

Verificação do valor da constante solar, da luminosidade e da temperatura efetiva do Sol

1. Objetivo da experiência.

Determinar o valor da constante solar e , de posse da mesma, determinar a luminosidade e a temperatura efetiva do Sol.

2. Enfoque Principal.

Estabelecer a relação entre a energia emitida pelo Sol e a energia que chega à Terra, atentando para o princípio de conservação de energia e para atenuações ocorridas na atmosfera terrestre.

3. Tema a ser trabalhado.

Conservação de energia, irradiação térmica e calorimetria.

4. Fenômeno a ser observado.

Aquecimento de certa massa de água pela energia irradiada pelo Sol.

5. Desenvolvimento da atividade.

5.1. Problema a ser levantado.

Deseja-se levar o aluno a questionar a relação entre a energia emitida pelo Sol e a energia recebida na Terra, bem como a relação entre a intensidade da energia irradiada com a temperatura efetiva de nossa estrela.

5.1.1. Problemas relacionados.

Com a verificação pode-se levantar os seguintes problemas:

a) Quais os fatores que levam a uma diferença entre a constante solar encontrada e a encontrada na literatura de referência.

5.2. Materiais Usados.

- i. Recipiente de isopor;
- ii. Tinta preta fosca Látex PVA a base de água;
- iii. Termômetro culinário;
- iv. Pincel;
- v. Cronômetro;
- vi. Régua;
- vii. Filme PVC transparente.



Figura 1: Materiais usados.

5.3. Montagem.

Deve-se cortar o recipiente para que o mesmo apresente cerca de 3 cm de profundidade e então pinte a interna (ver figura 2). Preenche-se completamente o recipiente com água à temperatura ambiente, cobre-se a abertura com o filme PVC e, com o conjunto sob o Sol, posiciona-se o termômetro (o termômetro não deve ficar no fundo do recipiente). Simultaneamente a esse procedimento deve-se posicionar um bastão de comprimento conhecido perpendicularmente ao solo e tomar o comprimento da sombra projetada no solo. Naturalmente que a sombra se desloca ao longo da duração da experiência. Assim, pode-se medir o comprimento da sombra no início da experiência e no final da mesma para que se calcule uma média dos valores obtidos.



Figura 2: Preparação do recipiente.

5.4. Procedimento.

Com o recipiente preparado sobre o Sol toma-se a temperatura a cada 30 segundos ou a cada 20 segundos. Com isso, espera-se obter algo em torno de 30 medidas. A partir da tabela com a relação entre tempo (em segundos) e temperatura monta-se um gráfico com auxílio de um programa (como Excel, por exemplo) para obter o ajuste da reta conforme a figura 3. Por fim, determina-se o coeficiente angular da reta e, a partir desse valor, obtém-se a constante solar.

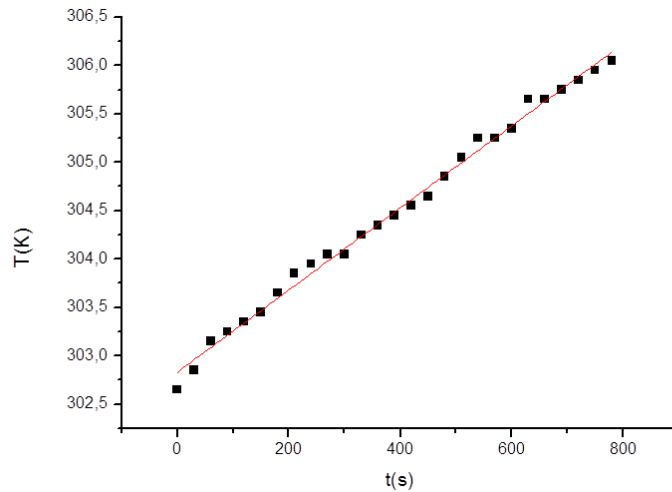


Figura 3: Retra ajustada a partir dos dados obtidos.

Como a luz não incide, no geral, perpendicularmente à superfície deve-se corrigir os valores com o ângulo de incidência da luz mediada a partir da vertical (ângulo zenital). Isso deve ser feito usando-se o comprimento do bastão posicionado sob Sol e a média dos comprimentos da sombra projetada (figura 4).

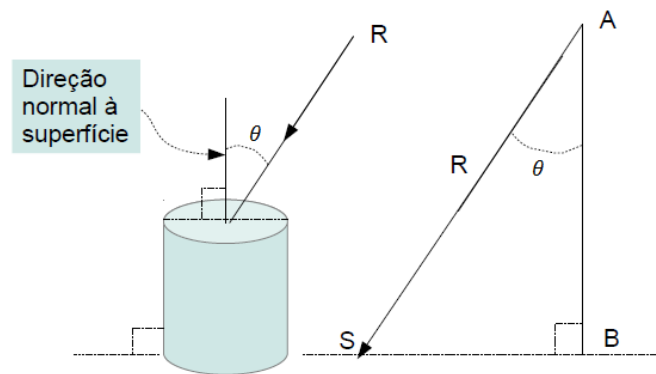


Figura 4: Correção segundo o ângulo de incidência da luz.

A equação segundo a qual a reta é ajustada, com a devida correção para a incidência da luz, é dada por:

$$T(t) = f \frac{\cos \theta}{cph} t + T_0$$

onde f é a constante solar, ρ é a densidade da água, h é a profundidade do recipiente e c é o calor específico da água.

5.5. Resultado esperado.

Espera-se que os alunos obtenham valores para a constante solar em torno de 800 W/m^2 e que sejam capazes de oferecer explicações a respeito da diferença do valor obtido na literatura.

5.6. Correções possíveis para o resultado.

O resultado obtido foi ajustado de acordo com o gráfico apresentado no apêndice A, que relaciona a transmissão atmosférica, ou seja, a fração da energia por unidade de tempo e por unidade de área que efetivamente atravessa a atmosfera e chega à superfície da Terra. Ainda, devemos considerar que à medida que a água do recipiente é aquecida ocorrem trocas de calor com o ambiente. Pode-se estimar a quantidade de energia perdida para o ambiente medindo a variação de temperatura da mesma massa de água, sob as mesmas condições do experimento, previamente aquecida em função do tempo até que haja o equilíbrio térmico com o ambiente. Esse procedimento é detalhado a seguir.

5.7. Determinação da energia perdida para o ambiente.

Aquecendo-se até a temperatura máxima atingida no experimento descrito nesta atividade uma massa de água suficiente para encher completamente o recipiente previamente preparado para o experimento e cobrindo-o com filme PVC (para evitar a evaporação) e, tendo posicionado o termômetro, toma-se a temperatura em intervalos de 10 segundos até que haja o equilíbrio térmico com o ambiente. Com isso, monta-se um gráfico similar ao exposto na figura 3, porém com inclinação negativa, onde se pode determinar a energia por unidade de tempo dissipada, segundo a equação:

$$P = a\rho Vc$$

onde P é a energia por unidade de tempo dissipada para o ambiente, a é o coeficiente angular da reta ajustada aos dados obtidos através desse procedimento, ρ é a densidade da água, V é o volume de água contida no recipiente e c é o calor específico da água. Por fim, para realizar a correção desejada, basta multiplicar o valor de P pelo tempo transcorrido no procedimento do item 6.4 e adicionar o resultado obtido à constante solar.

6. Referência ao texto principal.

Esta atividade refere-se à seção 3.3, sendo recomendado ler a mesma. Além disso, a seção 3.3.1 e o apêndice A complementam as informações, sendo necessária a leitura completa desses itens para a melhor execução desta atividade.