



7TH INTERNATIONAL JUNIOR SCIENCE OLYMPIAD Abuja, Nigeria

December 2-11, 2010

EXAME DISSERTATIVO

6 de Dezembro, 2010

Abuja, Nigeria

REGRAS DO EXAME

1. Todos os competidores devem estar presentes em frente à sala de prova dez minutos antes do início do exame.
2. Não é permitido a nenhum competidor trazer acessórios exceto remédio 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, régua, 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 exceto em caso de emergência e para isso um supervisor irá acompanhá-lo.
7. Não é permitido aos competidores incomodar outro competidor ou perturbar o exame. Caso seja preciso algum tipo de assistência, o competidor deve levantar a mão e o supervisor mais próximo irá ajudá-lo.
8. 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.
9. Ao final do tempo de exame haverá um sinal (o toque de uma campainha). Não é permitido escrever qualquer coisa no caderno de respostas após o término do tempo. Todos os competidores devem deixar o local em silêncio. O caderno de questões e o caderno de respostas devem ser colocados ordenadamente sobre sua mesa.



7TH INTERNATIONAL JUNIOR SCIENCE OLYMPIAD Abuja, Nigeria

December 2-11, 2010

Leia com atenção as seguintes instruções:

1. O tempo disponível é de 3 horas.
2. O número total de questões é 3. Verifique se você tem o conjunto completo, com o caderno de problemas e o caderno de respostas.
3. Use somente a caneta fornecida.
4. Escreva seu nome, código, país e assine a sua primeira folha do caderno de respostas.
5. Leia atentamente cada problema e escreva a resposta correta no espaço designado do caderno de respostas.
6. Não é permitido a nenhum competidor trazer nenhum tipo de artigo de papelaria ou qualquer outro acessório. Após completar suas respostas, todas as folhas, tanto de questões quanto de resposta, devem ser colocadas ordenadamente sobre sua mesa.
7. Regras de pontuação: De acordo com a indicação em cada questão.

December 2-11, 2010

EXAME DISSERTATIVO

Problema 1: Radiação Solar

É sabido que as fontes de combustíveis fósseis são esgotáveis. Sendo assim, ao longo dos anos esforços têm sido empregados na busca de explorar e desenvolver novas fontes de energia. Essas fontes alternativas de energia podem incluir energia solar, eólica, nuclear, biomassa, entre outras.

O sol, que é uma fonte de radiação solar, é uma esfera de matéria gasosa muito quente, com uma temperatura de corpo negro efetiva de cerca de 5800 K. O sol tem um diâmetro de aproximadamente 1.40×10^9 m a uma distância de cerca de 1.5×10^{11} m da Terra. A temperatura do núcleo do sol é estimada entre 8×10^6 e 40×10^6 K. Acredita-se que o sol é um reator de fusão nuclear contínuo. O processo de fusão, geralmente considerado mais útil é um processo no qual quatro núcleos de Hidrogênio se combinam formando um núcleo de Hélio. A massa do núcleo do Hélio é menor que a dos quatro núcleos de Hidrogênio. A diferença de massa na reação aparece como energia liberada. Essa energia liberada é dada por $E=mc^2$, m é diferença de massa, c é a velocidade da luz. Essa energia é transportada para a superfície de onde é irradiada para o espaço. Essa radiação que atinge a superfície da Terra possui duas componentes: direta e difusa.

A Nigéria se encontra nos trópicos onde a energia solar está disponível em abundância. Portanto, se devidamente aproveitada, a energia solar pode servir como a tão desejada fonte de energia alternativa para uso doméstico e industrial. Há, no entanto, escassez de dados básicos da radiação solar disponível para permitir um planejamento para uso nacional. Para este fim, muitas medidas têm sido feitas para estimar a radiação solar disponível. Isso também tem contribuído para a criação de modelos para a previsão da radiação solar em vários locais do país.

Em um experimento para determinar a radiação solar disponível (insolação), em Abuja, Nigéria, um fotorresistor de sulfeto de cádmio (CdS) foi usado. Quando a radiação solar incide no fotorresistor, sua resistência diminui. Com a escolha apropriada de resistores numa Ponte de Wheatstone, a resistência elétrica R do fotorresistor pode ser encontrada. As leituras obtidas são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1

Resistência R (Ohm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Radiação Solar, S (Wm^{-2})	3777	1513	886	606	451	355	290	243	208	180

December 2-11, 2010

O fotorresistor de CdS obedece a seguinte relação:

$$SR^\alpha = \beta \quad (1)$$

onde R é a fotorresistência em ohms, obtida do aparato Ponte de Wheatstone; S é a radiação solar dada em Wm^{-2} e α e β são constantes.

Contantes

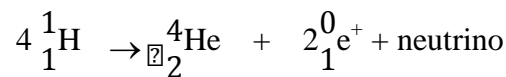
$$1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{Contante de Planck, } h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

Questões

(1.1) O processo de fusão é representado pela equação



Dada a massa de um átomo de Hidrogênio (${}^1_1\text{H}$) = 1.00794 u e a massa do átomo de Hélio (${}^4_2\text{He}$) = 4.002602 u e desprezando a massa do pósitron e do neutrino, calcule a diferença de massa em quilogramas e a energia em Joules (J) liberada durante a reação de fusão. (**valor = 0.7**)

A irradiação de um corpo negro ideal, como o sol, é dada por $P=A\sigma T^4$, no qual P é a potência, A é a área superficial do corpo negro, T é a temperatura na escala absoluta do corpo negro e σ é a constante de Stefan-Boltzmann.

(1.2) A constante solar é quantidade da radiação solar incidente por unidade de área e por unidade de tempo imediatamente da entrada na atmosfera, em um plano perpendicular aos raios. Assumindo que a constante de Stefan-Boltzmann's (σ) = $5.7 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$, estime o valor da constante solar. (**valor = 1.5**)

(1.3) Qual é o intervalo de tempo aproximado (em minutos) que leva para a radiação do sol alcançar a atmosfera terrestre. (**valor = 0.4**)

(1.4) Suponha que a energia de um fóton de radiação solar seja $3.87 \times 10^{-19} \text{ J}$. Determine o comprimento de onda desta radiação. (**valor = 0.5**)

(1.5) Reescreva a equação (1) numa forma logarítmica que possibilite se determinar as constantes α e β através de um gráfico $\log_{10}S$ versus $\log_{10}R$. (**valor = 0.4**)



7TH INTERNATIONAL JUNIOR SCIENCE OLYMPIAD Abuja, Nigeria

December 2-11, 2010

- (1.6) Use a equação obtida no item 1.5 e os dados da Tabela 1 para construir um gráfico linear. (**valor = 4.5**)
- (1.7) Escreva a equação do gráfico construído. (**valor = 1.0**)
- (1.8) Determine graficamente os valores de α e β . (**valor = 1.0**)

December 2-11, 2010

Problema 2: Aplicação do ácido sulfúrico nas indústrias

O consumo de ácido sulfúrico (H_2SO_4) é geralmente um índice do desenvolvimento industrial de um país, devido ao seu extenso uso em um amplo número de operações industriais. Ele é altamente corrosivo, denso, oleoso, variando de incolor a marrom escuro dependendo de sua pureza. Ele é produzido em grande escala por dois processos comerciais, o processo de Contato e o processo de Câmara de Chumbo. No processo de Contato, o óxido de enxofre(IV), dióxido de enxofre, é convertido em óxido de enxofre(VI), trióxido de enxofre, na presença do óxido de vanádio(V), pentóxido de divanádio, inativado pelo óxido de molibdênio a 450°C e 1-2 atmosferas. O óxido de enxofre(IV), dióxido de enxofre, é oxidado em óxido de enxofre(VI), trióxido de enxofre, pelo óxido de vanádio(V), pentóxido de divanádio. Neste processo, o óxido de vanádio(V), pentóxido de divanádio, é reduzido a óxido de vanádio(III), trióxido de divanádio e então reoxidado. Este é um bom exemplo da forma como um catalisador pode ser alterado no decurso de uma reação. Na ausência do óxido de vanádio(V), pentóxido de divanádio, como catalisador, a reação é muito lenta. Óxido de enxofre(VI), trióxido de enxofre, é convertido em oleum ($\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$ - ácido sulfúrico e óxido de enxofre(VI), trióxido de enxofre) por dissolução em ácido sulfúrico. A oxidação do óxido de enxofre(IV), dióxido de enxofre, em óxido de enxofre(VI), trióxido de enxofre, no processo de contato é uma reação exotérmica.

Ácido sulfúrico concentrado tem uma afinidade muito forte com a água e é por vezes usado como um agente de secagem. Ele reage com a sacarose, deixando uma frágil massa negra esponjosa de carbono. O ácido reage da mesma forma com o tecido da pele, celulose, vegetais e matéria animal. Ácido sulfúrico é formado naturalmente em minas pela oxidação de sulfetos minerais, como sulfeto de ferro(II) (FeS). A solução aquosa formada quando tais sulfetos minerais se dissolvem é acida e capaz de dissolver metais. A solução resultante é fluída brilhante, colorida e tóxica.

A combustão de sulfetos minerais em combustíveis fósseis produz óxido de enxofre(IV), dióxido de enxofre, que é lançado na atmosfera terrestre. O óxido de enxofre(IV), dióxido de enxofre, pode ser convertido em óxido de enxofre(VI), trióxido de enxofre, pela radiação do sol e transformado em ácido sulfúrico durante a precipitação (chuvas).

O processo da Câmara de Chumbo depende da oxidação do óxido de enxofre(IV), dióxido de enxofre, com ácido nítrico, HNO_3 , na presença de vapor.

December 2-11, 2010

Questões

2.1 Escolha as duas opções corretas, dentre as alternativas de A até F, do porque não é comercialmente viável se dissolver SO_3 diretamente em água para se obter ácido sulfúrico concentrado.

Opção	Solução
A	Para reduzir os riscos de vazamento
B	Porque a densidade do produto é muito alta
C	Para minimizar os custos de transportes de grandes volumes
D	Porque a última etapa do processo é muito cara
E	Porque a última etapa do processo é muito exotérmica
F	Porque um aerosol de ácido sulfúrico rapidamente encheria o local

(valor = 0.40)

2.2 Relacione o papel que o ácido sulfúrico atua na realização de cada uma das seguintes atividades industriais listadas abaixo:

- (i) Galvanoplastia do ferro e do aço (valor = 0.25)
- (ii) Indústria de fertilizantes (valor = 0.25)
- (iii) Fabricação de detergentes (valor = 0.25)
- (iv) Indústria automotiva (valor = 0.25)

Opção	Papel na indústria
A	Ácido sulfúrico dissolve ferro e aço
B	Dissolução de rochas fosfáticas
C	Fabricação de baterias de chumbo-ácido
D	Limpeza de superfícies metálicas por dissolução de camadas de óxido
E	Funcionalização de grupos de compostos com SO_3^-

2.3. Escreva as equações balanceadas para as quatro principais reações descritas no processo de contato. (valor = 2.0)

2.4. Escolha uma opção de A-C do porquê o óxido de vanádio(V), pentóxido de divanádio é adequado para uso como catalisador no processo de contato (valor = 0.25)



7TH INTERNATIONAL JUNIOR SCIENCE OLYMPIAD Abuja, Nigeria

December 2-11, 2010

- A. Óxido de vanádio(V), pentóxido de divanádio, remove elétrons de SO₂ e é reoxidado pelo oxigênio
- B. Óxido de vanádio(V), pentóxido de divanádio, fornece elétrons para o SO₂ e é por sua vez reduzido para íons de vanádio(III)
- C. Óxido de vanádio(V), pentóxido de divanádio, reage com o oxigênio resultando em um complexo que é regenerável
- 2.5. Use as equações iônicas apropriadas para mostrar a redução e a reoxidação dos íons de vanádio (*valor = 1.0*)
- 2.6 Se o processo de Contato tem eficiência de 80%, calcule o peso de ácido sulfúrico a 98% produzido por 100 kg de enxofre puro. Assuma 100% de conversão do enxofre em óxido de enxofre(IV), dióxido de enxofre. (S = 32.0, H = 1.0, O = 16.0 e a densidade do ácido sulfúrico a 98% é 1.98 g/cm³) (*valor = 1.0*)
- 2.7 Escreva a equação balanceada para a reação entre o cloreto de sódio em excesso e ácido sulfúrico concentrado. (*valor = 0.5*)
- 2.8 Escreva uma equação balanceada representando a desidratação da sacarose pelo ácido sulfúrico. A fórmula da sacarose é C₁₂H₂₂O₁₁ (*valor = 0.5*)
- 2.9 Ácido sulfúrico é um ácido diprótico. Escreva equações para mostrar sua ionização na água. (*valor = 0.5*)
- 2.10 Determine o volume de gás produzido no primeiro estágio do processo de Contato quando 200 g de enxofre são convertidos em óxido de enxofre(IV), dióxido de enxofre, a 300°C e pressão de 1 atm. (A conversão do enxofre para óxido de enxofre(IV) é 100%). R = 0.082 l.atm.mol⁻¹k⁻¹ (*valor = 1.25*)
- 2.11 Calcule o volume de ácido sulfúrico a 0.2 mol.dm⁻³ necessário para neutralizar completamente 16 g de hidróxido de sódio. (Na = 23.0) (*valor = 1.0*)
- 2.12 Da lista fornecida abaixo, selecione três (3) combustíveis fósseis que principalmente dão origem à chuva ácida. (*valor = 0.6*)
- a) Lenha b) petróleo c) carvão d) biodiesel e) bioetanol f) gás natural

December 2-11, 2010

Problema 3: Ecologia Animal

Em um estudo sobre ecologia, o método de Petersen é o método mais simples de marcação-recaptura para estimar a população absoluta de um animal. O procedimento básico consiste em marcar um número de indivíduos em curto período de tempo, soltá-los e recapturar um certo número de indivíduos para verificar se estão marcados. A segunda amostra deve ser aleatória para que o método seja válido, ou seja, todos os indivíduos devem ter uma mesma chance de serem capturados, independentemente se estiverem marcados ou não. Os dados que devem ser obtidos são;

M = número de indivíduos marcados na primeira amostra

C = número total de indivíduos capturados na segunda amostra

R = número de indivíduos da segunda amostra que estão marcados

A partir destas três variáveis, podemos obter uma estimativa do tamanho da população (N) no momento da marcação. Portanto:

$$N = \frac{(M)(C)}{(R)}$$

Esta fórmula assume que não há reposição na segunda amostra e portanto qualquer indivíduo pode ser contado apenas uma vez.

Bagre (*Clarias Gariepinus*) é uma espécie comum de peixe na Nigéria e é uma importante fonte de proteína animal na dieta de muitos moradores urbanos.

Um grupo de estudantes realizou uma investigação ecológica em um pequeno lago (aproximadamente 100 m X 60 m) para estimar o tamanho da população de bagres (*Clarias sp.*) que estaria sujeita à pesca durante uma pescaria. Os estudantes marcaram 109 bagres e em uma segunda amostra, alguns dias depois, eles capturaram 177 peixes dos quais 120 peixes não estavam marcados.

3.1. Complete a tabela abaixo, (0.5 ponto)

Número de peixes capturados e marcados (M)	Total capturado na segunda amostra (C)	Número de peixes marcados capturados na segunda amostra (R)

3.2. Qual era o tamanho da população de bagres no lago? (mostre seus cálculos) (1.0 ponto)

3.2.1 Qual das seguintes razões invalida imediatamente a hipótese de que o processo de marcação não afeta a chance de os peixes serem capturados na segunda amostra: (0.5 Ponto)

December 2-11, 2010

	Razão:	Verdadeiro	Falso
1.	O procedimento de marcação torna o animal mais notável para os predadores		
2.	Ocorre um aumento do número de predadores.		
3.	O processo de marcação é tóxico/prejudicial para o animal.		
4.	Uma substância tóxica é introduzida no meio ambiente.		

3.3. Existem diversas espécies de minhocas na Nigéria e muitas vezes são usadas como isca principal em uma pescaria. Alguns estudantes de ecologia foram obter minhocas para isca da pescaria de um determinado jardim no terreno da escola. Os excrementos da minhocas aumentam a produtividade do ecossistema terrestre. Na medida que as minhocas cavam através do solo, elas literalmente “comem seu caminho”, a terra ingerida passa através do seu sistema digestivo e eventualmente é depositada na superfície em pequenos montes de excrementos. Esta atividade das minhocas tem papel extremamente importante no aumento da fertilidade e produtividade do solo.

Quando os estudantes observaram a forma como os excrementos da minhoca foram distribuídos no jardim, eles idealizaram a hipótese de que os excrementos de minhocas observados seguem uma distribuição espacial aleatória.

Para testar essa hipótese eles colocaram, aleatoriamente, quadrados com as mesmas dimensões no jardim da escola e contaram o número de excrementos de minhocas achados em 100 quadrados. Os resultados estão representados na tabela abaixo:

Numero de excrementos de minhocas(x)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	Total
Numero de quadrados (frequencia, f)	17	20	28	18	8	8	0	0	1	100

Se a distribuição seguisse um **padrão aleatório**, seria esperado que a **razão variância/media** (s^2/\bar{x}) **seria igual 1**.

3.3.1. Calcule o número médio (\bar{x}) de excrementos de minhocas por quadrado. **(1.0 ponto)**

3.3.2. Calcule a variância (s^2) e determine a razão entre a variância e a média

$$s^2 = \sum_{i=1}^N \frac{f(X_i - \bar{X})^2}{N-1} \quad \text{(1.0 ponto)}$$

3.3.3. De acordo com a resposta do item **3.3.2** acima, quais as das seguintes observações abaixo estão corretas: **(0.5 ponto)**

December 2-11, 2010

Opções	Razão entre Variância e Média (s^2/\bar{x})	Conclusão	Marque (\checkmark) a opção correta
I	0.8 – 1.2	A distribuição segue o padrão de uma distribuição aleatória.	
II	>1.2 or <0.8	A distribuição não segue o padrão de uma distribuição aleatória.	

3.4. Uma medida de biodiversidade é o número de espécies por determinada área. A Nigéria é um dos países da África com maior biodiversidade. Existem mais de 10 espécies de minhoca catalogadas na Nigéria e a sua distribuição varia de uma zona ecológica para outra. Um índice amplamente utilizado para medir a diversidade de organismos em determinada área é calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$d = \frac{N(N-1)}{\sum_{i=1}^n n_i(n_i-1)}$$

Onde N é o número total de organismos de todas as espécies, n é o número total de organismos de cada espécie e \sum é o símbolo para somatória.

Um grupo de estudantes coletou 50 indivíduos de uma fazenda de minhocas, e depois de conta-las a seguinte tabela foi obtida:

3.4.1. Complete a tabela a seguir (1.0 ponto)

Espécie de Minhoca	No. coletado	n(n-1)
<i>Eudrilus eugeniae</i>	10	
<i>Hyperiodrilus africanus</i>	15	
<i>Lybodrillus violaceus</i>	16	
<i>Alma millsoni</i>	9	
Total (N)	50	
		$\sum_{i=1}^n =$

3.4.2. Determine a diversidade (d) de minhocas na fazenda de minhocas. (1.0 ponto)

3.4.3. Quando as minhocas comem seu caminho pelo solo, elas criam túneis, e então, o solo passa a conter mais ar, portanto mais oxigênio.



7TH INTERNATIONAL JUNIOR SCIENCE OLYMPIAD Abuja, Nigeria

December 2-11, 2010

A seguinte questão refere-se ao papel do oxigênio no solo.

Responda cada questão com Verdadeiro ou Falso de acordo com a tabela. Marque com um "X" a resposta correta. **(1.0 Ponto)**

	True	False
a) a raiz das plantas não absorvem oxigênio do solo porque ele é transportado a partir das folhas.		
b) as minhocas usam, elas mesmas, o oxigênio presente no solo		
c) a bactéria que transforma a amônia produzida pelos animais em nitrato precisa do oxigênio presente no solo		
d) O Oxigênio do solo é necessário para a decomposição da matéria orgânica.		

3.4.4. O excremento de minhoca consiste em um composto contendo diversos elementos. Plantas precisam de diversos elementos. Quais dos elementos contidos nos excrementos é mais importante que a planta absorva utilizando suas raízes? **(0.5 Ponto)**

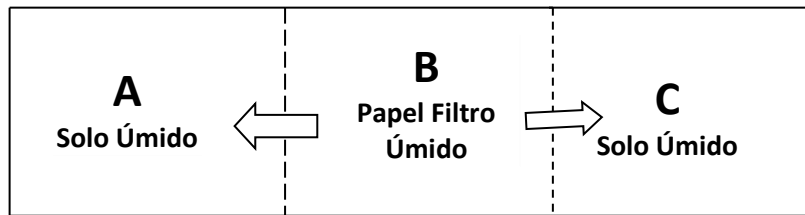
Escolha um dos seguintes elementos: O, C, N, H

Resposta: _____

3.5 Um cientista conduziu um experimento para investigar a resposta das minhocas (*Hyperiodrilus sp.*) a diferentes colorações de luzes. Ele mediu o peso dos excrementos produzidos pela minhoca de forma semanal, por um período de três semanas, tanto nos compartimentos escuros quanto nos compartimentos iluminados, de acordo com o diagrama mostrado a seguir. Oitenta (80) minhocas foram colocadas na porção central (B) da caixa contendo papel filtro. O peso médio dos excrementos nos compartimentos A e C foram registradas conforme a tabela a seguir:

December 2-11, 2010

Montagem Experimental



↑
Fonte de Luz

Cor da Iluminação (código)	Número de <i>Hyperiodrilus</i> sp. expostas	Peso médio (g) da produção de excrementos na porção iluminada da caixa A	Peso médio (g) da produção de excrementos na porção escura da caixa C
<u>Branca (W) – White</u>	80	4.8	19.5
<u>Verde (G) – Green</u>	80	9.4	30.4
<u>Vermelha (R) – Red</u>	80	11.9	16.1
<u>Azul (B) - Blue</u>	80	10.6	30.5

3.5.1. Use os dados fornecidos na tabela para apresentar a informação na forma de um gráfico adequado. (1.5 Pontos)

3.5.2. A partir do gráfico, quais da(s) observação(ões) a seguir é(são) as mais prováveis conclusões? Marque com um “X” as caixas correspondentes. (0.5 Ponto)

(i) A cor vermelha induziu a maior quantidade de excrementos produzidos na porção iluminada e a menor quantidade de excrementos foi produzida na porção não iluminada.

(ii) A cor da iluminação não tem influência na resposta comportamental das minhocas quando exposta a iluminação.

(iii) *Hyperiodrilus* sp. não consegue diferenciar entre as cores da iluminação.

(iv) A iluminação verde induziu uma maior quantidade de excrementos produzidos na área escura.