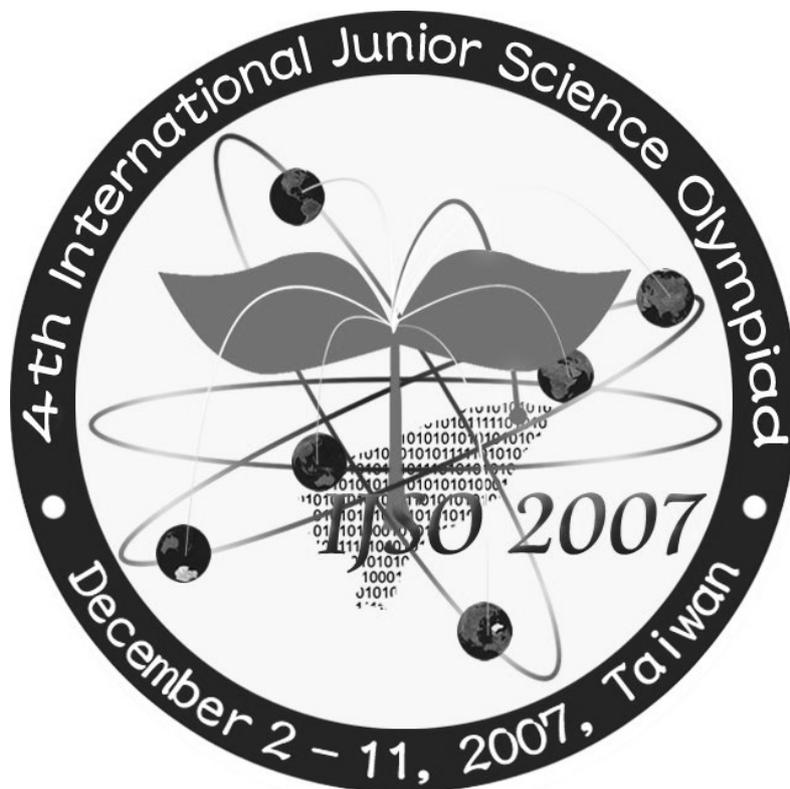


# 4<sup>th</sup> International Junior Science Olympiad



## Exame Teórico

06 de Dezembro de 2007

**4<sup>th</sup> INTERNATIONAL JUNIOR SCIENCE OLYMPIAD**  
**THEORETICAL COMPETITION**  
**December 6, 2007**

---

**Leia com atenção as seguintes instruções:**

1. O tempo disponível é de 3(três) horas.
2. O numero total é de 3 (três) questões. Verifique se você tem o conjunto completo das questões e a sua folha de respostas.
3. Use somente a caneta fornecida.
4. Escreva seu nome, código, país e assine em sua primeira folha do caderno de respostas. Escreva seu nome e código em todas as outras folhas do caderno de respostas.
5. Leia cuidadosamente cada problema e escreva a resposta correta em sua folha de respostas.
6. Não é permitido aos competidores usarem qualquer material que não seja fornecido pelos organizadores. Após completar suas respostas, todas as questões e folhas de respostas devem ser colocadas sobre sua carteira.
7. Regras de pontuação: De acordo com marcação em cada questão



**4<sup>th</sup> INTERNATIONAL JUNIOR SCIENCE OLYMPIAD**  
**THEORETICAL COMPETITION**  
**December 6, 2007**

---

**REGRAS DA PROVA**

1. Todo competidor deve estar presente em frente à sala de prova, 10 (dez) minutos antes do início da prova.
2. Não é permitido, aos competidores, trazer qualquer acessório exceto seus remédios pessoais ou qualquer equipamento médico pessoal.
3. Cada competidor sentará de acordo com sua mesa designada.
4. Antes de iniciar a prova, cada competidor, deve checar o local e quaisquer acessórios (caneta, borracha, calculadora) fornecidos pela organização.
5. Cada competidor deve checar as questões e a folha de respostas. Levante sua mão se você perceber que falta alguma folha. Comece após o sinal.
6. Durante a prova não é permitido aos competidores deixar a sala exceto para um caso de emergência e um fiscal irá acompanhá-lo.
7. Não é permitido aos competidores incomodar outro competidor e perturbar a prova. Em caso que alguma assistência seja necessária, o competidor pode levantar seu braço e o fiscal mais próximo virá ajudá-lo.
8. Não haverá nenhuma questão ou discussão sobre os problemas da prova. O competidor deve estar na sua mesa até que o tempo determinado para a prova tenha se esgotado, mesmo que tenha finalizado a prova antecipadamente ou não queira continuá-la.
9. No final da prova haverá um sinal. Você não tem permissão para escrever qualquer coisa na folha de respostas após esgotado o tempo. Todos os competidores devem deixar a sala silenciosamente. As questões e a folha de respostas devem colocadas cuidadosamente sobre sua mesa.



## Problema I – Forças dentro de um fluido

Quando um objeto se move através de um fluido, além da força de empuxo, ele também recebe a força devido à resistência do fluido. Essa força é conhecida como força de arrasto  $F_D$ . Sabe-se que para objetos movendo-se com baixa velocidade,  $F_D$  é proporcional a velocidade  $v$  do objeto, relativamente ao fluido e ao tamanho linear  $R$  do objeto (se o objeto é uma esfera,  $R$  é o raio dessa esfera). Portanto, podemos escrever  $F_D = C \cdot v \cdot R$ , onde  $C$  é uma constante que depende das propriedades do fluido e da geometria do objeto. Usando este fato e assumindo que as velocidades envolvidas no problema são baixas, resolva as seguintes questões.

### I-1 (1.0 ponto)

Qual a unidade de  $C$ ? (em termos de unidades do SI: kg, s, m)

### I-2 (1.5 ponto)

Utilizando o problema **I-1**, considere uma partícula de poeira, com raio  $R = 3 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ , que cai no ar, que está a  $20^\circ \text{ C}$ . O valor numérico de  $C$  para esta partícula no ar a  $20^\circ \text{ C}$  é  $3,4 \cdot 10^{-4}$  (em unidades do SI). A densidade da partícula,  $\rho$ , é  $2,0 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Suponha que a partícula pode mover-se indefinidamente, sem se chocar com a superfície da Terra. Rapidamente a partícula atinge o regime de velocidade constante, conhecida como velocidade terminal (ou velocidade limite). Se a aceleração da gravidade  $g$  é constante e vale  $9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$  e a densidade do ar é  $1,2 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  encontre a velocidade terminal da partícula de poeira.

### I-3 (1.0 ponto)

Como mostrado esquematicamente na figura **I-1**, centrifugas são aparatos em que amostras são colocadas à girar rapidamente, para que se realizem diversos exames, biológicos ou em laboratórios médicos. Amostras consistem, freqüentemente, em moléculas biológicas em solução aquosa. Como um exemplo, considere uma amostra contendo proteínas em solução aquosa, amostra esta cuja densidade é de  $1,3 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  e considere que densidade da água é  $1,0 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ . Suponha que a aceleração centrípeta possa ser considerada constante e de valor  $10^5 g$ . A figura **I-2** mostra como a distribuição de proteínas varia em função do tempo e a figura **I-3** mostra a dependência de  $h$  em função do tempo ( $h$  é a variação de comprimento da coluna de moléculas de proteínas). Determine a velocidade terminal dessa molécula de proteína na borda.

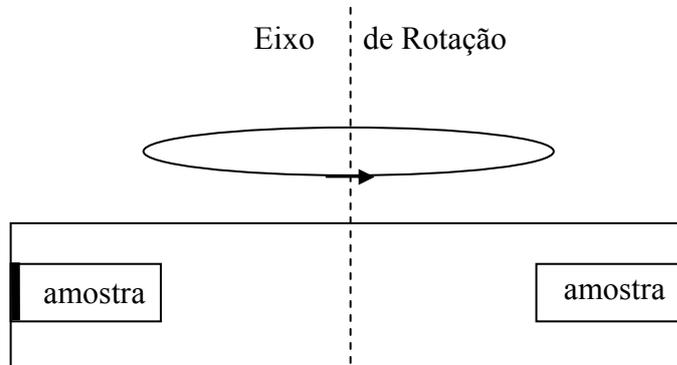


Fig.I-1

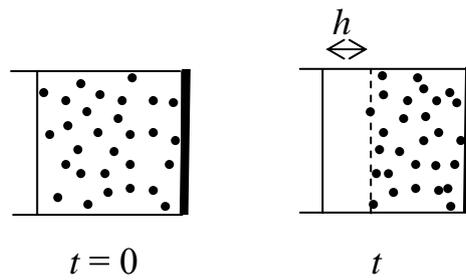


Fig.I-2

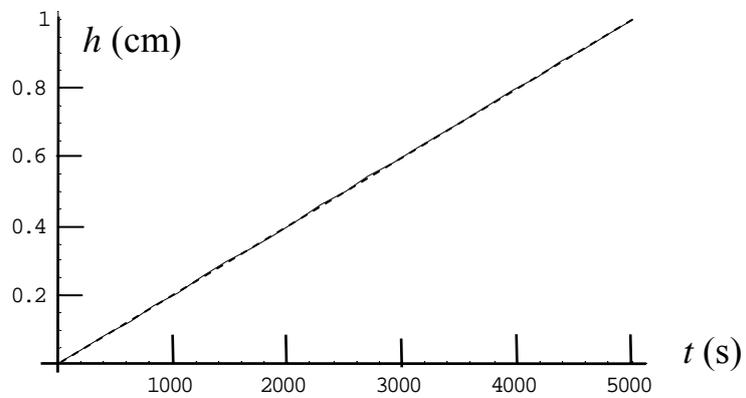


Fig.I-3



#### I-4 (2.5 pontos)

Utilizando o problema I-3, desenhe um diagrama de forças com todas as forças horizontais atuantes na molécula de proteína, que está na borda, e em seguida determine a massa molecular de cada proteína em função da massa atômica unitária  $u$ ,  $1u=1,66 \cdot 10^{-27} \text{kg}$ . Assumimos que cada proteína pode ser tratada como uma esfera de raio  $R=2,5 \cdot 10^{-6} \text{m}$  e que o valor de  $C$  para essa proteína em solução aquosa é de  $4,0 \cdot 10^{-5}$  (em unidades do SI). (Dica: considere a força centrípeta agindo como uma força gravitacional forte)

#### I-5

Em meios com diferentes pH, cada proteína pode ter diferentes cargas resultantes. Isto é demonstrado na figura I-4. Na figura, o ponto isoelétrico (pI), indica o valor de pH para o qual, a carga resultante na proteína é nula. Considere 3(três) proteínas, D, E e F, com peso molecular de 60.000 u, 88.000 u e 160.000 u e seus pI's sendo 5,2; 6,7 e 9,2 respectivamente. Assumiremos que os coeficientes angulares, da reta do pH em função da carga, são os mesmos. Como mostrado esquematicamente na figura I-5, uma gotícula que contém D, E e F, além de partículas neutras (chamadas N), é introduzida próxima ao centro de um tubo capilar que contém uma solução com pH = 8,3. Potenciais elétricos de mesma magnitude (valor) e sinais opostos são aplicados nos eletrodos da esquerda e da direita do tubo capilar. Percebe-se que logo após a aplicação dos potenciais elétricos, a gotícula e a solução se movem com velocidades constantes (a solução move-se devido a interações entre a solução e a parede). Além disso, após um tempo  $t_0$ , a gotícula divide-se em 4 (quatro) pedaços denominados 1, 2, 3 e 4, como mostrado na última figura (fig. I-5). As distâncias percorridas são denominadas por  $d_i$ , onde  $i$  é igual a 1, 2, 3 ou 4. Devem-se desprezar os efeitos de bordo e de difusão. As interações entre proteínas e partículas neutras podem também ser desprezadas. Admitindo que essas proteínas tem o mesmo valor de  $C$  e que podem ser consideradas como esferas de mesma densidade, resolvas as seguintes questões:

#### I-5-A (1.2 pontos)

Denominando como  $Q_d$ ,  $Q_e$ , e  $Q_f$  as cargas que as proteínas D, E e F tem na solução. Ordene  $Q_d$ ,  $Q_e$ ,  $Q_f$  e 0 (zero), de acordo com seus valores.

**I-5-B (2.0 pontos)**

Identifique todos os pedaços na figura I-5 relacionado D, E, F e N, com os números 1,2,3 e 4.

**I-5-C (0.8 point)**

Expresse a velocidade média do fluxo da solução, em termos de  $t_0$  e  $d_i$

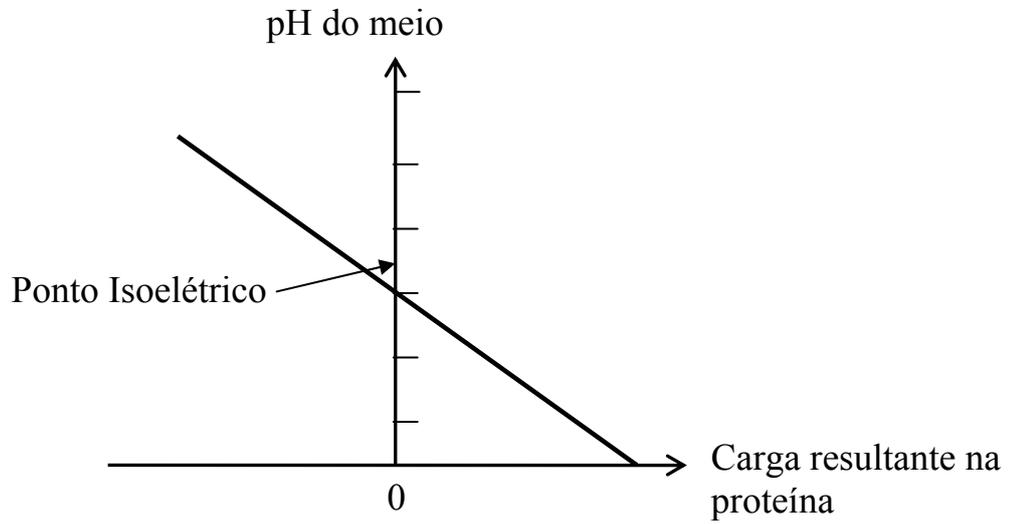


Fig.I-4

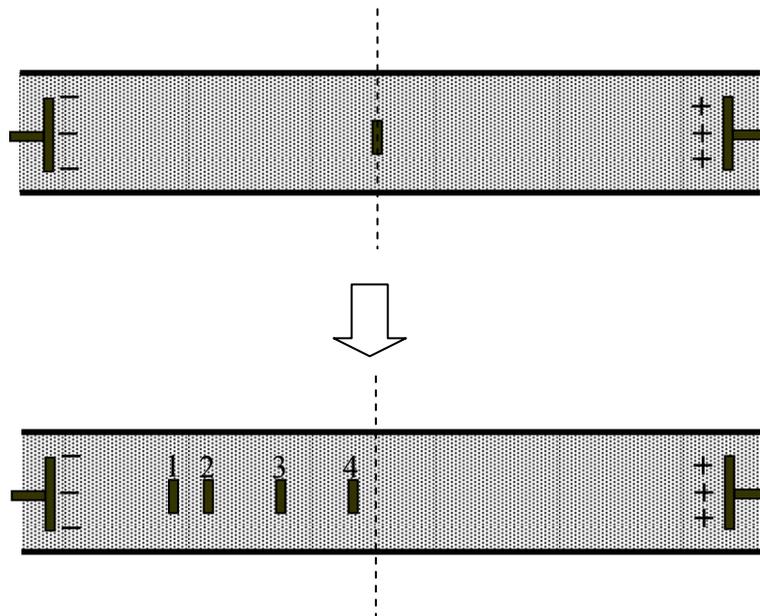


Fig.I-5



## Problema II Química do dióxido de carbono

Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) está envolvido em muitos importantes processos, biológicos e ambientais.  $\text{CO}_2$  é usado na fotossíntese para produzir glicose ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) e  $\text{O}_{2(g)}$ . A energia requerida para produzir 1 mol de glicose é 2800 kJ. Estima-se que a quantidade média de  $\text{CO}_2$  fixada pela fotossíntese sobre a parte terrestre do planeta Terra é 370g por metro quadrado por ano. Todos os átomos de carbono produzidos são convertidos em glicose.  $\text{CO}_2$  é também o produto final da oxidação de todos combustíveis baseados em carbono; seu aumento na atmosfera está causando aquecimento global. O metabolismo da glicose gera  $\text{CO}_{2(g)}$  e  $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$  como produto final. O calor liberado no processo é convertido em trabalho útil com aproximadamente 70% de eficiência.

O excesso de  $\text{CO}_2$  produzido pelo processo metabólico no corpo humano é eliminado. O ar expirado normalmente contém  $\text{CO}_2$  à 30 mmHg e  $37^\circ\text{C}$ . (Sistema Internacional de unidade SI: 1 atm = 760 mmHg, 1 mmHg = 133.3 Pa). Um simples teste para  $\text{CO}_2$  na respiração é soprar o ar expirado para dentro de uma água de cal (uma solução saturada de  $\text{Ca}(\text{OH})_{2(s)}$ ) para torná-la leitosa. Uma propriedade muito útil do  $\text{CO}_2$ , sua habilidade para reagir com superóxido de potássio ( $\text{KO}_{2(s)}$ ) para gerar  $\text{O}_{2(g)}$  o qual pode ser usado em máscaras de oxigênio. Baseado na informação acima, responda as seguintes questões. (massa molar ( $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$ ); H = 1, C = 12, O = 16; constante universal dos gases perfeitos  $R = 8.314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$  (ou  $0.082 \text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ); aceleração da gravidade  $g = 9.8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ ).

### II-1 (0.7 ponto)

Escreva a equação química balanceada para a fotossíntese da glicose do  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .

### II-2 (2.2 pontos)

O sol fornece aproximadamente 1.0 kJ de energia por segundo por metro quadrado sobre a superfície da Terra.

Que porcentagem desta energia é utilizada para produzir glicose?

### II-3 (1.7 pontos)

Calcule a massa de glicose metabolizada por uma pessoa de 60 Kg na subida de uma montanha, com altura de 1000 m. Assuma que a energia consumida na subida da montanha é 5 (cinco) vezes a da energia mecânica necessária para elevar um objeto de 60 Kg a 1000m e a energia provém unicamente do metabolismo da glicose.



**II-4 (0.6 ponto)**

Escreva a equação química balanceada para a reação de  $\text{KO}_{2(s)}$  e  $\text{CO}_{2(g)}$  para formar  $\text{K}_2\text{CO}_{3(s)}$  e  $\text{O}_{2(g)}$ .

**II-5 (1.7 pontos)**

Determine a massa de  $\text{CO}_2$  em 1L de ar expirado pelo corpo humano.

**II-6 (1.7 pontos)**

Se um bombeiro usando uma máscara de oxigênio baseada em  $\text{KO}_2$  exala 400L de ar por hora, determine a massa de  $\text{O}_2$  que deveria ser suprida pela máscara de oxigênio, por hora, para o bombeiro. Assuma que a reação é instantânea e completa.

**II-7 (0.7 ponto)**

Escreva a equação química balanceada para o teste de  $\text{CO}_{2(g)}$  com água de cal.

**II-8 (0.7 point)**

Qual é o número total de elétrons em uma molécula de  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ?



## Problema III

### III-1 Fisiologia das Plantas

Um estudante adicionou 20 cm<sup>3</sup> de uma solução 5mM de KHCO<sub>3</sub> e 5 gotas de um indicador universal de pH em um erlenmeyer de 250 cm<sup>3</sup> (figura III-1). Ele cortou a extremidade de algumas folhas em baixo d'água e transferiu-as para um pequeno frasco de vidro, com água suficiente para que as extremidades cortadas fossem mantidas imersas. Ele então amarrou um barbante ao redor do frasco e vidro, suspendeu o frasco dentro do erlenmeyer, e selou o erlenmeyer com o uso de uma rolha e filme plástico. Após esse preparação, ele começou o seguinte experimento.

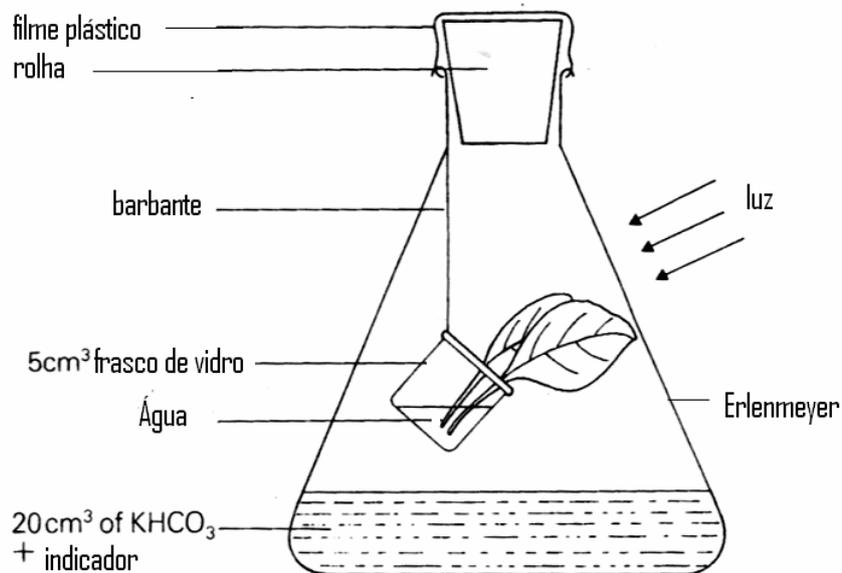


Fig.III-1

Para as questões seguintes, favor selecionar o número, na tabela III-1, que corresponde à resposta certa e preencher no espaço correspondente na folha de respostas. Cada item da tabela pode ser escolhido mais de uma vez ou pode simplesmente não ser escolhido. (cada resposta 0.3 ponto; total 4.2 pontos)

Tabela III-1

1: aumentou/aumentado	2: diminuiu/diminuído	3: permaneceu a mesma	4: Fotossíntese
5: respiração	6: transpiração	7: O <sub>2</sub>	8: CO <sub>2</sub>
9: K <sup>+</sup>	10: HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	11: OH <sup>-</sup>	12: H <sup>+</sup>



### **III-1-A**

Ele colocou o erlenmeyer a 30 cm de uma lâmpada de tungstênio de 60 W e ligou a lâmpada por 3 horas. Durante as 3 horas ele verificou que o valor do pH da solução no erlenmeyer a. A razão para isso é que as folhas realizaram intensamente o processo de b, o que consumiu c, e fez com que a concentração de íons de d e e na solução tivesse f.

### **III-1-B**

Ele desligou a lâmpada e manteve o erlenmeyer no escuro por 3 horas. Durante as 3 horas, ele verificou que o valor do pH da solução no erlenmeyer a. A razão para isso é que as folhas entraram em processo de b, o qual liberou c, e faz com que a concentração de íons de d e e na solução tivessem f.

### **III-1-C**

Ele trocou a solução de  $\text{KHCO}_3$  para  $20 \text{ cm}^3$  de uma solução 5mM de NaOH, trocou as folhas por folhas novas, selou novamente o erlenmeyer e então ligou a lâmpada por 3 horas. Durante as 3 horas, ele verificou que o primeiro processo de a na folhas diminuiu, e então o processo de b nas folhas diminuiu.



### III-2 Homeostase da glicose sanguínea

O termo homeostase refere-se à manutenção de condições constantes do corpo humano. Um exemplo de homeostase é a concentração de glicose sanguínea, a qual é regulada por uma estreita faixa de hormônios. Mr. Chen fez o teste de glicose sanguínea adotando os seguintes procedimentos:

Primeiramente jantou sua usual refeição no hospital, as 18:00 e em seguida jejuou e relaxou, até o café da manhã do dia seguinte às 8:00. Logo após o jantar, amostras de sangue, para testes de concentração de açúcar, foram retiradas e examinadas a cada hora, durante 8 horas. Os resultados são mostrados na figura III-2, onde, no eixo vertical, é mostrada a concentração de açúcar no sangue, e no eixo horizontal, o intervalo de tempo, em horas. Os dados coletados mostram 3 (três) fases. Pela série testes sanguíneos realizados acima e exames físicos, as condições de saúde do Mr. Chen foram diagnosticadas pelo médico, como normais e livre de diabetes.

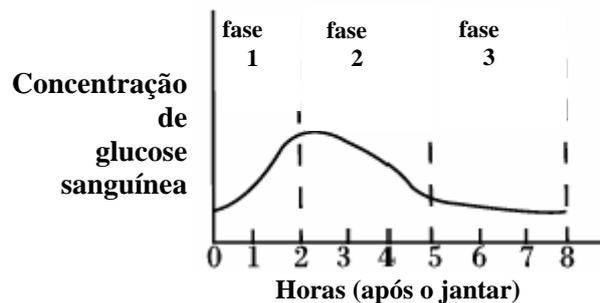


Fig.III-2

Baseado nas informações acima responda as questões a seguir, selecionando de maneira apropriada os números de 1 à 6 da tabela III-2 e as letras de a à e da tabela III-3.

Tabela III-2: Hormônios que regulam a concentração de glicose sanguínea

1. Tiroxina
2. Insulina
3. Adrenalina
4. Glucagon
5. Hormônio do crescimento
6. Cortisona



Tabela III-3: Condições que são relacionadas a mudanças na concentração de glicose sanguínea

a. Glicose sanguínea absorvida pelas células hepáticas
b. Glicose sanguínea absorvida pelas células pancreáticas
c. Produto da decomposição do glicogênio liberado no sangue
d. Alimentos digeridos e absorvidos pelo intestino entrando na corrente sanguínea
e. Glicose sanguínea excretada pela urina

### III-2-A (0.3 ponto)

Qual das condições mostradas na tabela III-3, explica porque a concentração de glicose sanguínea no Mr. Chen aumenta durante a fase 1, após o jantar?

### III-2-B

#### III-2-B-a (0.3 point)

Qual condição da tabela III-3 explica a tendência de queda na concentração de glicose sanguínea do Mr. Chen na fase 2?

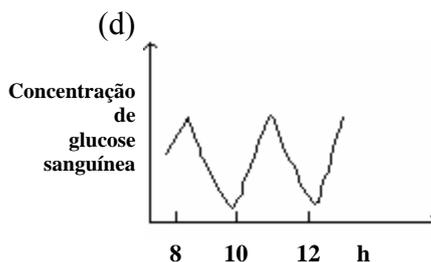
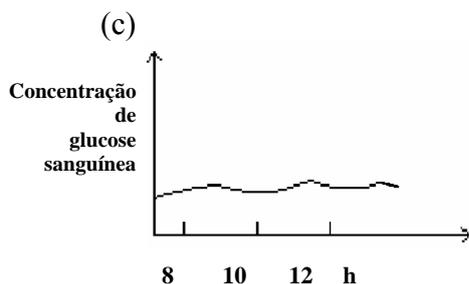
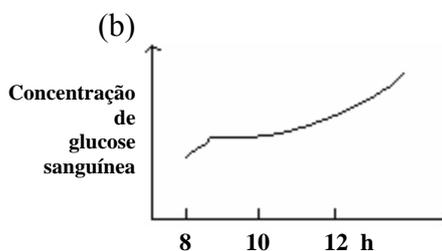
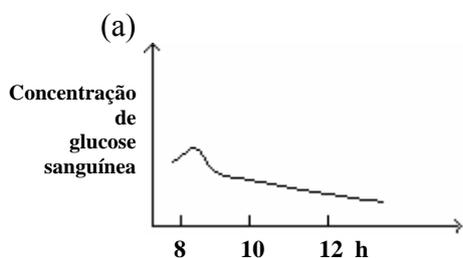
#### III-2-B-b (0.3 point)

Qual dos hormônios na tabela III-2 controla este fenômeno mostrado na fase 2?

#### III-2-C (0.3 point)

Qual dos seguintes gráficos melhor representaria a mudança de glicose sanguínea no corpo do Mr. Chen durante 6 horas após a fase 3, ou seja, o período entre 8~14 horas após o jantar?

(As figuras abaixo tem a mesma escala do que a figura III-2, em termos de concentração de açúcar)





### III-2-D

#### III-2-D-a (0.3 ponto)

Qual dos hormônios da tabela III-2 é o mais provável candidato a regular a concentração de glicose sanguínea do Mr. Chen após a fase 3 (como descrito na questão III-2-C)?

#### III-2-D-b (0.3 ponto)

Qual das seguintes condições da tabela III-3 está relacionada com a concentração de glicose sanguínea presente após a fase 3 (como descrito na questão III-2-C)?

#### III-2-E (0.6 ponto)

Mr. Wang é um paciente ligeiramente diabético, ele também jantou sua usual refeição no hospital, as 18:00 e jejuou em seguida e jejuou em seguida para fazer o exame de sangue. Estime a mudança da concentração de glicose sanguínea do Mr. Wang nas 8 horas seguintes após o jantar. Para comparar os valores, construa o gráfico da mudança na concentração de glicose sanguínea para o Mr. Wang na figura III-2.

#### III-2-F

Um exame no Mr. Wang determinou que sua urina contém glicose. Sabe-se que a molécula de glicose na urina segue os seguintes caminhos: Primeiramente é absorvida pelo intestino delgado, e então segue através do sistema cardiovascular e urinário. Finalmente é excretada na urina. No texto a seguir, preencha corretamente cada espaço com o número que corresponde ao termo apropriado (termos numerados de 1 – 14 na tabela III-4) **(cada resposta 0.2 ponto, total 2.4 pontos)**

1. Artéria Pulmonar
2. Veia Pulmonar
3. Átrio esquerdo
4. Átrio direito
5. Ventrículo esquerdo
6. Ventrículo direito
7. Artéria Hepática
8. Veia Hepática
9. Veia Porta-Hepática
10. Artéria Renal
11. Veia Renal
12. Uretra
13. Uréter
14. Bexiga



Uma molécula de glicose sanguínea, absorvida pela mucosa do intestino delgado, é levada pela a até o fígado, transferida através da b para a veia cava inferior, e flui para o interior do c do coração. Então o sangue é bombeado pelo d para deixar o coração, flui para o interior da e para levar sangue aos pulmões, e volta para o coração através da f. Passando pelo g, e pelo h, o sangue é bombeado deixando o coração e entrando na aorta. Quando o sangue flui para o rim através da i, a glicose sanguínea é filtrada dentro do rim. Urina contendo glicose não absorvida pelos rins é enviada pelo j até a k para armazenamento. Finalmente, a molécula de glicose na urina é excretada através da l.

### III-3 Pestes no campo de arroz

Por muitos anos, para reduzir os danos causados pelas pestes na produção de arroz, Ms. Tu aplicou continuamente certa quantidade de pesticida do tipo X. Para cada ano, ela contou as pestes encontradas no campo de arroz e construiu o gráfico: número de pestes/m<sup>2</sup>, como mostrado na figura III-3.

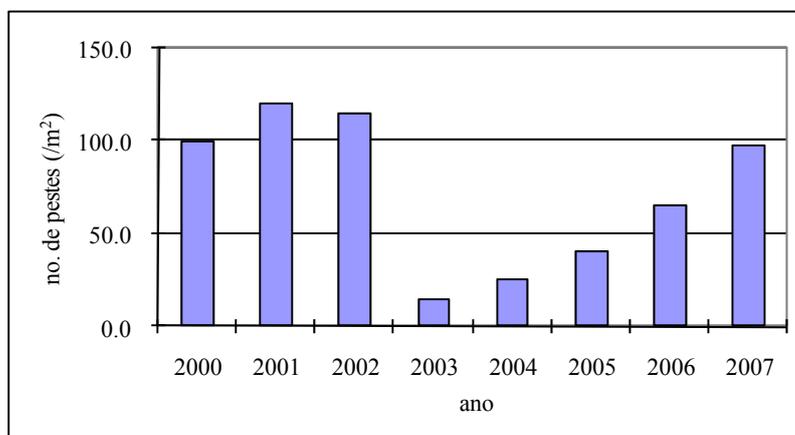


Fig.III-3

De acordo com as observações acima, Ms. Tu concluiu que o pesticida do tipo X era bastante eficiente nos primeiros anos, mas, perde sua eficiência ao longo dos anos. Baseado nas informações acima, responda as seguintes perguntas:

#### III-3-A (0.4 ponto)

Analisando os dados mostrados na figura III-3, qual foi o ano em que o pesticida X foi aplicado pela primeira vez?

### **III-3-B (0.3 ponto)**

Qual das seguintes afirmações esta de acordo com a conclusão da Ms. Tu?

- a. Ocorreram mutações nas plantas de arroz da Ms. Tu, mutações essas que atraíram uma grande quantidade de outras pragas para o campo de arroz.
- b. Uma população de pestes que resistem ao pesticida foi desenvolvida entre a população total das pestes, após isso, o número de pestes resistentes ao pesticida aumentou.
- c. Falha no controle de qualidade na produção do pesticida, o que resultou em ineficiência deste pesticida
- d. Após Ms. Tu aplicar o pesticida X no campo, chuvas severas reduziram a eficiência do pesticida.

### **III-3-C (0.3 point)**

Baseado nos estudos da Ms. Tu, para se prolongar o período em que o pesticida é eficiente, qual das seguintes alternativas é a melhor?

- a. Diminuir a dosagem de pesticida X aplicada por ano
- b. Dobrar a dosagem de pesticida X aplicada por ano
- c. Alternar, anualmente, entre dosagens altas e dosagens baixas de pesticida X
- d. Alternar, anualmente, a aplicação do pesticida X com outro pesticida também eficiente