

Ligações Químicas - Ciclo de Born-Haber



→ 1. A partir dos seguintes dados, calcule:

A) Qual a energia reticular para o composto NaCl?

$$\Delta H_{sub}: +107 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_{ion}: +502 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_{diss}: +242 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_{ae}: -355 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_{form}: -411 \text{ kJ/mol}$$

B) Qual a energia reticular para o composto LiF?

$$\Delta H_{sub}: +155,2 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_{ion}: +520 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_{diss}: +150,6 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_{ae}: -333 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{form}: -594,1 \text{ kJ/mol}$$

C) Qual a energia reticular para o composto MgO?

$$\Delta H_{sub}: +136 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_{1 ion}: +738 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_{2 ion}: +1450 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_{diss}: +249 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta H_{1 ae}: -142 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_{2 ae}: +798 \text{ kJ/mol} \quad \Delta H_{form}: -602 \text{ kJ/mol}$$

Ligações Químicas - Ciclo de Born-Haber



→ 1. A partir dos seguintes dados, calcule:

D) Qual a energia de formação para o composto CaO ?

$$\begin{array}{llll}\Delta H_{\text{sub}}: +178 \text{ kJ/mol} & \Delta H_{\text{diss}}: +249 \text{ kJ/mol} & \Delta H_{1 \text{ ion}}: +590 \text{ kJ/mol} & \Delta H_{2 \text{ ion}}: +1146 \text{ kJ/mol} \\ \Delta H_{1 \text{ ae}}: -141 \text{ kJ/mol} & \Delta H_{1 \text{ ae}}: +753 \text{ kJ/mol} & \Delta H_{\text{rede}}: +3401 \text{ kJ/mol} & \end{array}$$

E) Qual a energia de formação para o composto MgCl_2 ?

$$\begin{array}{llll}\Delta H_{\text{sub}}: +148 \text{ kJ/mol} & \Delta H_{\text{diss}}: +242 \text{ kJ/mol} & \Delta H_{1 \text{ ion}}: +738 \text{ kJ/mol} & \Delta H_{2 \text{ ion}}: +1451 \text{ kJ/mol} \\ \Delta H_{\text{ae}}: -349 \text{ kJ/mol} & \Delta H_{\text{rede}}: -2540 \text{ kJ/mol} & & \end{array}$$

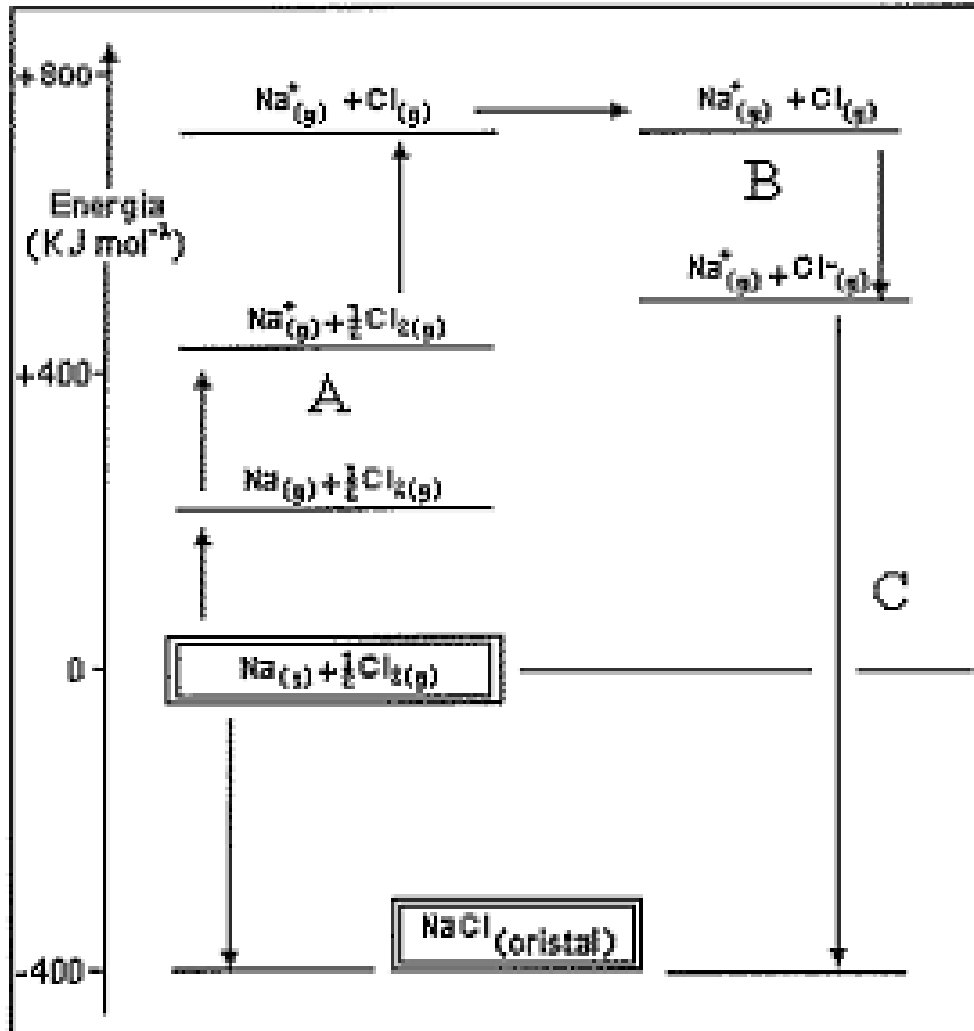
F) Qual a energia de formação para o composto CaCl_2 ?

$$\begin{array}{llll}\Delta H_{\text{sub}}: +178 \text{ kJ/mol} & \Delta H_{1 \text{ ion}}: +590 \text{ kJ/mol} & \Delta H_{2 \text{ ion}}: +1146 \text{ kJ/mol} & \Delta H_{\text{diss}}: +244 \text{ kJ/mol} \\ \Delta H_{\text{ae}}: -349 \text{ kJ/mol} & \Delta H_{\text{ae}}: -2605 \text{ kJ/mol} & & \end{array}$$

Ligações Químicas - Ciclo de Born-Haber



2. (MARINHA/2012) Observe o ciclo de Born-Haber apresentado abaixo. **Assinale a alternativa** que contém os nomes das energias representadas pelas letras A, B e C , respectivamente?

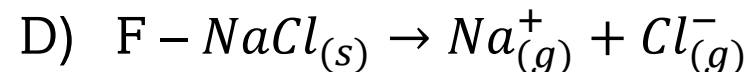
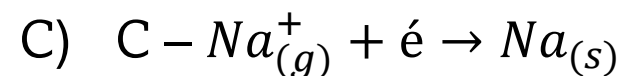
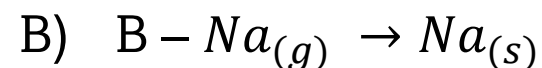
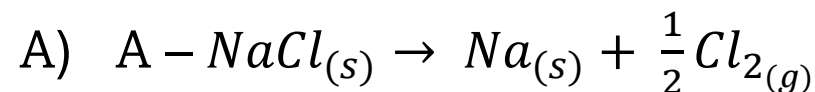
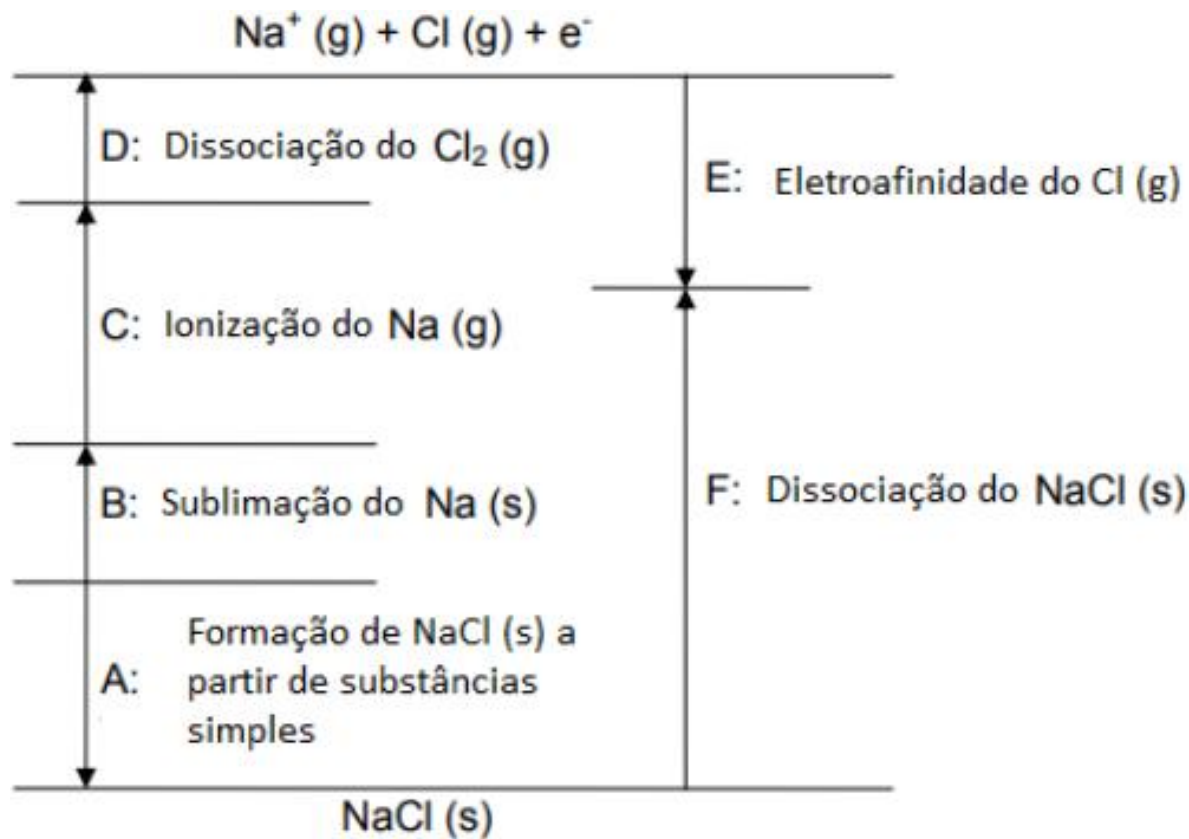


- A) Energia de ionização, eletronegatividade e entalpia de formação.
- B) Entalpia de dissociação, afinidade eletrônica e energia reticular.
- C) Energia de ionização, afinidade eletrônica e energia reticular.
- D) Energia de ionização, entalpia de sublimação e entalpia de formação.
- E) Energia de ionização, afinidade eletrônica e entalpia de formação.

Ligações Químicas – Ciclo de Born-Haber



3. (PUC-MG/2021) O Ciclo de Born-Haber é uma proposta para analisar a energia envolvida numa reação e foi desenvolvido em 1917 pelos cientistas alemães Max Born e Fritz Haber. Esse ciclo envolve a formação de um composto iônico a partir da reação de um metal com um ametal. É utilizado, principalmente, como um método para calcular a entalpia reticular, a qual não pode ser mensurada diretamente. Considere o ciclo para o NaCl na figura a seguir, assinale a representação **CORRETA** de um dos processos que ocorrem nesse ciclo:



Ligações Químicas - Ciclo de Born-Haber

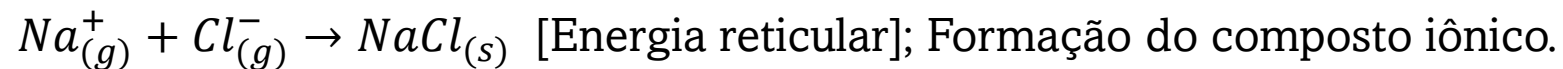


→ Gabarito:

1. A) O Sódio (Na) se encontra no período 3 e no grupo 1, possuindo 1 elétron na última camada de valência. O Cloro (Cl) se encontra no período 3 e no grupo 17, possuindo 7 elétrons na última camada de valência, sendo assim, mais fácil ganhar 1 elétron para completar 8 para atingir a configuração de gás nobre.



$\frac{1}{2} \text{Cl}_{2(g)} \rightarrow \cancel{\text{Cl}_{(g)}} \text{ [Energia de dissociação.]}$; Lembre-se que Cl não existe isolado como átomo Cl, mas sim como molécula $\text{Cl}_{2(g)}$, ou seja, para cada molécula tem-se 2 átomos de cloro ($\text{Cl}_{2(g)} \rightarrow 2\text{Cl}_{(g)}$). No entanto, para a formação do NaCl é somente necessário 1 átomo de Cl para formar 1 mol de NaCl, por isso precisa-se de meia molécula de Cl.



$$\Delta H_{rede} = -411 + (107 + 502 + 121 - 355) = -411 - 107 - 502 - 121 - 355 = \mathbf{-786 \text{ kJ/mol}}$$

Ligações Químicas - Ciclo de Born-Haber



→ Gabarito:

1. B) O Lítio (Li) se encontra no período 2 e no grupo 1, possui 1 elétron na última camada de valência e tende a perder 1 elétron para atingir a configuração de gás nobre. O Flúor (F) se encontra no período 2 e no grupo 17, possuindo 7 elétrons na última camada de valência, sendo assim, mais fácil ganhar 1 elétron para completar 8 para atingir a configuração de gás nobre.



$\frac{1}{2} \text{F}_{2(g)} \rightarrow \text{F}_{(g)}$ [Energia de dissociação.]; Lembre-se que F não existe isolado como átomo isolado, mas sim como molécula $\text{F}_{2(g)}$, ou seja, para cada molécula tem-se 2 átomos de flúor ($\text{F}_{2(g)} \rightarrow 2\text{F}_{(g)}$). No entanto, para a formação do LiF é somente necessário 1 átomo de F para formar 1 mol de LiF, por isso precisa-se de meia molécula de F.



$$\Delta H_{rede} = -594,1 - 155,2 - 520 - \left(\frac{1}{2} \cdot 150,6\right) + 333 = -1011,6 \text{ kJ/mol}$$

Ligações Químicas - Ciclo de Born-Haber



→ Gabarito:

1. C) O Magnésio (Mg) se encontra no período 3 e no grupo 2, possui 2 elétron na última camada de valência e tende a perder 2. O Oxigênio (O) se encontra no período 2 e no grupo 16, possuindo 6 elétrons na última camada de valência, sendo assim, mais fácil ganhar 2 elétron para completar 8 para atingir a configuração de gás nobre.



$\frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{O}_{(g)}$ [Energia de dissociação.]; Lembre-se que O não existe isolado como átomo isolado, mas sim como molécula $\text{O}_{2(g)}$, ou seja, para cada molécula tem-se 2 átomos de oxigênio ($\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{O}_{(g)}$). No entanto, para a formação do MgO é somente necessário 1 átomo de O para formar 1 mol de MgO, por isso precisa-se de meia molécula de O.



$$\Delta H_{rede} = \Delta H_{form} - (\Delta H_{sub} + \Delta H_{ion} + \frac{1}{2} \Delta H_{dis} + \Delta H_{ae})$$



$$\Delta H_{rede} = -602 - (136 + 738 + 1450 + 124,5 + 798) = -3706,5 \text{ kJ/mol}$$

Ligações Químicas - Ciclo de Born-Haber

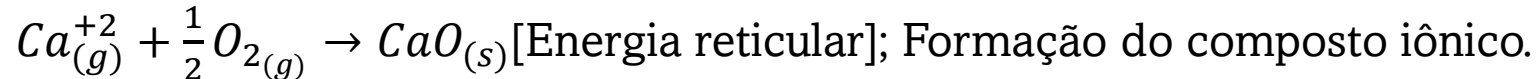


→ Gabarito:

1. D) O Cálcio (Ca) se encontra no período 4 e no grupo 2, possui baixa energia de ionização e tende a perder 2 elétrons para atingir a configuração de gás nobre argônio. O Oxigênio (O) se encontra no período 2 e no grupo 16, possuindo 6 elétrons na última camada de valência, sendo assim, mais fácil ganhar 2 elétrons para completar 8 para atingir a configuração de gás nobre.



$\frac{1}{2} \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{O}_{(g)}$ [Energia de dissociação.]; Lembre-se que O não existe isolado como átomo isolado, mas sim como molécula $\text{O}_{2(g)}$, ou seja, para cada molécula tem-se 2 átomos de oxigênio ($\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{O}_{(g)}$). No entanto, para a formação do CaO é somente necessário 1 átomo de O para formar 1 mol de CaO, por isso precisa-se de meia molécula de O.



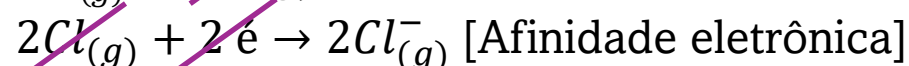
$$\Delta H_{\text{form}} = 178 + 590 + 1146 + 124,5 - 141 + 753 - 3401 = - 750,5 \text{ kJ/mol}$$

Ligações Químicas - Ciclo de Born-Haber



→ Gabarito:

1. E) O Magnésio (Mg) se encontra no período 2 e no grupo 1, possui 2 elétrons na última camada de valência e tende a perder 2 elétrons. O Cloro (Cl) se encontra no período 3 e no grupo 17, possui alta afinidade eletrônica, recebendo assim, os 2 elétrons e completando a última camada de valência, atingindo a configuração de gás nobre.



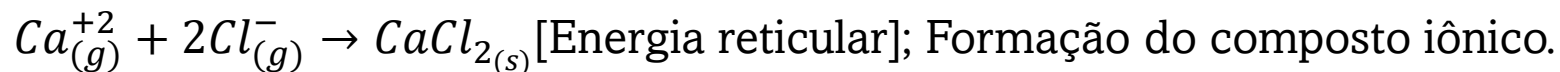
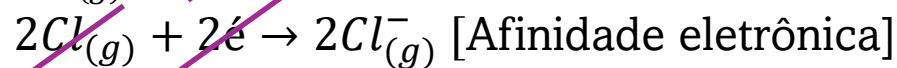
$$\Delta H_{form} = 148 + 242 + (738 + 1451) + 2(-349) - 2540 = -659 \text{ kJ/mol}$$

Ligações Químicas - Ciclo de Born-Haber



→ Gabarito:

1. F) O Cálcio (Ca) se encontra no período 4 e no grupo 2, possui baixa energia de ionização e tende a perder 2 elétrons para atingir a configuração de gás nobre argônio. O Cloro (Cl) se encontra no período 3 e no grupo 17, possui alta afinidade eletrônica, recebendo assim, os 2 elétrons e completando a última camada de valência, atingindo a configuração de gás nobre.



$$\Delta H_{form} = 178 + 244 + 590 + 1146 + 2(-349) - 2605 = -1145 \text{ kJ/mol}$$

Ligações Químicas – Ciclo de Born-Haber



→ Gabarito

2. Alternativa C
3. Alternativa D.

Ligações Químicas – Ciclo de Born-Haber



→ OBSERVAÇÃO:

Moléculas Diatômicas: são os átomos moleculares que existem naturalmente em pares, para assim atingirem a estabilidade eletrônica.

Exemplos clássicos:



Logo, os átomos se encontram sempre com 2 átomos do elemento para uma molécula. Precisando assim, tomar um cuidado com as proporções. Por exemplo, NaCl, precisa de 1 átomo de Cloro para cada átomo de sódio, então, utiliza-se $\frac{1}{2} \text{Cl}_2$, dividindo também o valor da energia de dissociação da molécula, para manter a proporção correta. Enquanto o CaCl_2 , a reação consome a molécula completa de Cl_2 , pois são necessários 2 átomos de cloro para cada átomo de cálcio, portanto, não é necessário, dividir o valor da energia de dissociação.

Processo endotérmico: absorvem energia (+)

Processo exotérmico: liberam energia (-)

Metais: perdem elétrons, formando cátions (positivos)

Ametais: ganham elétrons, formando ânions (negativos)