

8th International Junior Science Olympiad
Durban, South Africa

Exame Prático – Parte 2

7 de dezembro de 2011

Duração: 3,5 horas

Valor Total: 14

REGRAS DO EXAME

1. Todos os competidores devem estar presentes em frente à sala de prova 15 (quinze) minutos antes do início do exame.
2. Não é permitido a nenhum competidor trazer acessórios, exceto remédios ou algum equipamento médico pessoal.
3. Cada competidor deve sentar na carteira designada.
4. Antes do começo do exame, cada competidor deve checar os materiais e acessórios (caneta e calculadora) fornecidos pelo organizador.
5. Cada competidor deve checar o caderno de questões e o caderno de respostas. Levante a sua mão se estiver faltando alguma folha. Comece a prova após o sinal.
6. Durante o exame não é permitido aos competidores deixar o local de prova.
7. Se um competidor precisar utilizar o banheiro, ele(a) deve levantar a mão e um supervisor irá acompanhá-lo.
8. Não é permitido aos competidores incomodar outro competidor ou perturbar o exame. Apenas membros do time podem se comunicar em voz baixa. Caso seja preciso algum tipo de assistência, o competidor deve levantar a mão e o supervisor mais próximo irá ajudá-lo.
9. Não haverá nenhuma discussão ou pergunta sobre os problemas do exame. O competidor deve ficar em sua carteira até que o tempo destinado para a prova se encerre, mesmo que o competidor tenha terminado a prova mais cedo ou mesmo que não queira continuar o trabalho.
10. Ao final do tempo de exame haverá um sinal (o toque de uma campainha). Não é permitido escrever qualquer coisa na folha de respostas após o término do tempo. Todos os competidores devem deixar o local em silêncio. O caderno de respostas deve ser colocado ordenadamente sobre sua mesa.

Leia com atenção as seguintes instruções:

As três tarefas são independentes. Estudantes de cada time podem decidir trabalhar em cooperação ou separadamente.

1. O tempo disponível é de 3,5 horas.
2. A prova experimental consiste de 3 partes. Verifique que você e cada membro do seu time possui um conjunto completo de instruções sobre os experimentos e os respectivos cadernos de respostas. A Parte 2 da prova consiste de 6 páginas.
3. Use somente os acessórios e equipamento fornecidos.
4. Escreva seu nome, código, país e assine a primeira página do seu caderno de respostas. Você deverá escrever somente o seu nome e número do lugar em todas as páginas do caderno de respostas. O código do seu time e de seus respectivos estudantes deve estar escrito em todas as páginas do caderno de respostas. Cada membro do time deve assinar na capa do caderno de respostas final.
5. Todos os resultados devem ser escritos nos espaços designados para tal no caderno de respostas. Dados escritos em outro local não serão pontuados.
6. Enquanto você estiver no local da prova, você deve colocar os óculos de segurança todo o tempo.
7. Comer qualquer tipo de alimento é estritamente proibido durante a prova. Se necessário, você deve perguntar ao assistente de laboratório e comer um lanche em outro local próximo ao local de prova.
8. Participantes devem trabalhar em segurança, comportar-se adequadamente e manter os equipamentos e o ambiente limpo. Ao discutir com seus colegas, mantenha a voz baixa.
9. Não saia do local de prova até ter permissão de fazê-lo. Pergunte ao assistente de laboratório se você precisar usar o banheiro, e para isso será acompanhado.
10. O trabalho pode começar apenas quando o sinal for dado.
11. Você tem 3,5 horas para completar as tarefas experimentais e anotar os resultados no caderno de respostas. Haverá um pré-aviso 30 minutos antes do fim do tempo. Você deve parar de trabalhar imediatamente após o anúncio do fim da prova. Um atraso de mais de 5 minutos após o anúncio resultará na atribuição de zero pontos pela tarefa.
12. Após completar a tarefa, coloque todo o equipamento de volta ao local original.
13. Após o sinal de parar for dado, coloque APENAS o caderno de respostas final (uma cópia) em cima do envelope na mesa. Espere o assistente de laboratório checá-la e coletá-la. Você pode levar as outras cópias com você.

PARTE 2

Conteúdo Energético de Combustíveis

Introdução

Etanol é uma importante substância química que é utilizada amplamente em diversas indústrias. É matéria-prima essencial na produção de várias commodities. Alguns exemplos incluem fármacos, tintas, detergentes, cosméticos, produtos higiênicos, produtos químicos especializados, bebidas, entre outros. O etanol também pode ser usado como combustível alternativo para transporte. O biodiesel, por sua vez, é uma mistura de várias moléculas de hidrocarboneto de cadeia longa, tipicamente ésteres alquila (metila, propila ou etila). O biodiesel pode ser usado em motores a diesel padrão ou como alternativa de baixo teor de carbono para o óleo vegetal. Em alguns países, o etanol é usado como aditivo (conhecido como gasool) ou mesmo como substituto da gasolina, e o biodiesel é usado em diversos motores e veículos movidos a diesel. Ambas as substâncias químicas podem ser produzidas a partir de fontes de energia renovável. Por exemplo, etanol pode ser produzido a partir da cana-de-açúcar, e biodiesel a partir de óleos de sementes de alto rendimento energético, como a mamona, jatropha ou palmeira. O uso de recursos renováveis é uma das muitas estratégias propostas para reduzir os efeitos das mudanças climáticas e contribuir para um crescimento sustentável e um desenvolvimento a nível nacional.

Nesse experimento, vamos comparar o conteúdo energético do etanol e do biodiesel por meio da medição dos calores de combustão em kJ g^{-1} dos combustíveis. Para encontrar o calor de combustão, vamos primeiro utilizar a energia da queima do etanol ou do biodiesel para aquecer uma quantidade conhecida de água. Por meio do monitoramento da temperatura da água, vamos encontrar a quantidade de calor transferida para ela, usando a fórmula

$$q = c_p \cdot m \cdot \Delta t$$

onde q é o calor transferido, c_p é o calor específico da água, m é a massa da água e Δt é a variação de temperatura da água. Finalmente, deve-se considerar a quantidade de combustível consumida, calculando o calor por grama de combustível consumido na combustão.

Objetivos

Neste experimento, vamos:

- Comparar o calor de combustão do biodiesel e do etanol.
- Calcular o calor de combustão e a eficiência em porcentagem dos dois combustíveis.

Materiais

Duas lamparinas pequenas

Baguetas agitadoras de vidro

Termômetro digital

Proveta graduada de 100 mL

Béquer contendo água gelada

Copo de aço inoxidável pequeno

Garras de suporte

Acendedor elétrico

Relógio

Etanol

Biodiesel

Régua

Procedimento

1. Assegure-se de que você e seus colegas estão vestindo um jaleco de laboratório e óculos de segurança.
2. Verifique que a sua bancada possui um termômetro digital, um acendedor elétrico, duas lamparinas e os suportes como na imagem a seguir.

Parte 1: Etanol

3. Encha a lamparina com etanol e assegure que o pavio esteja umedecido com o combustível. Veja a Figura 1 que mostra a estrutura da lamparina. Não se esqueça de tampar a garrafa de etanol.



Figura 1

4. Meça e anote a massa da lamparina montada e cheia de etanol.
5. Meça a massa do copo de aço inoxidável vazio e anote o valor na página de dados.
6. Adicione aproximadamente 200 mL de água gelada no copo de aço inoxidável vazio e anote o valor da massa.
7. Monte o aparato como mostra a Figura 2.

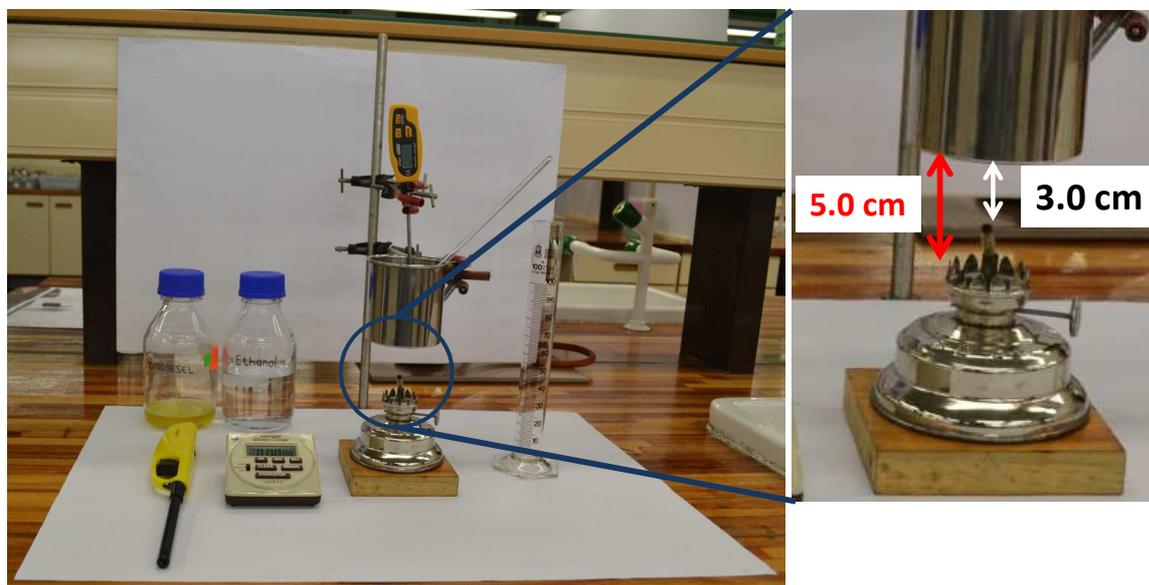


Figura 2

8. Anote a temperatura inicial da água, t_1 .
9. Aqueça a água por meio da lamparina e mexa a água continuamente. Assegure que você anote a temperatura a cada 30 segundos até que a temperatura atinja aproximadamente 30 °C. Apague a lamparina assoprando a chama. CUIDADO: Mantenha cabelos e roupas a uma distância segura da chama.

10. Continue mexendo a água e determine a temperatura máxima t_2 .
11. Espere até que a lamparina esfrie, e então determine e anote a massa final da lamparina resfriada com o conteúdo.

Parte 2: Biodiesel

1. Repita os passos 3 a 11, desta vez com biodiesel, e use a segunda lamparina fornecida.

Processando os dados

1. Calcule o calor absorvido pela água, q , usando a fórmula no início desse experimento. Para água, c_p é igual a $4,18 \text{ J g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.
2. Calcule o calor de combustão tanto para o etanol quanto para o biodiesel, em kJ g^{-1} .
3. Calcule a eficiência em porcentagem de ambos os experimentos. O valor teórico para o calor de combustão do etanol é $30,0 \text{ kJ g}^{-1}$, e para o biodiesel é $41,2 \text{ kJ g}^{-1}$.
4. Responda às questões levantadas no caderno de respostas.

PARTE 3
Células Solares Fotovoltaicas

Introdução

Um método para a conversão da energia proveniente do sol (energia solar) é o uso de uma célula solar, também conhecida como célula fotovoltaica. Uma célula solar usa o efeito fotovoltaico para converter radiação solar em energia elétrica de corrente contínua. A taxa de geração de energia ou potência da célula depende da intensidade de radiação solar que incide na área ativa da célula. A corrente elétrica e a tensão elétrica da célula solar variam conforme a resistência elétrica conectada com a célula, bem como com a intensidade da radiação solar incidente. Essa variação é normalmente apresentada em um gráfico da intensidade de corrente elétrica pela tensão elétrica, denominada curva característica (IV). Uma curva característica é mostrada na Figura 1 (todas as variáveis e parâmetros estão definidos abaixo).

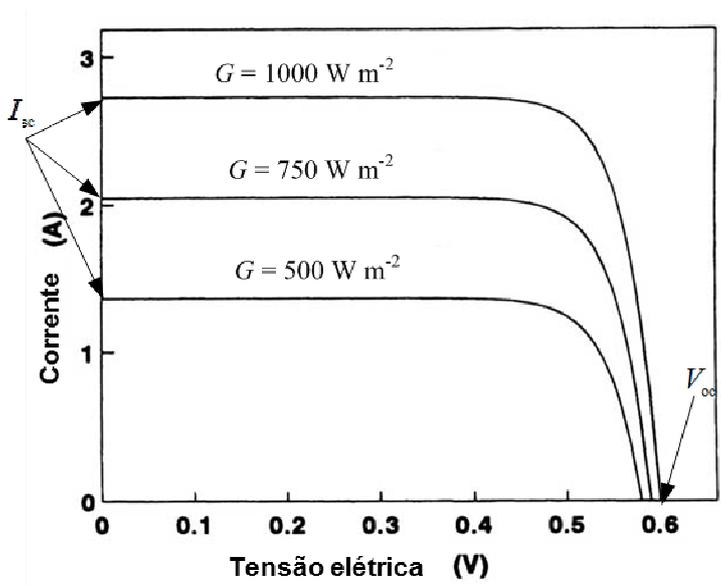


Figura 1: Curva característica IV para uma célula solar.

A intensidade de corrente elétrica na célula, quando a resistência elétrica é zero é denominada corrente de curto-circuito (I_{sc}). A tensão elétrica medida nos terminais da célula em um circuito aberto é denominada tensão elétrica de circuito aberto (V_{oc}).

A radiação solar incidente é geralmente tratada como um fluxo de densidade de radiação (Irradiância, G). A irradiância é medida em $W\ m^{-2}$. Percebe-se da Figura 1 que I_{sc} , para a célula solar, aumenta com o aumento da radiação solar incidente na área ativa da célula.

Neste experimento você investigará a variação de I_{sc} com G para 2 pequenos painéis solares conectados em série. A corrente elétrica de curto-circuito I_{sc} em função de G é dada por:

$$I_{sc} = I_{sco} \left(\frac{G}{G_o} \right)^\alpha \quad (1)$$

onde I_{sco} é uma corrente elétrica de curto-circuito de referência conhecida, medida para uma irradiância G_o conhecida. A constante α relaciona a variação, não linear, de I_{sc} com G . A irradiância incidente G depende do ângulo de incidência (θ) formado entre o feixe de radiação incidente e a reta normal ao painel solar. Assim, a equação 1 pode ser escrita da seguinte maneira:

$$I_{sc} = I_{sco} \left(\frac{G_{s0}}{G_o} \right)^\alpha (\cos \theta)^\alpha \quad (2)$$

onde G_{s0} é a irradiância para uma fonte de radiação com incidência normal ($\theta = 0^\circ$) em relação a célula solar.

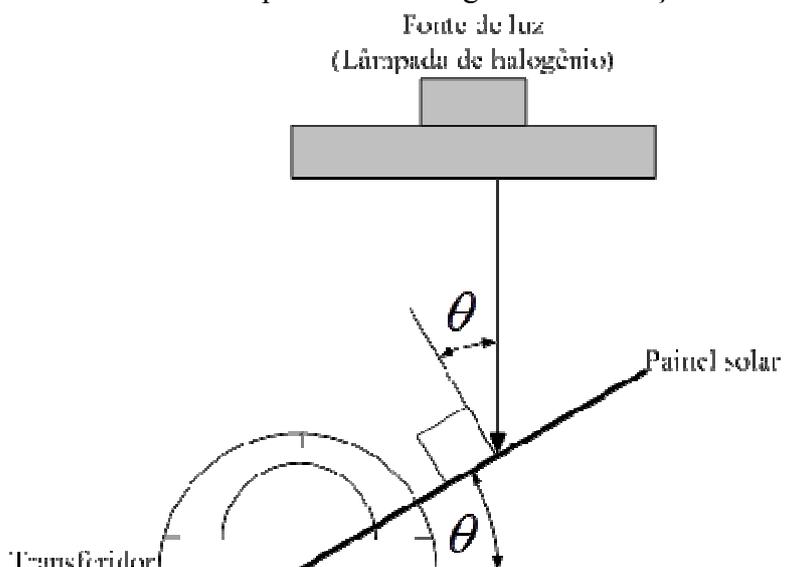
Objetivo

O objetivo da experiência é determinar a constante α usando a equação (2).

Montagem Experimental

Parte da aparelhagem experimental é apresentada na Figura 2. O aparato consiste de uma lâmpada halógena com sua luz orientada para iluminar diretamente um pequeno painel solar. O painel solar deve ser conectado a um multímetro digital. A inclinação do painel solar pode ser variada de 0° to 90° e um transferidor é usado para medir o ângulo de inclinação.

Figura 2



Procedimento

1. Analise atentamente o aparato experimental. Admita que a influência da luz ambiente possa ser desprezada neste experimento e que a distância entre a lâmpada e o painel solar mantenha-se constante enquanto o painel solar está sendo inclinado.
 - a. Ajuste a altura da lâmpada de tal modo que a distância entre a face do painel solar e a face de vidro que protege a lâmpada seja de $40 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$.
 - b. Verifique se o seletor do multímetro digital está posicionado corretamente para medir uma intensidade máxima de corrente elétrica de 100 mA. Conecte o multímetro ao painel solar usando as polaridades corretas.
Chame o monitor para checar a sua montagem antes de prosseguir.
(1,0 ponto)
 - c. Ligue a lâmpada halógena e verifique a leitura do multímetro. **Não toque ou ajuste a lâmpada durante o experimento.**
 - d. Varie a inclinação do painel solar elevando a placa branca sobre a qual o painel solar está colado e verifique se a leitura do multímetro decresce.
 - e. Desligue a lâmpada e retorne o painel solar para sua posição inicial horizontal.
2. Com a lâmpada ligada, anote a intensidade de corrente elétrica (I_1) gerada pelo painel solar quando *se aumenta* a inclinação (θ) do painel de 30° a 80° em intervalos iguais de 5° .
3. Desligue a lâmpada para que o painel solar possa se esfriar por cerca de 5 minutos.
4. Com a lâmpada ligada, anote a intensidade de corrente (I_2) gerada pelo painel solar quando *se diminui* a inclinação (θ) do painel de 80° a 30° em intervalos iguais de 5° .
5. Desligue a lâmpada e o multímetro.

Questões

- 1.1. Anote os valores medidos de θ , I_1 , I_2 . Determine a média de I_1 e I_2 e anote na Tabela 1 como I_{sc} . **(2,5 pontos)**
- 1.2 Use seus resultados para calcular o $\log(\cos \theta)$ e o $\log(I_{sc})$ e anote-os na coluna apropriada da Tabela 1. **(1,0 ponto)**
2. Construa o gráfico de $\log(I_{sc})$ em função do $\log(\cos \theta)$. **(3,0 pontos)**
3. Determine o valor de α a partir do gráfico (não é necessário estimar o erro). **(2,5 pontos)**
4. Dado que $I_{sco} = 70 \text{ mA}$ e $G_0 = 1000 \text{ W m}^{-2}$ use seu gráfico para determinar o valor de G_{s0} . **(2,5 pontos)**
5. Em qual direção deve ser instalada a face de um painel fotovoltaico em uma casa na cidade de Durban? Marque a sua escolha com um "X" no caderno de respostas. **(0,5 ponto)**