

## **TESTE PRÁTICO (TP-2)**

### **O SOL, UMA FONTE DE ENERGIA ÚNICA PARA O SISTEMA SOLAR**

Numa missão tripulada para Marte, o sol parece ser a fonte de energia mais acessível. O planeta está mais longe do sol do que a Terra e, portanto, recebe menos energia. Iremos determinar a área da superfície de placas solares que precisam ser implantadas na superfície de Marte como parte de uma missão para colonização permanente.

#### **PARTE I: MEDINDO A CONSTANTE SOLAR**

A constante solar representa a quantidade de energia solar recebida por uma superfície de  $1\text{m}^2$  localizada a uma distância de uma unidade astronômica (distância média entre a Terra e o Sol) e exposta perpendicularmente aos raios de sol na ausência de atmosfera. Para a Terra é o fluxo de energia no topo da atmosfera. Ela é expressa em watts por metro quadrado ( $\text{W m}^{-2}$ ).

#### **Figura 1: Medindo a constante solar**

- (A)** O instrumento de medida. Consiste num conjunto de apoios (1) com um suporte, braçadeiras e porcas; um calorímetro (2) – uma montagem de um tubo de PVC, espuma isolante e uma massa de latão ou aço (3) que pode ser aquecida pelo sol; um termômetro digital (4) para medir a temperatura durante a experiência. Nota: deverá usar a sua própria prancheta de teste da IESO como inclinômetro, um cronómetro e uma calculadora (fornecida).
- (B)** O princípio por trás da medida da constante solar. Para orientar a superfície de um objeto perpendicularmente aos raios solares, é suficiente colocar uma folha atrás do objeto para minimizar sua sombra.

**Questão 1: para avaliar a constante solar o calorímetro é exposto de tal forma que a massa de latão recebe o máximo de energia. Como orientar o instrumento? Selecione a resposta correta (Imagem 1, 2, 3 ou 4). (Apenas uma resposta possível).**

#### **PARTE II – MEDINDO A CONSTANTE SOLAR TERRESTRE**

##### **Instruções:**

- Tome notas do material fornecido (Parte I).
- Oriente o instrumento de forma que a superfície da massa seja perpendicular aos raios solares.
- Familiarize-se com todos os parâmetros necessários para determinar a constante solar. (Ver tabela 1 abaixo).
- Meça o ângulo do eixo que o instrumento faz com a horizontal. Esta é a altura do sol sobre o horizonte.
- Comece a experiência. Registre as temperaturas: 1 – inicial; 2 – passados 10 minutos e 3 – temperatura final.
- Traga o instrumento para uma área sombreada.

Depois de completar a experiência registre as medições efetuadas na tabela 1:

Parâmetros	Símbolo e unidade	Valor
Massa	M (Kg)	
Diâmetro da massa	D (m)	
Capacidade térmica da massa	$C_p$ (J x K <sup>-1</sup> x kg <sup>-1</sup> )	
Altura do sol sobre o horizonte	h (°)	
Temperatura Inicial	T <sub>i</sub> (°C)	
Temperatura Final	T <sub>f</sub> (°C)	
Duração da experiência	Δt (s)	

**Tabela 1:** parâmetros experimentais necessários para determinar a constante solar.

As nossas medidas foram realizadas na superfície da Terra, mas a constante solar é um valor calculado que exclui a influência da atmosfera. É, por isso, necessária aplicar um fator de correção.

Por outras palavras, qualquer valor de potência, indentificado por P<sub>d</sub>, depende do valor da constante solar F corrigida por um fator *cor*, que depende das propriedades de espessura e transparência da atmosfera atravessada. A relação é dada por:

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

Altura do Sol h (°)	20	30	40	50	60	65
Céu azul claro	2,5	2,0	1,7	1,5	1,4	1,3
Céu pouco nublado	4,2	3,5	2,6	2,1	1,8	1,5
Céu nublado	5,3	4,3	3,2	2,5	2,2	2,0

**Tabela 2:** Dados para a determinação do fator *cor* em função da espessura e transparência da camada de atmosfera atravessada.

**Questão 2: A constante solar F é... (Apenas uma resposta possível).**

- 1- menor do que aquela que é medida no solo e depende das condições climáticas.
- 2- menor do que aquela que é medida no solo e não dependente das condições climáticas.
- 3- idêntica àquela que é medida no solo e dependente das condições climáticas.
- 4- maior do que aquela que é medida no solo e não dependente das condições climáticas.
- 5- maior do que aquela que é medida no solo e dependente das condições climáticas.

Assumimos que a nossa montagem não tem falhas, porém este não é o caso. Por exemplo, problemas de insolação termal limitam a exatidão dos nossos dados. Os valores obtidos serão, na verdade, menores do que os valores dos dados de um instrumento mais preciso. Considere que nosso sistema seja representado por:

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

Recorde que a relação entre potência e energia:

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

A potência recebida por unidade de superfície  $S$  no nível do solo  $P_d$  está relacionada com a potência recebida  $P_{solar}$  pela relação.

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

**Questão 3: A constante solar  $F$  pode ser calculada pela relação deduzida da fórmula (a), (b), (c) e (d). Escolha a relação correta abaixo: (Apenas uma resposta possível):**

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

Porque  $F$  aumenta quando  $S$  aumenta

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

Poque quando  $S$  aumenta, mais energia é capturada

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

Porque  $F$  é proporcional à variação na temperatura

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

Porque  $F$  é inversamente proporcional à correção do fator

A área da superfície de um disco pode ser calculada usando  $S = \pi \times r^2$  onde “ $S$ ” é a superfície em  $m^2$  e “ $r$ ” é o raio de massa  $M$ . Lembre-se que a ordem de magnitude de um valor é a potência de 10 mais próxima do valor. Por exemplo, 32 é mais próximo de 10 do que 100 e assim tem uma ordem de magnitude de  $10^1$ , enquanto que 74, que é mais próximo de 100 do que 10, tem uma ordem de magnitude de  $10^2$ .

**Questão 4: De acordo com suas medições, o valor da constante solar terrestre tem uma ordem de magnitude de:**

- 1-  $101 \text{ W} \times m^{-2}$ .
- 2-  $102 \text{ W} \times m^{-2}$ .
- 3-  $103 \text{ W} \times m^{-2}$ .
- 4-  $104 \text{ W} \times m^{-2}$ .

### PARTE III – MEDINDO A CONSTANTE SOLAR ATRAVÉS DO SISTEMA SOLAR

Medindo a constante solar no sistema solar permite perceber de que modo este parâmetro varia, em função da distância ao sol.

Instruções:

- Familiarize-se com o equipamento fornecido.

- O fotômetro (medidor de luz) pode mover-se dentro do tubo; pode ler a distância entre o fotômetro e a fonte de luz diretamente no nível indicador.
- Meça a intensidade da luz para distâncias diferentes, de forma a responder à questão 5.

**Questão 5: A constante solar é ... (Apenas uma resposta correta)**

- 1- proporcional à distância ao Sol.
- 2- proporcional ao quadrado da distância ao Sol.
- 3- inversamente proporcional à raiz quadrada da distância ao Sol.
- 4- inversamente proporcional à distância ao Sol.
- 5- inversamente proporcional ao quadrado da distância ao Sol.

FIGURE 2: Constante solar versus a distância ao Sol, para oito planetas do sistema solar.

**Questão 6: A constante solar ... (Apenas uma resposta correta)**

- 1- é aproximadamente  $700 \text{ W} \times \text{m}^{-2}$  em Marte, ou entre 22% e 28% da constante solar em Vênus.
- 2- é duas vezes maior em Marte, do que na Terra.
- 3- é muito fraca para os quatro planetas mais distantes.
- 4- é proporcional à distância ao Sol.
- 5- é maior em Saturno do que em Urano porque o primeiro possui um raio maior.

FIGURA 3: (A) Fotografia da estação espacial internacional (ISS) na órbita da Terra. As suas dimensões são de  $110 \times 74 \times 30$  (LxWxH, em metros) e tem uma massa total de 400 toneladas. Funciona autonomamente, graças à energia fornecida por oito geradores solares. Cada um dos geradores é constituído por um mastro que suporta duas superfícies, de  $32\text{m} \times 11\text{m}$ , com células fotovoltaicas. (B) Cúpula que simula a vida em Marte, durante o programa HISEAS, que teve lugar nas encostas do vulcão Kilauea, no Havai. As condições de vida e as necessidades energéticas (essencialmente, para pressurização e aquecimento) deste módulo que simula a colonização de Marte são similares àsquelas da estação espacial internacional (ISS).

**Questão 7: Com base nas informações das figuras 2 e 3, quantos geradores seriam necessários para uma missão tripulada autónoma para Marte?**

- 1- cerca de 4.
- 2- cerca de 8.
- 3- cerca de 10.
- 4- cerca de 12.
- 5- cerca de 14.
- 6- cerca de 16.
- 7- cerca de 18.