

PROVA PRATICA: IL SOLE, UNA FONTE DI ENERGIA UNICA PER IL SISTEMA SOLARE

In caso di missione spaziale con esseri umani su Marte, il Sole sembra essere la fonte d'energia più immediatamente accessibile. Il pianeta è più lontano dal Sole della Terra e pertanto riceve meno energia. **Determineremo pertanto la superficie di pannelli solari che bisogna posizionare sulla superficie di Marte come parte di una missione di colonizzazione permanente.**

PARTE I: Misurazione della costante solare.

La costante solare esprime la quantità di energia solare ricevuta su una superficie di 1 m^2 posta a distanza di 1 unità astronomica (distanza media Terra-Sole), ed esposta perpendicolare ai raggi del Sole in assenza di atmosfera. Per la Terra è dunque il flusso di energia all'esterno dell'atmosfera. Viene espressa in watt per metro quadrato ($\text{W} \times \text{m}^{-2}$).

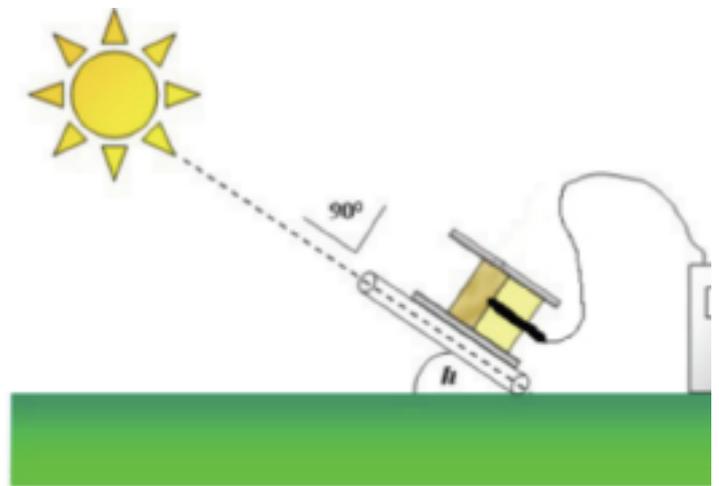


FIGURA 1: Misurazione della costante solare.

(A) Il dispositivo di misura. È costituito da una serie di supporti (1) con una staffa, morsetti e dadi;

Un calorimetro (2) - un assemblaggio di un tubo in PVC, schiuma isolante e una massa d'ottone o d'acciaio (3) che può essere riscaldata dal Sole; un termometro digitale (4) per misurare la temperatura durante l'esperimento.

Nota: utilizzerete la vostra tavoletta del test IESO come inclinometro, un timer e una calcolatrice (fornita).

(B) Principio dietro alla misura della costante solare. Per orientare la superficie di un oggetto perpendicolarmente ai raggi del Sole, è sufficiente collocare un foglio dietro all'oggetto e orientare l'oggetto per ridurre al minimo l'ombra.

**Domanda 1: Per valutare la costante solare, il calorimetro viene esposto in modo tale che la massa d'ottone riceva l'energia massima. Come si dovrebbe orientare il dispositivo?
Selezionare la risposta corretta. (Solo una risposta possibile)**

1-



2-



3-



4-



PARTE II: Misurazione della costante solare terrestre.

Istruzioni:

- Prendi nota del materiale fornito (quello della Parte I).
- Orienta il dispositivo in modo che la superficie della massa sia perpendicolare ai raggi del Sole.
- Prendi atto di tutti i parametri necessari per determinare la costante solare, che sono riportati nella tabella 1, di seguito.
- Misura l'angolo dell'asse del dispositivo con il piano orizzontale. Questa è l'altezza del Sole sopra all'orizzonte.
- Avvia l'esperimento. Annota la temperatura iniziale. Dopo 10 minuti, registra la temperatura finale.
- Porta il dispositivo in un'area ombreggiata. Dopo aver completato l'esperimento, immetti i valori misurati nella tabella 1:

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)	

TABELLA 1: Parametri sperimentali necessari per determinare la costante solare.

Abbiamo preso le nostre misurazioni sulla superficie della Terra, ma la costante solare è un valore calcolato che esclude l'influenza dell'atmosfera. È pertanto necessario applicare un fattore di correzione.

In altre parole, qualsiasi valore di potenza, indicato come P_d, dipende dal valore della costante solare F corretto da un fattore *cor*, che dipende dalle proprietà dello spessore e della trasparenza dell'atmosfera attraversata. La relazione viene quindi scritta come:

$$F = P_d \times cor \quad (a)$$

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

TABELLA 2: dati per la determinazione del fattore *cor* in funzione dello spessore e della trasparenza dello strato di atmosfera attraversata.

Domanda 2: La costante solare F è ... (solo una possibile risposta)

- 1- inferiore a quella misurata sul terreno e dipendente dalle condizioni meteorologiche.
- 2- inferiore a quella misurata sul terreno e non dipendente dalle condizioni meteorologiche.
- 3- identica a quella misurata sul terreno e dipendente dalle condizioni meteorologiche.
- 4- maggiore di quella misurata a terra e non dipendente dalle condizioni meteorologiche.
- 5- maggiore di quella misurata a terra e dipendente dalle condizioni atmosferiche.

Supponiamo che il nostro procedimento sia corretto, anche se questo non è il caso.

Ad esempio, i problemi di isolamento limitano l'accuratezza dei nostri dati. I valori ottenuti saranno in realtà inferiori ai valori di dati ottenuti da un dispositivo più preciso.

Consideriamo il nostro sistema per calcolare:

$$E_{\text{solare}} = M \times C_p \times \Delta\text{Temperatura (b)}$$

Ricorda il rapporto tra potenza ed energia:

$$E_{\text{solare}} = P_{\text{solare}} \times \Delta t \text{ (c)}$$

La potenza ricevuta per unità di superficie S a livello del terreno P_d è correlata al potere ricevuto P_{solar} dalla relazione:

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

Domanda 3: La costante solare F può essere calcolata dalla relazione dedotta dalle formule (a), (b), (c) e (d). Scegli il rapporto corretto: (Solo una risposta possibile)

1

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

perché F aumenta quando S aumenta

2

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

Perché quando S aumenta, più energia è catturata

3

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

Perché F è proporzionale alla variazione della temperatura

4

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

Perché F è inversamente proporzionale al fattore di correzione

La superficie di un disco può essere calcolata usando la formula $S = \pi \times r^2$ dove S è la superficie in m^2 e R il raggio della massa M. Ricordiamo che l'ordine di grandezza di un valore è la potenza di 10 più vicino al valore. Ad esempio, 32 è più vicino a 10 che a 100, e quindi ha un ordine di Magnitudo di 10^1 , mentre 74, che è più vicino a 100 da 10, ha un ordine di grandezza di 10^2 .

Domanda 4: Secondo le tue misurazioni, il valore della costante solare terrestre ha un ordine di grandezza di:

- 1- 10^1 W x m^{-2} .
- 2- 10^2 W x m^{-2} .
- 3- 10^3 W x m^{-2} .
- 4- 10^4 W x m^{-2} .



PARTE III: Misurazione della costante solare attraverso il sistema solare.

Misurare la costante solare nel Sistema solare equivale a una comprensione di come questo parametro cambi in funzione della distanza dal Sole.

Istruzioni:

- Familiarizzare con l'attrezzatura fornita.
- Il misuratore di luce può muoversi all'interno del tubo; è possibile leggere la distanza tra il misuratore di luce e la sorgente luminosa direttamente al livello dell'indicatore.
- Misurare l'intensità della luce per diverse distanze per rispondere alla domanda 5.

Domanda 5: La costante solare è ... (una sola risposta è possibile)

- 1- proporzionale alla distanza del Sole.
- 2 - proporzionale al quadrato della distanza al Sole.
- 3- inversamente proporzionale alla radice quadrata della distanza al Sole.
- 4 - inversamente proporzionale alla distanza dal Sole.
- 5 - inversamente proporzionale al quadrato della distanza al Sole.

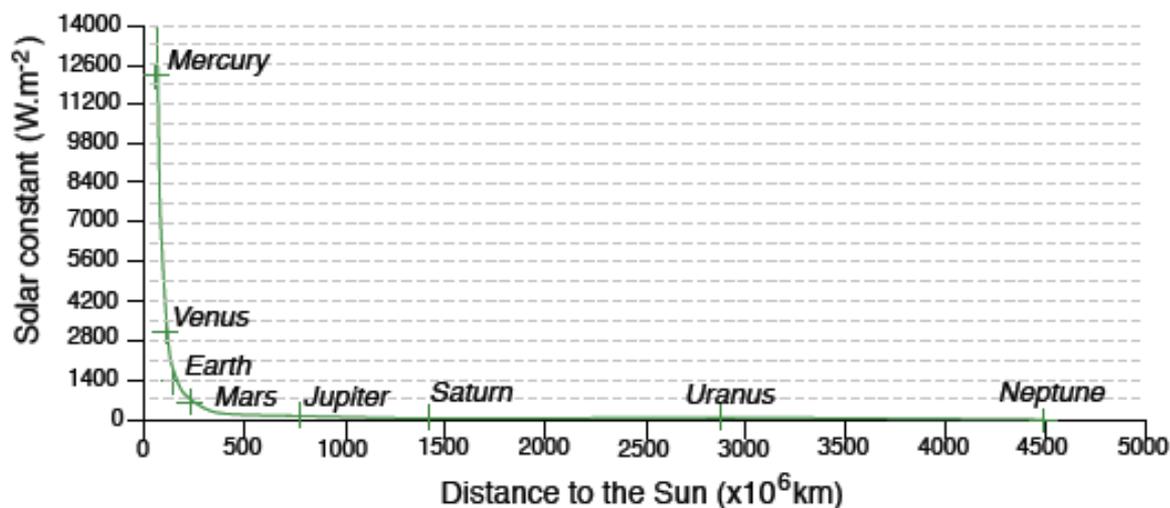


FIGURA 2: Costante solare in relazione alla distanza del Sole per otto pianeti del Sistema solare.

Domanda 6: La costante solare ... (solo una risposta possibile)

- 1- è circa $700 \text{ W} \times \text{m}^{-2}$ su Marte, o tra il 22 e il 28% della costante solare di Venere.
- 2- è due volte più grande su Marte, rispetto alla Terra.
- 3- è molto debole per gli ultimi quattro pianeti più lontani.
- 4- è proporzionale alla distanza dal Sole.
- 5 è più grande su Saturno che su Urano, perché il primo ha un raggio maggiore.



FIGURA 3: (A) Fotografia della Stazione Spaziale Internazionale (ISS) nell'orbita della Terra. Essa ha dimensioni di 110x74x30 (LxWxH in metri) e una massa totale di 400 tonnellate, l'operatività autonoma è fornita da otto generatori solari. Ciascuno è costituito da un albero circondato da due superfici di 32 metri x 11 metri che supportano le celle fotovoltaiche. (B) Cupola che simula la vita su Marte durante il programma HISEAS che si è svolto sulle pendici del vulcano Kilauea nelle Hawaii. Le condizioni di vita e quindi i requisiti energetici per l'autonomia (essenzialmente pressurizzazione e riscaldamento) di questo modulo di colonizzazione Mars è simile a quello di ISS.

Domanda 7: Sulla base delle informazioni riportate nelle figure 2 e 3, quanti generatori sarebbero necessari per una missione autonoma su Marte?

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