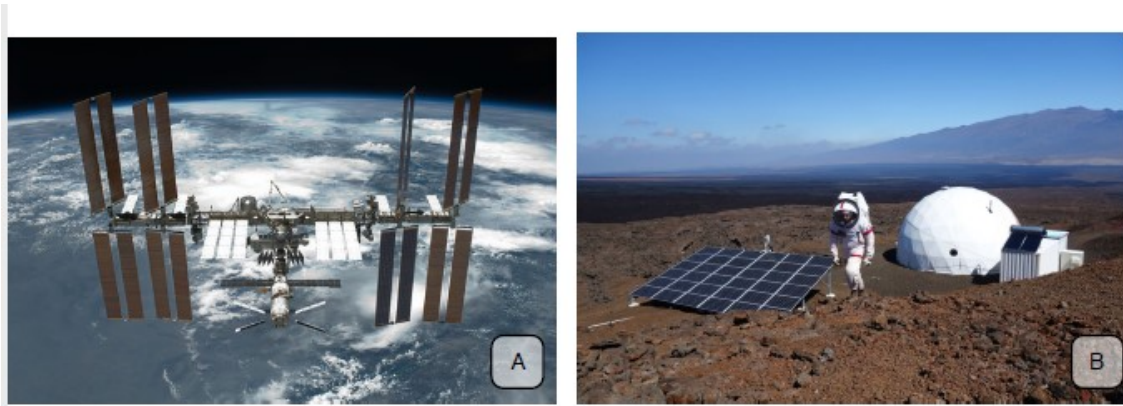


Abbildung 3: (A) Foto der Internationalen Raumstation (ISS) in der Erdumlaufbahn. Mit ihrer Größe von 110mx74mx30m (LxBxH) und einer Masse von 400 Tonnen, wird sie über acht Solargeneratoren versorgt und ist damit autonom. Jeder Solargenerator besteht aus einem Mast, der von zwei 32mx11m (Größe der Oberfläche) großen Photovoltaik-Zellen umgeben ist. (B) Anlage auf dem Kilauea-Vulkan auf Hawaii zur Simulation von Leben auf dem Mars. Die Lebensbedingungen und daher der Energiebedarf (v.a. Druckausgleich und Heizung) für die autonome Versorgung dieser Marskolonisations-Module ähneln denen der ISS.

Frage 7: Aufbauend auf den Information in Abbildung 2 und 3: Wie viele Generatoren sind für eine autonome bemannte Marsmission nötig?

- 1- etwa 4
- 2- etwa 8
- 3- etwa 10
- 4- etwa 12
- 5- etwa 14
- 6- etwa 16
- 7- etwa 18