

## QUESTIONÁRIO 2

### “Termodinâmica”

#### AVISOS:

- O questionário não vale nota.
- Não é necessário entregá-lo, ele tem o objetivo de ajudá-los a estudar os novos conceitos.

1. **“Na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”.** Embora essa frase de Lavoisier esteja amplamente ligada à Lei da Conservação das Massas, podemos também fazer uma conexão com a termodinâmica. Apresente essa associação.

Do mesmo modo que, em uma reação química, a massa de produtos e a massa de reagentes permanece a mesma, apenas ocorrendo a conversão dos reagentes em seus produtos, podemos fazer uma analogia com a conservação de energia exposta pela Primeira Lei da Termodinâmica, a qual estabelece que a energia presente em um determinado sistema é apenas convertida. Como exemplo, pode-se citar a transformação da energia solar em energia química, por organismos fotossintetizantes.

2. **Com poucas palavras, defina a Segunda Lei da Termodinâmica.**

A Segunda Lei da Termodinâmica expõe que o universo tende a máxima entropia ("máxima desordem", "máxima liberação de energia"). Desse modo, essa lei define entropia, que pode ser expressa como uma medida do número de estados possíveis que os componentes de um sistema podem se posicionar.

Uma forma prática de entender essa lei é pensar nas posições que determinada molécula pode ocupar no espaço: ao pegarmos uma caixa de sapato e adicionarmos uma bolinha de ping-pong, ela poderá ocupar os cantos da caixa, o meio, diversas posições, ou seja, o sistema apresentará uma alta entropia. Se adicionarmos mais dez bolinhas a caixa, a nossa bolinha inicial poderá ocupar um menor número de posições, desse modo, podemos dizer que a entropia do sistema diminuiu, pois colocamos restrições ao posicionamento da bolinha no espaço.

3. **Analise as questões a seguir. Indique e explique se o fenômeno é regido pela primeira ou pela segunda Lei da Termodinâmica:**

- a. **Ciclagem de nutrientes por bactérias decompositoras no solo.**

Primeira Lei da Termodinâmica: a energia armazenada nos nutrientes, em suas ligações químicas, por intermédios dos processos oxidativos das bactérias, foi transformada em outros compostos também com valor energético. Parte pode ter sido transformada em calor e liberada no ambiente. Desse modo, podemos ver a transformação de energia química em calor.

Segunda Lei da Termodinâmica: os seres vivos decompositores, ao realizarem o processo de decomposição, liberam para o ambiente elementos químicos que estavam presentes nos restos dos seres vivos. Desse modo, vemos que eles transformam compostos mais complexos em substâncias mais simples, aumentando a entropia do sistema.

- b. **A dissipação do perfume de uma rosa.**

Segunda Lei da Termodinâmica: quando borrifamos um perfume ocorre a distribuição de suas partículas de um local em que elas estavam bastante concentradas para um ambiente maior, onde elas conseguem se dispersar. Assim, vemos um aumento da entropia do sistema, uma vez que as partículas saíram de uma região com restrições de posicionamento para uma em que essas restrições diminuíram.

**c. A transformação de energia feitas pelas plantas, as quais captam a energia solar e as transformam em energia química.**

Primeira Lei da Termodinâmica: as plantas captam a energia luminosa e a transformam, por meio do processo de fotossíntese, em energia química (formação de carboidratos, por exemplo). Com isso, podemos perceber uma transformação de energia.

Segunda Lei da Termodinâmica: podemos também ver a aplicabilidade dessa lei no processo de transferência de elétrons ( $\Delta G$  negativo) e no processo de fixação de carbono, exemplo de acoplamento de energia solar com as reações de fixação, as quais são governadas pela segunda lei.

**4. Qual a função do fósforo na queima de um pedaço de papel, em relação aos princípios da termodinâmica? Associe sua resposta com a conservação das estruturas moleculares.**

O fósforo é capaz de introduzir a energia inicial necessária para superar a barreira da energia de ativação para que a energia contida nas ligações das moléculas que formam o papel seja liberada de forma espontânea. Portanto, a necessidade de uma determinada energia para a liberação de energia contida nas ligações de outras moléculas, está intrinsicamente ligada à manutenção de suas estruturas moleculares até que uma energia suficiente seja introduzida no sistema.

**5. “A teoria da evolução vai na contramão da Segunda Lei da Termodinâmica”. Avalie essa afirmação.**

Essa afirmação segue o seguinte raciocínio: a teoria da evolução mostra que as espécies mais evoluídas, uma célula eucariota por exemplo, se desenvolveram a partir de formas de vida primitivas, uma célula procariota por exemplo, ou seja, os organismos ficaram mais organizados com o tempo. A Segunda Lei da Termodinâmica, por sua vez, afirma que a entropia tende a aumentar com o tempo, nesse raciocínio, os organismos deveriam se tornar mais desorganizados.

Contudo, esse pensamento se baseia em um sistema fechado, o que não se aplica a evolução, pois os seres vivos são sistemas abertos, pois estão constantemente trocando energia e matéria com o meio. Assim, ao passo que se tornam mais complexos (diminuem sua entropia), eles aumentam a entropia do meio no qual estão inseridos. Argumentação essa que comprova que a teoria da evolução não é contrária a segunda lei.

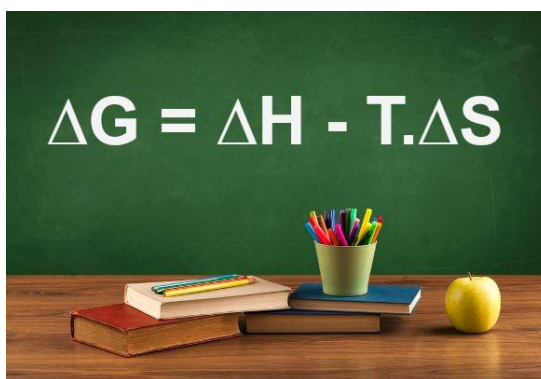
**6. O que impede as moléculas do computador em que você está lendo essa questão de simplesmente entrar em um processo de combustão espontâneo?**

A energia de ativação (força das ligações químicas), a qual protege as moléculas de liberarem a energia contida em suas ligações químicas espontaneamente. Quando essa energia é rompida, o processo passa a ser espontâneo. Caso você coloque seu computador em uma fogueira, estará adicionando energia ao sistema e, desse modo, extrapolando a energia de ligação de suas moléculas, tornando possível que seu computador entre em combustão.

**7. Defina, em poucas palavras: Entalpia e Entropia.**

Entalpia se refere à quantidade total de energia presente em um determinado sistema, enquanto que entropia, é uma medida de dispersão da energia em um dado sistema.

**8. Com base na fórmula da Energia Livre de Gibbs, analise as questões a seguir:**



As respostas dessas questões podem variar dependendo do cenário e da argumentação elaborados! Siga uma opção de resposta, entre outras possíveis.

**a. Ao chutar uma bola de futebol, houve aumento ou redução da energia total da bola? Desse modo, a energia livre de gibbs aumentou ou diminuiu?**

Nesse exemplo, a bola de futebol adquiriu velocidade (ganhou energia cinética) por ter sido alvo da força do chute, desse modo, sua energia total aumentou. Ao avaliar a fórmula, e pensando que as outras variáveis se mantiveram constantes, a energia de gibbs aumentou.

**b. No processo de digestão, houve aumento ou redução da entropia das moléculas ingeridas no almoço? Desse modo, a energia livre de gibbs aumentou ou diminuiu?**

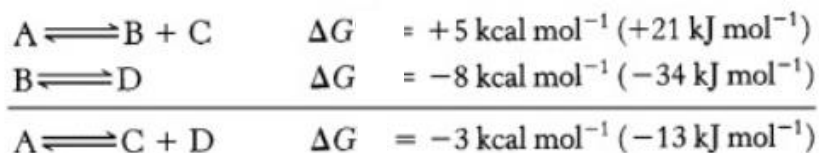
Nesse exemplo, ao ingerir determinado alimento, o qual apresenta baixa entropia, nosso corpo a quebra em partículas menores, ou seja, aumentamos sua entropia ao longo do processo digestivo. Ao avaliar a fórmula, e considerando que as outras variáveis se mantiveram constantes, a energia de gibbs diminuiu.

**c. O preparo de um chá, no qual as partículas se distribuem na água fervente, houve aumento ou redução da entropia das moléculas do chá? Desse modo, a energia livre de gibbs aumentou ou diminuiu?**

Nesse exemplo, durante o preparo do chá, as partículas que antes estavam em uma situação de baixa entropia no saquinho, ao serem adicionadas

na água fervente elas se espalharam, aumentando a entropia do sistema. Considerando a entalpia do sistema constante, houve aumento de temperatura e aumento da entropia, desse modo houve redução da energia livre de gibbs.

9. Em relação as reações genéricas a seguir, responda:



- A primeira reação é espontânea? Explique.**  
Individualmente não. Uma vez que seu  $\Delta G$  é positivo.
- A segunda reação é espontânea? Explique.**  
Sim. Uma vez que seu  $\Delta G$  é negativo.
- Ao acoplar a primeira e a segunda reação, houve mudança na espontaneidade das reações? Explique**  
Sim, a primeira reação tornou-se espontânea. Isso ocorre, pois, o valor de  $\Delta G$  da segunda reação é suficientemente negativo, o que permitiu que as duas reações, por estarem acopladas, pudessem ocorrer espontaneamente.

10. Qual a diferença de processos exergônicos e endergônicos?

Processos exergônicos, a partir da degradação de compostos, são responsáveis pela liberação de energia, como exemplo podemos cita a combustão. Já processos endergônicos são aqueles que precisam de energia para ocorrer, como exemplo pode-se citar a vaporização da água em virtude de seu aquecimento.

11. Imagine que uma pessoa tenha preparado uma salada de alface, bem temperada e a deixou em cima de uma bancada por algumas horas. Quando o indivíduo viu novamente a salada, já estava toda murcha. Considerando os conceitos de entropia, e que o sistema formado pela salada e tempero seja fechado, responda:

- Por que a salada de alface murchou?**  
A salada de alface murchou devido à ação da osmose, mecanismo que transfere água do meio menos concentrado ao mais concentrado. Nessa situação, o meio menos concentrado era o interior das folhas de alface, enquanto que o meio mais concentrado é o externo, devido à adição de temperos.  
Outro motivo para a alface murchar é a perda de moléculas de água para o ambiente em virtude de o meio ser menos concentrado (pressão de vapor) que o interior da folha (potencial hídrico).
- Relacione a murcha da salada com o aumento da entropia do sistema.**  
O aumento da entropia desse sistema se refere à tentativa, através da osmose, de igualar as concentrações de solutos entre o meio externo e o interno, criando uma situação de desordem, de modo a aumentar a entropia do sistema.

12. A manutenção da temperatura corporal humana, à 37C, independente do meio em que o indivíduo se encontra é:

- a. A procura pelo aumento da entropia do sistema, conferindo o bom funcionamento do corpo humano.
- b. Um favorecimento ao aumento da entropia, uma vez que haverá o estabelecimento da ordem no sistema.
- c. **Uma luta contra a desordem, uma vez que favorece a diminuição da entropia do sistema.**
- d. Uma luta contra a diminuição da entropia, já que sua diminuição propicia à desordem do sistema.

A manutenção da temperatura corporal constante pode ser relacionada à ordem e à diminuição da entropia do sistema, uma vez que a temperatura corporal de um ser humano saudável não estará em equilíbrio com a temperatura externa, o que seria energeticamente favorável de ocorrer e, portanto, promoveria o aumento da entropia do sistema.

Outra explicação seria que a temperatura corporal é mantida pelo gasto de energia e, conseqüente, pela liberação de energia na forma de calor. Esse gasto de energia é mantido pelo aumento da entropia nos arredores (consumo de alimentos) que garante a baixa entropia de nossos organismos (organização celular e manutenção da temperatura pela liberação de energia na forma de calor).

13. Imagine os seguintes conjuntos de situações e indique qual situação se encontra em um menor nível de entropia? Por que?

- a. Uma sala de aula, cujos alunos são dispostos em fileiras de carteiras seguindo a ordem alfabética de seus nomes.
- b. Dados estatísticos contendo médias, desvio-padrão e variâncias enviados, automaticamente, por um banco de dados e dispostos, aleatoriamente, numa planilha.

A situação a) se encontra em um menor nível de entropia, já que foi estabelecida uma ordem na disposição dos alunos na sala de aula.

14. Um cientista deseja saber qual seria a melhor opção de par de primers, dentre 3 possíveis pares, para que consiga realizar a amplificação de um gene de interesse. Para isso, analisa o  $\Delta G$  estipulado por uma ferramenta online para verificar a tendência de ocorrer a formação de estruturas não desejadas e que possam atrapalhar a amplificação do gene de interesse. A seguir, encontram-se os  $\Delta G$ s estimados pela ferramenta a partir dos possíveis pares de primers.

- a. -80 kcal/mol
- b. 20 kcal/mol
- c. 120 kcal/mol

- i. Dadas as informações, qual par de primers o cientista deve escolher a fim de evitar a formação de estruturas não desejadas e que a amplificação do gene de interesse ocorra bem? Explique.

O cientista deve escolher o par de primers C, uma vez que quanto maior o  $\Delta G$ , mais energeticamente desfavorável é a ocorrência de uma reação que, nesse caso, se

refere à formação de estruturas que desfavorecem à amplificação de um gene de interesse.