UNIDADE 2 Ligações Químicas

1. Utilizando os dados apresentados na tabela abaixo, estime a energia de ligação para o molibdênio (Mo). Dado: o ponto de fusão do Mo é 2617°C.

Elemento	Energia de Ligação (kJ/mol)	Temperatura de fusão (°C)
Hg	68	-39
Al	324	660
Fe	406	1538
W	849	3410

dica: faça um gráfico da *energia de ligação versus temperatura de fusão* para os metais listados.

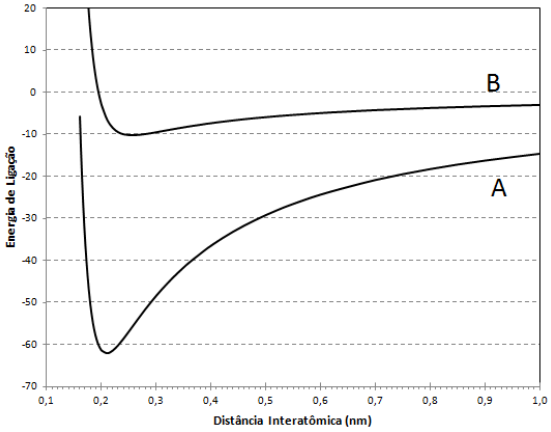
2. Considerando as curvas de energia de ligação e de força de ligação apresentadas a seguir, escolha um dos dois materiais nelas representados (material **A** ou material **B**), justificando a sua escolha.

(a) material para aplicação na qual a resistência mecânica seja fundamental (ou seja, deseja-se o material com a maior resistência mecânica dentre os dois considerados);

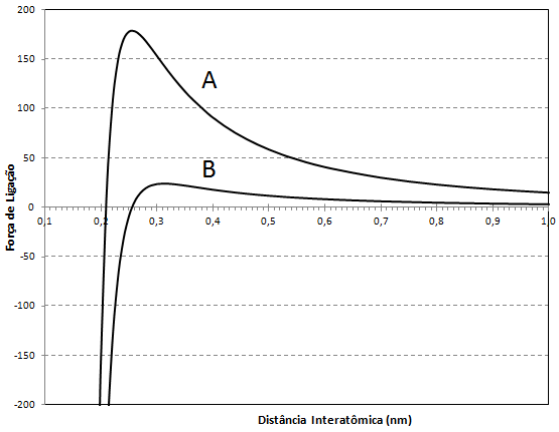
(b) material para uma aplicação na qual ocorre uma variação lenta da temperatura, e para a qual a estabilidade dimensional do corpo é fundamental (ou seja, deseja-se o material que sofra a menor variação dimensional com a temperatura);

(c) material para uma aplicação onde é necessária uma certa flexibilidade (ou seja, deve ser escolhido o material, dentre os dois considerados, que apresente o menor módulo de elasticidade).

Curvas relativas ao exercício 2



Curvas de Energia de Ligação



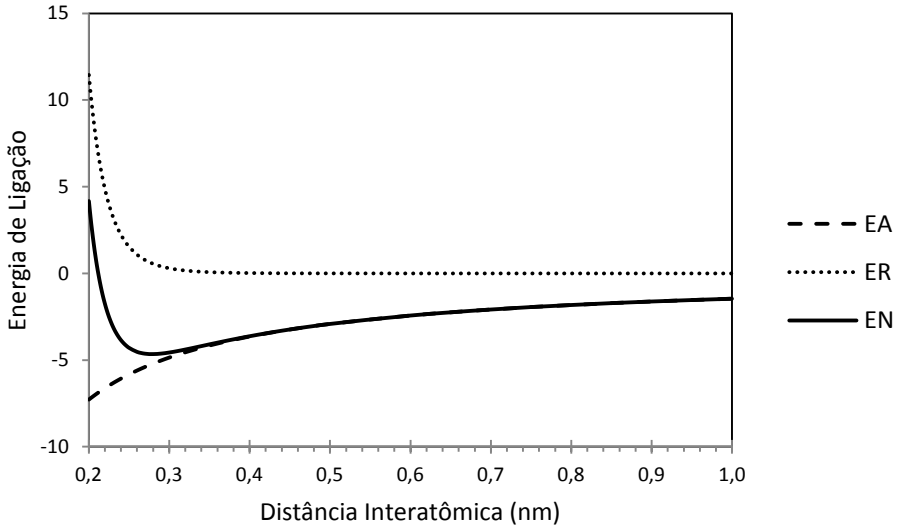
Curvas de Força de Ligação

3. Na tabela apresentada abaixo, foi cometido um erro: foi feita uma inversão no tipo de ligação de dois dos materiais apresentados. Identifique esses dois materiais e corrija o erro, justificando a sua correção.

Material	**Tipo de Ligação Química**	**Temperatura de Fusão (°C)**
NaCl	Iônica	801
C (diamante)	Covalente	~ 3550
(C_2H_4)	Caráter Misto Iônica - Covalente	~ 120
Cu	Metálica	1085
SiO_2	Covalente e secundária	1700
Ar	Secundária (dipolo induzido)	-189
H_2O	Secundária (dipolo permanente)	0

4. Porque geralmente os materiais em que o caráter covalente da ligação é muito significativo (materiais cerâmicos, por exemplo) são menos densos que aqueles em que predomina a ligação metálica?

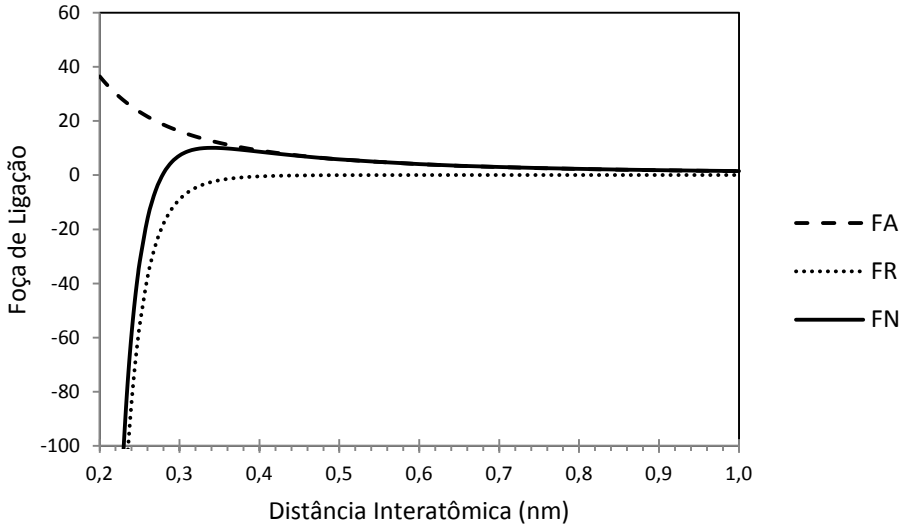
5. Estime a distância de ligação do KCl, considerando as curvas de força e de energia de ligação apresentadas abaixo.



EA *= curva de energia de atração*

ER *= curva de energia de repulsão*

EN *= curva de energia resultante (EA-EF)*



FA *= curva de força de atração*

FR *= curva de força de repulsão*

FN *= curva de força resultante (FA-FR)*

6. Em relação a cada um dos compostos seguintes, indique se a ligação é predominantemente metálica, covalente ou iônica. Se na ligação houver caráter iônico ou covalente, calcule a porcentagem de caráter iônico no composto, de acordo com a equação de Pauling apresentada a seguir.

(a) Ni sólido

(b) ZrO_2

(c) grafite

(d) SiC

(e) MgO

(f) H_2O

(g) GaAs

(h) ZnSe

(i) W sólido

(j) CO_2

A Equação de Pauling

A maioria das moléculas que tem ligações covalentes também apresenta um caráter iônico em sua ligação, e o mesmo também é verdade no sentido inverso. O caráter parcialmente iônico das ligações covalentes pode ser explicado com base na escala de eletronegatividade de Pauling (apresentada a seguir na forma de tabela periódica). Quanto maior for a diferença de eletronegatividade, maior é o caráter iônico da ligação.

IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII			IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0
1 H 2,1																	2 He –
3 Li 1,0	4 Be 1,5											5 B 2,0	6 C 2,5	7 N 3,0	8 O 3,5	9 F 4,0	10 Ne –
11 Na 0,9	12 Mg 1,2											13 Al 1,5	14 Si 1,8	15 P 2,1	16 S 2,5	17 Cl 3,0	18 Ar –
19 K 0,8	20 Ca 1,0	21 Sc 1,3	22 Ti 1,5	23 V 1,6	24 Cr 1,6	25 Mn 1,5	26 Fe 1,8	27 Co 1,8	28 Ni 1,8	29 Cu 1,9	30 Zn 1,6	31 Ga 1,6	32 Ge 1,8	33 As 2,0	34 Se 2,4	35 Br 2,8	36 Kr –
37 Rb 0,8	38 Sr 1,0	39 Y 1,2	40 Zr 1,4	41 Nb 1,6	42 Mo 1,8	43 Tc 1,9	44 Ru 2,2	45 Rh 2,2	46 Pd 2,2	47 Ag 1,9	48 Cd 1,7	49 In 1,7	50 Sn 1,8	51 Sb 1,9	52 Te 2,1	53 I 2,5	54 Xe –
55 Cs 0,7	56 Ba 0,9	57–71 La–Lu 1,1–1,2	72 Hf 1,3	73 Ta 1,5	74 W 1,7	75 Re 1,9	76 Os 2,2	77 Ir 2,2	78 Pt 2,2	79 Au 2,4	80 Hg 1,9	81 Tl 1,8	82 Pb 1,8	83 Bi 1,9	84 Po 2,0	85 At 2,2	86 Rn –
87 Fr 0,7	88 Ra 0,9	89–102 Ac–No 1,1–1,7															

Pauling propôs a equação a seguir para calcular a porcentagem de caráter iônico de uma ligação em um composto AB, onde X_A e X_B são as eletronegatividades dos elementos do composto (sendo A o elemento mais eletronegativo).

$$\%\ caráter\ iônico = \left\{1 - e^{[-0{,}25\times(X_A - X_B)^2]}\right\} \times 100$$

7. A água é líquida na temperatura ambiente e na pressão atmosférica, entrando em ebulição numa temperatura muito mais alta do que a prevista teoricamente, caso não existissem as ligações de hidrogênio. Em relação às ligações de hidrogênio, assinale a alternativa correta.

(a) as ligações de hidrogênio ocorrem entre moléculas onde o átomo de hidrogênio é ligado covalentemente aos átomos mais eletropositivos.

(b) Originam-se da atração entre cada um dos átomos de hidrogênio (que têm carga parcial negativa) de uma molécula polar de água, com átomos de oxigênio (que tem carga parcial positiva) de outras moléculas de água.

(c) No estado sólido, as ligações de hidrogênio presentes na água são mais efetivas, resultando em efeitos estruturais que conferem maior densidade ao estado sólido do que ao líquido.

(d) A água é líquida na temperatura ambiente e na pressão atmosférica, entrando em ebulição numa temperatura muito mais alta do que a prevista teoricamente, devido à existência das ligações de hidrogênio.

(e) As ligações de hidrogênio são interações muito mais fortes do que as ligações covalentes convencionais, e desempenham papel fundamental na química dos seres vivos.

8. Considere as propriedades físicas dos sólidos A, B, C e D mencionadas na tabela abaixo.

Sólido	**Ponto de Fusão (°C)**	**Comportamento Elétrico**	
		a 25ºC	a 1000ºC
A	801	*isolante*	*condutor*
B	43	*isolante*	- - - - - -
C	1538	*condutor*	*condutor*
D	2713	*isolante*	*isolante*

Segundo os modelos de ligação química que foram estudados neste curso, as ligações químicas que devem existir nos sólidos A, B, C e D são:

(a) Iônicas; Metálicas; Covalentes; Metálicas.
(b) Metálicas; Covalentes e Secundárias; Iônicas; Covalentes.
(c) Covalentes; Iônicas; Metálicas; Covalentes e Secundárias.
(d) Iônicas; Covalentes e Secundárias; Metálicas; Covalentes.
(e) Iônicas; Covalentes e Secundárias; Metálicas; Iônicas.

9. Considere as duas figuras abaixo, que representam de forma esquemática os tipos de ligação existentes em dois sólidos.

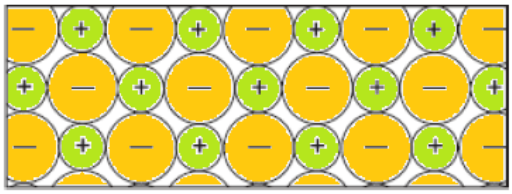


Figura 1

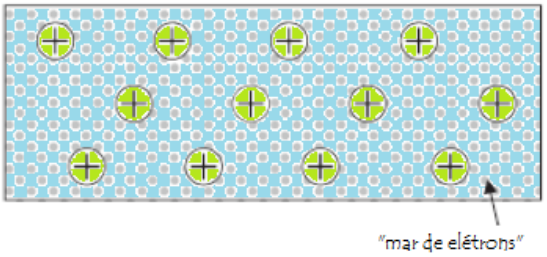


Figura 2

Considerando essas duas figuras, em relação ao comportamento elétrico desses dois materiais, é correto afirmar que:

(a) A Figura 2 corresponde a um sólido condutor de eletricidade.
(b) A Figura 1 corresponde a um sólido condutor de eletricidade.
(c) A Figura 1 corresponde a um sólido que, quando fundido, é um isolante elétrico.
(d) A Figura 2 corresponde a um sólido que, quando fundido, é um isolante elétrico.
(e) Somente com base nas duas figuras, não é possível deduzir qual é o tipo de ligação e, consequentemente, não é possível afirmar nada a respeito do seu comportamento elétrico.

10. Alguns produtos químicos, tais como uma liga de ferrotitânio, o benzoato de sódio, o hexacloroetano e o cloreto de cálcio, podem ser utilizados para obter efeitos especiais em fogos de artifício. A tabela a seguir fornece informações relativas à natureza das ligações químicas presentes nesses quatro produtos.

(a partir de uma questão do vestibular da UFRJ-2005)

Produto Químico	Natureza das Ligações Químicas Presentes	Efeito
A	Somente ligações de caráter iônico predominante	Estrelas de cor brilhante
B	Somente ligações secundárias e ligações de caráter covalente predominante	Fumaça
C	Ligações de caráter metálico predominante	Centelhas branco-amareladas
D	Ligações covalentes e ligações de caráter iônico	Assovio

Considerando essas informações, assinale a alternativa que identifica corretamente os materiais A, B, C e D.

	A	**B**	**C**	**D**
(a)	liga de ferrotitânio	hexacloroetano	cloreto de cálcio	benzoato de sódio
(b)	cloreto de cálcio	benzoato de sódio	liga de ferrotitânio	hexacloroetano
(c)	benzoato de sódio	liga de ferrotitânio	hexacloroetano	cloreto de cálcio
(d)	liga de ferrotitânio	benzoato de sódio	cloreto de cálcio	hexacloroetano
(e)	cloreto de cálcio	hexacloroetano	liga de ferrotitânio	benzoato de sódio

GABARITO
UNIDADE 2 Ligações Químicas

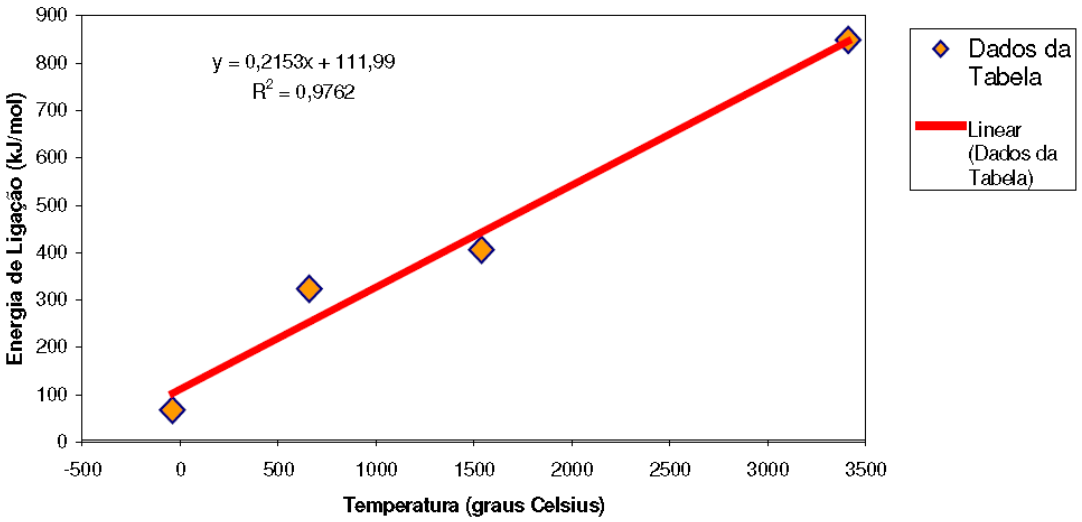
1. Utilizando os dados apresentados na tabela abaixo, estime a energia de ligação para o molibdênio (Mo). Dado: o ponto de fusão do Mo é 2617°C.

Elemento	Energia de Ligação (kJ/mol)	Temperatura de fusão (°C)
Hg	68	-39
Al	324	660
Fe	406	1538
W	849	3410

O gráfico de energia de ligação versus temperatura é mostrado a seguir:

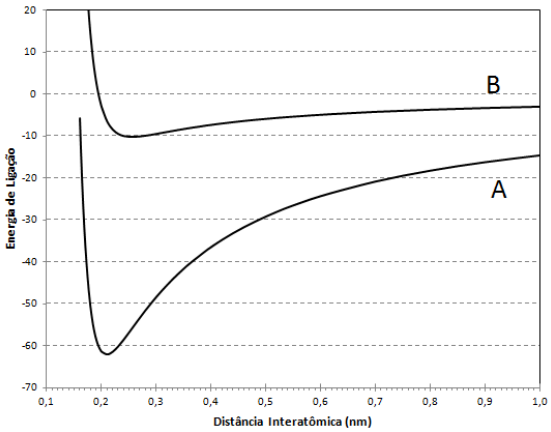
Fazendo-se uma regressão linear, obtém-se:

Energia = 112 + 0,2153 T (r^2 = 0,98)

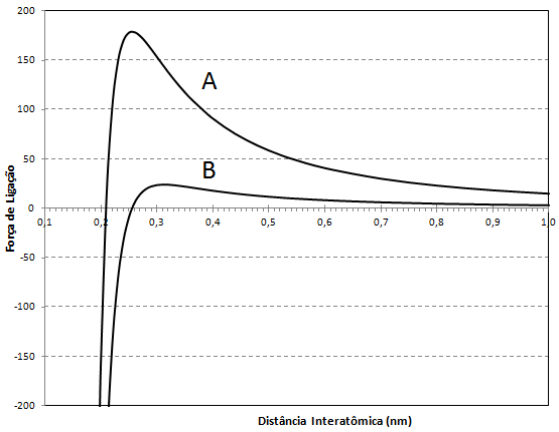


Utilizando-se a equação obtida por regressão linear, obtém-se para o Mo energia de ligação de 675,4 kJ/mol.

2. Considerando as duas curvas de energia de ligação e de força de ligação apresentadas abaixo, escolha um dos dois materiais nelas representados (material **A** ou material **B**), justificando a sua escolha.



Curvas de Energia de Ligação



Curvas de Força de Ligação

(a) *material para aplicação na qual a **resistência mecânica seja fundamental** (ou seja, deseja-se o material com a maior resistência mecânica dentre os dois considerados);*

Material **A**, uma vez que a resistência mecânica aumenta com a força máxima e com a profundidade do poço da curva de energia de ligação (também chamado *"poço de potencial"*).*material para uma aplicação na qual ocorre uma variação lenta da temperatura, e para a qual a **estabilidade dimensional do corpo é fundamental** (ou seja, deseja-se o material que sofra a menor variação dimensional com a temperatura);*

Material **A**, uma vez que o coeficiente de expansão térmica diminui com a profundidade do poço da curva de energia de ligação (também chamado *"poço de potencial"*).*material para uma aplicação onde é necessária uma certa flexibilidade (ou seja, deve ser escolhido o material, dentre os dois considerados, que apresente o **menor módulo de elasticidade**).*

Material **B**, uma vez que o módulo de elasticidade aumenta com a tangente da curva de força de ligação (dF_N/dr), no ponto onde a força de ligação é nula (F_N=0).

3. Na tabela apresentada abaixo, foi cometido um erro: foi feita uma inversão no tipo de ligação de dois dos materiais apresentados. Identifique esses dois materiais e corrija o erro, justificando a sua correção.

Material	Tipo de Ligação Química	Temperatura de Fusão (°C)
NaCl	Iônica	801
C (diamante)	Covalente	~ 3550
(C_2H_4)	*Caráter Misto Iônica - Covalente* O correto é **covalente** (no interior da molécula) e **secundária** (entre as moléculas) – as ligações secundárias são as responsáveis pelo baixo ponto de fusão	~ 120
Cu	Metálica	1085
SiO_2	*Covalente e secundária* O correto é **caráter misto iônica-covalente** – o caráter covalente das ligações mistas é o responsável pelo elevado ponto de fusão [ver ***Observação 1*** a seguir]	1700
Ar	Secundária (dipolo induzido)	-189
H_2O	Secundária (dipolo permanente) [ver ***Observação 2*** a seguir]	0

Observação 1 - Ligações Iônicas x Ligações Covalentes

As ligações iônica e covalente são dois modelos extremos de ligação química. A maioria das ligações reais covalentes e iônicas (as ligações metálicas não serão envolvidas na presente discussão♦) fica em algum lugar entre puramente iônica e puramente covalente. Quando descrevemos as ligações entre átomos iguais de elementos não metálicos, a ligação covalente é um ótimo modelo. O modelo covalente é bom, quando se considera ligações entre elementos não metálicos diferentes. Quando um metal e um não metal estão presentes, a ligação iônica é um bom modelo para a maioria dos compostos simples. Mas quão bons são estes modelos iniciais, e como podem ser melhorados?

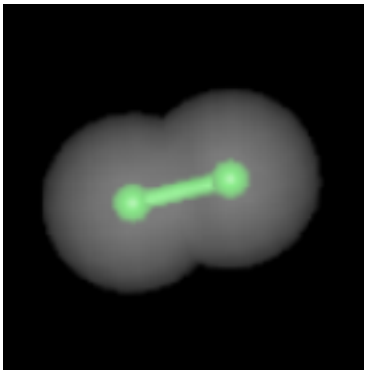
Todas as ligações covalentes entre átomos diferentes implicam em ligações que possuem um certo caráter iônico. Essas ligações, nas quais resulta uma certa carga parcial, são chamadas **ligações**

♦ *Para dar um pouco de "apetite" para discussões mais aprofundadas: na verdade, as ligações metálicas não podem ser retiradas dessa discussão. De fato, a maioria dos metais de transição tem um componente covalente na ligação e, em certas ligas em que há transferência de carga, mesmo uma contribuição iônica pode ser detectada.*

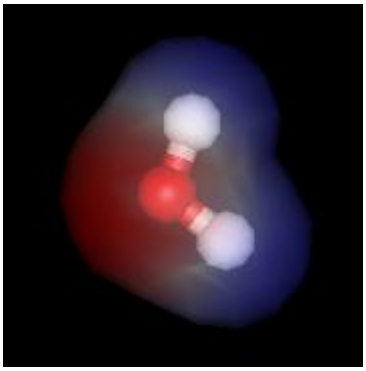
covalentes polares, e todas as ligações entre átomos de diferentes elementos são polares em alguma extensão.

A existência de cargas parciais pode ser vista como um sinal de que um par de elétrons está sujeito a um cabo de guerra entre dois átomos que o compartilham. A ligação covalente torna-se polar se um átomo tem um poder de atração maior que o outro átomo, porque então o par de elétrons é mais provavelmente encontrado próximo ao átomo que tem maior poder de atração. Esse poder de atração é chamado de **eletronegatividade**. Um átomo de um elemento com alta eletronegatividade tem maior poder de atrair elétrons, e tende a puxá-los para longe do átomo que tem menor eletronegatividade.

Exemplos de moléculas onde a ligação é covalente, mas apresentando polaridade diferente, são dados nas figuras abaixo: molécula do cloro gasoso (Cl_2), e molécula da água (H_2O). No cloro, a ligação é covalente e apolar, e na água a ligação é covalente, polar.



Molécula de Cl_2



Molécula de Água

As cores das regiões em torno da molécula da água indicam densidades eletrônicas: vermelho = maior densidade eletrônica; azul = menor densidade eletrônica.

No caso da molécula de cloro gasoso, não existem cores indicando diferenças de densidade eletrônica.

Se as eletronegatividades dos elementos que participam da ligação covalente são muito diferentes, um dos átomos pode ficar com a parte do leão do par de elétrons: o elemento mais eletronegativo lembra um *ânion*, e o outro parece um *cátion*. Diz-se que tal ligação tem um **caráter iônico** considerável. No limite de diferenças muito grandes de eletronegatividade, a contribuição iônica domina a distribuição covalente, e é melhor considerar a ligação como iônica.

Não existe uma linha divisória imediata e clara entre as ligações covalente e iônica. Entretanto, uma boa regra diz que, se há uma diferença de eletronegatividade de cerca de duas unidades *(a eletronegatividade pode ser quantificada, mas não será discutido como isso pode ser feito neste gabarito)*, isto significa que um grande caráter iônico está presente na ligação, e é melhor considerar a ligação como iônica. Para diferenças de eletronegatividade menores que 1,5 , uma descrição covalente da ligação é razoavelmente segura.

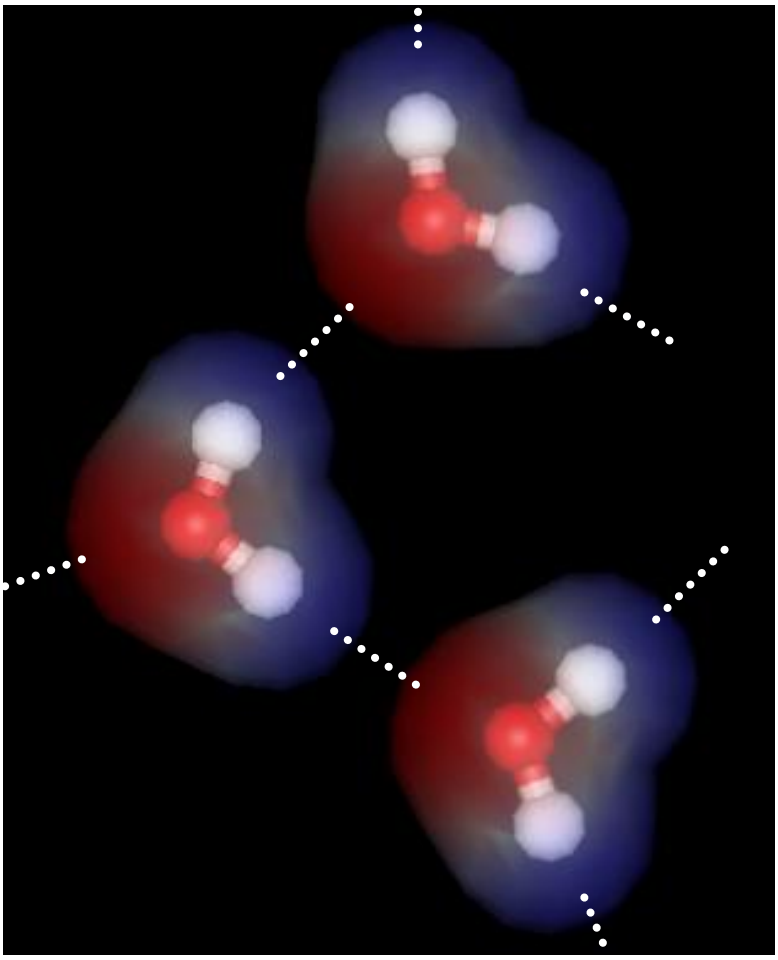
No caso do exercício, as eletronegatividades são de : Si = 1,9 e O = 3,4. A diferença entre ambas é igual a 1,5. O caráter da ligação poderia ser portanto descrito como predominantemente covalente, podendo, no entanto, ser afirmado que também existe um caráter iônico na ligação. Dessa forma o termo "caráter misto iônico-covalente" pode ser aplicado à ligação existente no SiO_2, que possui esse caráter misto, porém com predominância do caráter covalente.

[Adaptado de Atkins, P. e Jones, L. – Princípios de Química. Porto Alegre. Bookman. 2001]

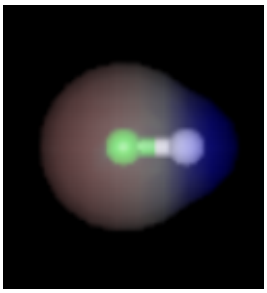
Observação 2 - Ligações Secundárias na Água

As ligações existentes no interior da molécula da água (as que ligam os hidrogênios e o oxigênio) são covalentes. A molécula da água é polar, constituindo um dipolo permanente. Por ser uma molécula polar, ocorrem ligações secundárias na água, entre distintas moléculas. Essas ligações, chamadas de

pontes de hidrogênio, são as mais fortes das ligações secundárias, e são as responsáveis pelo fato de que a água, nas temperaturas e pressões ambientes, exista na forma líquida.



Modelo simplificado indicando as ligações secundárias tipo ponte de hidrogênio entre diferentes moléculas de água. As regiões de maior densidade eletrônica próximas aos oxigênios (em vermelho) atraem as regiões de menor densidade eletrônica, próximas aos hidrogênios (em azul): são as pontes de hidrogênio, que também podem ocorrer entre moléculas orgânicas que possuam grupos hidroxila (OH), ou entre moléculas como o HCl, esquematizado abaixo (cloro representado em verde).



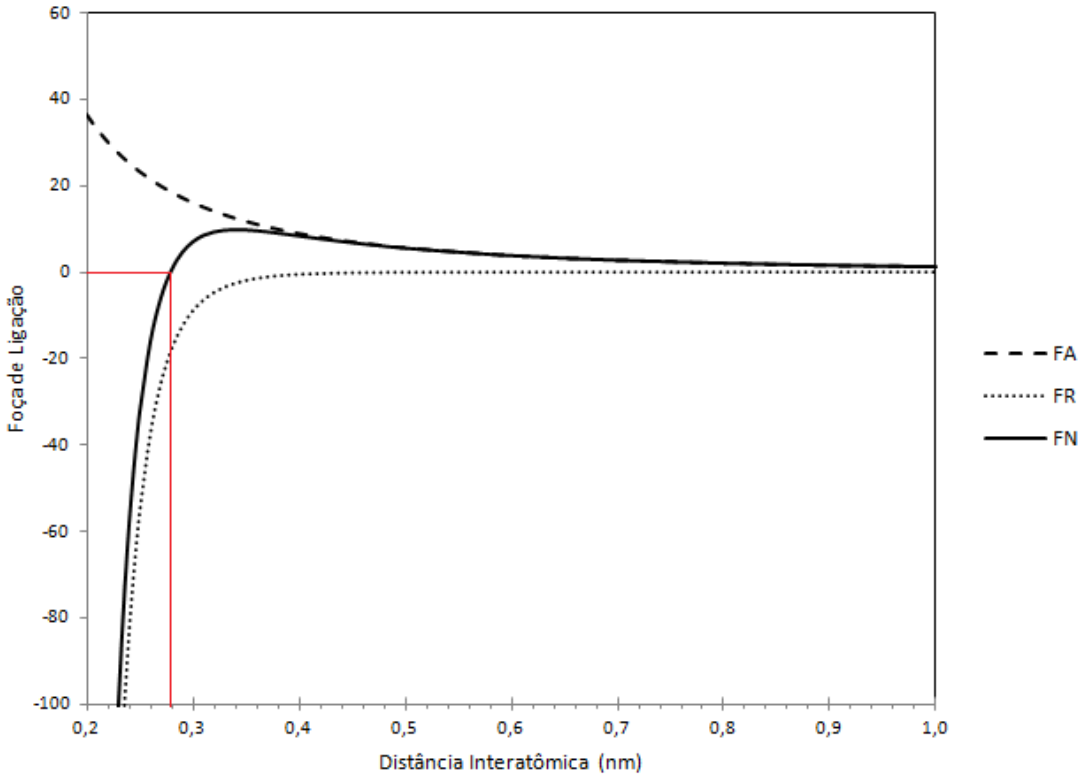
4. Porque geralmente os materiais em que o caráter covalente da ligação é muito significativo (materiais cerâmicos, por exemplo) são menos densos que aqueles em que predomina a ligação metálica?

Porque as ligações covalentes são altamente direcionais, o que dificulta a formação de estruturas compactas (densas), como as que ocorrem em sólidos onde as ligações não têm caráter direcional, como é o caso dos materiais metálicos, onde são observadas estruturas com empacotamento compacto de átomos.

5. Estime a distância de ligação do KCl, considerando as curvas de força e de energia de ligação apresentadas abaixo.

A estimativa é mais facilmente realizada utilizando a curva de força de ligação.

A distância interatômica entre o K e o Cl (a distância de ligação) é aquela onde as forças de atração e de repulsão são iguais, ou seja, aquela onde FN é igual a zero.



A partir da figura, pode ser determinado que a distância de ligação é de aproximadamente **0,28nm**.

6. Em relação a cada um dos compostos seguintes, indique se a ligação é predominantemente metálica, covalente ou iônica. Se na ligação houver caráter iônico ou covalente, calcule a porcentagem de caráter iônico no composto, de acordo com a equação de Pauling apresentada a seguir.

(a) Ni sólido

(b) ZrO_2

(c) grafite

(d) SiC

(e) MgO

(f) H_2O

(g) GaAs

(h) ZnSe

(i) W sólido

(j) CO_2

IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII			IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0
1 H 2,1																	2 He –
3 Li 1,0	4 Be 1,5											5 B 2,0	6 C 2,5	7 N 3,0	8 O 3,5	9 F 4,0	10 Ne –
11 Na 0,9	12 Mg 1,2											13 Al 1,5	14 Si 1,8	15 P 2,1	16 S 2,5	17 Cl 3,0	18 Ar –
19 K 0,8	20 Ca 1,0	21 Sc 1,3	22 Ti 1,5	23 V 1,6	24 Cr 1,6	25 Mn 1,5	26 Fe 1,8	27 Co 1,8	28 Ni 1,8	29 Cu 1,9	30 Zn 1,6	31 Ga 1,6	32 Ge 1,8	33 As 2,0	34 Se 2,4	35 Br 2,8	36 Kr –
37 Rb 0,8	38 Sr 1,0	39 Y 1,2	40 Zr 1,4	41 Nb 1,6	42 Mo 1,8	43 Tc 1,9	44 Ru 2,2	45 Rh 2,2	46 Pd 2,2	47 Ag 1,9	48 Cd 1,7	49 In 1,7	50 Sn 1,8	51 Sb 1,9	52 Te 2,1	53 I 2,5	54 Xe –
55 Cs 0,7	56 Ba 0,9	57–71 La–Lu 1,1–1,2	72 Hf 1,3	73 Ta 1,5	74 W 1,7	75 Re 1,9	76 Os 2,2	77 Ir 2,2	78 Pt 2,2	79 Au 2,4	80 Hg 1,9	81 Tl 1,8	82 Pb 1,8	83 Bi 1,9	84 Po 2,0	85 At 2,2	86 Rn –
87 Fr 0,7	88 Ra 0,9	89–102 Ac–No 1,1–1,7															

$$\%\ caráter\ iônico = \{1 - e^{[-0,25\times(X_A - X_B)^2]}\} \times 100$$

Composto	Ligação	% caráter iônico	Composto	Ligação	% caráter iônico
Ni sólido	metálica		H_2O	Iônico-covalente	38,7
ZrO_2	Iônico-covalente	59,4	GaAs	Iônico-covalente	3,9
Grafite	Covalente		ZnSe	Iônico-covalente	14,8
SiC	Iônico-covalente	11,5	W sólido	metálica	
MgO	Iônico-covalente	73,4	CO_2	Iônico-covalente	22,1

7. Em relação às ligações de hidrogênio, assinale a alternativa correta.

(a) As ligações de hidrogênio ocorrem entre moléculas onde o átomo de hidrogênio é ligado covalentemente a átomos mais ~~eletropositivos~~.

Os átomos de hidrogênio são ligados a átomos mais eletronegativos, com por exemplo o oxigênio (eletronegatividade de Pauling = 3,5) e o flúor (eletronegatividade de Pauling = 4,0).

(b) Originam-se da atração entre cada um dos átomos de hidrogênio (que têm carga parcial ~~negativa~~) de uma molécula polar de água, em relação aos átomos de oxigênio (que tem carga parcial ~~positiva~~) de outras moléculas de água.

*Originam-se da atração entre cada um dos átomos de hidrogênio (que têm carga parcial **positiva**) de uma molécula polar de água, em relação aos átomos de oxigênio (que tem carga parcial **negativa**) de outras moléculas de água.*

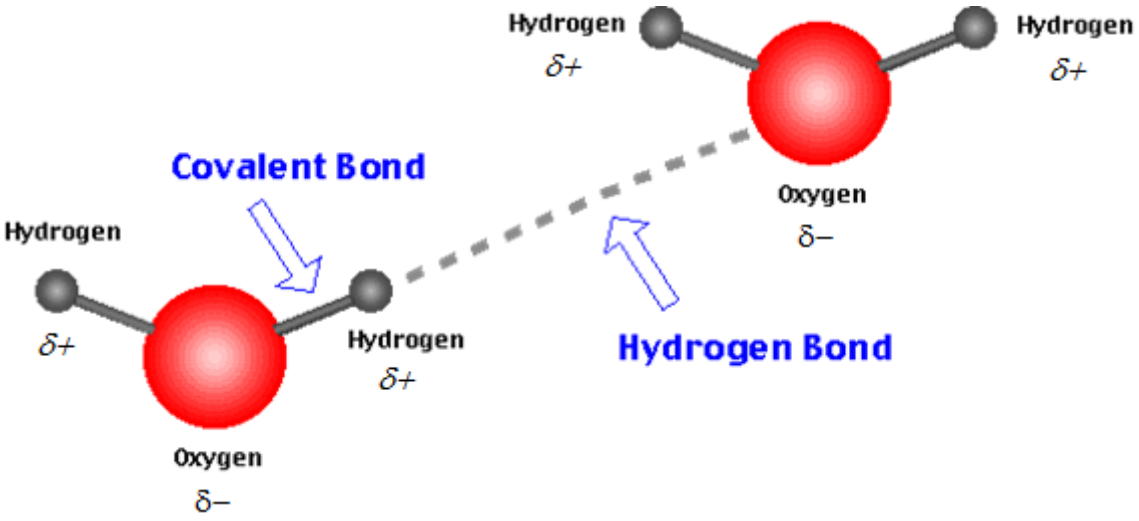
(c) No estado sólido, as ligações de hidrogênio presentes na água são mais efetivas, resultando em efeitos estruturais que conferem ~~maior densidade ao estado sólido~~ do que ao líquido.

O gelo (água no estado sólido) é menos denso do que a água líquida.

(d) A água é líquida na temperatura ambiente e na pressão atmosférica, entrando em ebulição numa temperatura muito mais alta do que a prevista teoricamente, devido à existência das ligações de hidrogênio.

(e) As ligações de hidrogênio ~~são interações muito mais fortes~~ do que as ligações covalentes convencionais, e desempenham papel fundamental na química dos seres vivos.

Não, não são. As ligações de hidrogênio são as ligações secundárias mais fortes, mas são ligações mais fracas do que as ligações covalentes convencionais.



8. Considere as propriedades físicas dos sólidos A, B, C e D mencionadas na tabela abaixo.

Sólido	**Ponto de Fusão (°C)**	**Comportamento Elétrico**	
		a 25ºC	a 1000ºC
A	801	*isolante*	*condutor*
B	43	*isolante*	*não se aplica (decomposto nessa temperatura)*
C	1538	*condutor*	*condutor*
D	2713	*isolante*	*isolante*

Segundo os modelos de ligação química que foram estudados neste curso, as ligações químicas que devem existir nos sólidos A, B, C e D são:

(a) Iônicas; Metálicas; Covalentes; Metálicas.
(b) Metálicas; Covalentes e Secundárias; Iônicas; Covalentes.
(c) Covalentes; Iônicas; Metálicas; Covalentes e Secundárias.
(d) Iônicas; Covalentes e Secundárias; Metálicas; Covalentes.
(e) Iônicas; Covalentes e Secundárias; Metálicas; Iônicas.

A	*O material A é isolante à temperatura ambiente, mas é condutor a 1000ºC, quando já está fundido. Sólidos iônicos são isolantes à temperatura ambiente (não tem elétrons livres...), mas depois de fundidos podem conduzir eletricidade, sendo os íons os portadores de carga elétrica.*
B	*O material B funde a baixa temperatura, é isolante à temperatura ambiente e já está decomposto a 1000ºC. Materiais poliméricos têm essas características. Nesses materiais, as ligações existentes são covalentes no interior das cadeias poliméricas e secundárias entre as cadeias poliméricas.*
C	*O material C que tem ponto de fusão elevado, e é condutor elétrico tanto à temperatura ambiente, quanto a 1000ºC. Essas são características de materiais metálicos. A condutividade elétrica, tanto à temperatura ambiente, quanto a 1000ºC, é devida à presença de elétrons livres, que é característica da ligação metálica*
D	*O material D que tem ponto de fusão elevado (bem acima de 1000ºC), e é isolante tanto na temperatura ambiente, quanto a 1000ºC (quando ainda está sólido). Essas são características de materiais cerâmicos, que apresentam ligações com forte caráter covalente.*

9. Considere as duas figuras abaixo, que representam de forma esquemática os tipos de ligação existentes em dois sólidos.

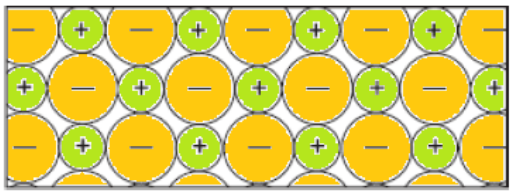


Figura 1

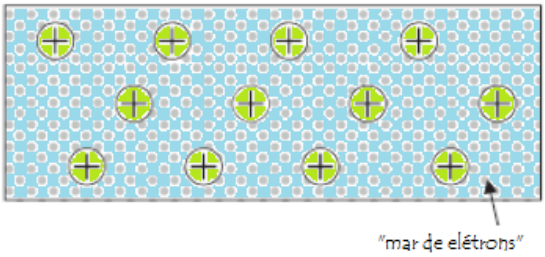


Figura 2

Considerando essas duas figuras, em relação ao comportamento elétrico desses dois materiais, é correto afirmar que:

(a) A Figura 2 corresponde a um sólido condutor de eletricidade.
Sim, ela corresponde a um metal, que é condutor elétrico.

(b) A Figura 1 corresponde a um ~~sólido condutor~~ de eletricidade.
A Figura 1 corresponde a um esquema da estrutura de um sólido iônico, que quando está sólido é mau condutor de eletricidade.

(c) A Figura 1 corresponde a um sólido que, ~~quando fundido, é um isolante elétrico~~.
Os sólidos iônicos, quando fundidos, passam a conduzir eletricidade.

(d) A Figura 2 corresponde a um sólido que, ~~quando fundido, é um isolante elétrico~~.
Os metais, mesmo fundidos, conduzem corrente elétrica.

(e) Somente com base nas duas figuras, ~~não é possível deduzir qual é o tipo de ligação~~ e, consequentemente, não é possível afirmar nada a respeito do seu comportamento elétrico.
Com base nas duas figuras é possível deduzir que se o material da Figura 1 é um sólido iônico, e que o material da Figura 2 é um metal.

10. Alguns produtos químicos, tais como uma liga de ferrotitânio, o benzoato de sódio, o hexacloroetano e o cloreto de cálcio, podem ser utilizados para obter efeitos especiais em fogos de artifício. A tabela a seguir fornece informações relativas à natureza das ligações químicas presentes nesses quatro produtos.

(a partir de uma questão do vestibular da UFRJ-2005)

Produto Químico	Natureza das Ligações Químicas Presentes	Efeito
A	Somente ligações de caráter iônico predominante	Estrelas de cor brilhante
B	Somente ligações secundárias e ligações de caráter covalente predominante	Fumaça
C	Ligações de caráter metálico predominante	Centelhas branco-amareladas
D	Ligações covalentes e ligações de caráter iônico	Assovio

Considerando essas informações, assinale a alternativa que identifica corretamente os materiais A, B, C e D.

	A	**B**	**C**	**D**
(a)	liga de ferrotitânio	hexacloroetano	cloreto de cálcio	benzoato de sódio
(b)	cloreto de cálcio	benzoato de sódio	liga de ferrotitânio	hexacloroetano
(c)	benzoato de sódio	liga de ferrotitânio	hexacloroetano	cloreto de cálcio
(d)	liga de ferrotitânio	benzoato de sódio	cloreto de cálcio	hexacloroetano
(e)	cloreto de cálcio	hexacloroetano	liga de ferrotitânio	benzoato de sódio