

1.0 – Introdução (Regra do Octeto)

Os átomos ligam-se para adquirir maior estabilidade. Verifica-se na natureza, que a grande maioria dos elementos químicos, encontram-se ligados a outros, e que somente os gases nobres estão no estado atômico isolados.

1.1 Gases Nobres

Os gases nobres possuem 8 elétrons na última camada eletrônica (valência), com exceção do hélio, que possui 2 elétrons, já que a camada K comporta no máximo 2 elétrons. Esta observação levou os cientistas Lewis e Kossel a criarem a teoria do octeto.

1.2 Regra do Octeto

Os átomos ligam-se, procurando adquirir a configuração eletrônica da valência de um gás nobre.

Configuração eletrônica dos gases nobres

Átomo	Nível K	L	M	N	O	P	Q
2 He	2						
10 Ne	2	8					
18 Ar	2	8	8				
36 Kr	2	8	18	8			
54 Xe	2	8	18	18	8		
86 Rn	2	8	18	32	18	8	

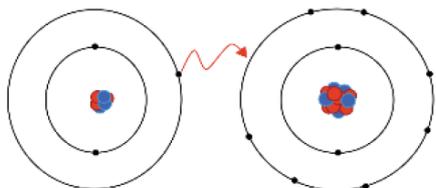
2 elétrons, pois a camada K comporta no máximo 2 elétrons.

8 elétrons na camada de valência

Teoria – "Os átomos dos diferentes elementos estabelecem ligações doando, recebendo ou compartilhando elétrons, para adquirir uma configuração estável (gás nobre no estado fundamental)."

2.0 – Ligação Iônica/Eletrólite

Ligação que se estabelece entre íons, unidas por forças eletrostáticas. Ocorre com a transferência de elétrons de um átomo para outro, formando cátions (íons positivos) e ânions (íons negativos), que se atraem mutuamente.



REGRA: Metal + Ametal ou Hidrogênio

MECANISMO: Transferência de elétrons do metal para o ametal.

Obs.: o total de e⁻ cedidos deve ser igual ao total de e⁻ recebidos

2.1 Notação ou Fórmula de Lewis

Esta fórmula representa os elementos através de elétrons do último nível (elétrons de valência), indicando-os por pontos ou cruzetas.

1º	2º	3º
 Átomos neutros	 O metal doa elétron ao ametal.	 Formam-se íons: ligação iônica.

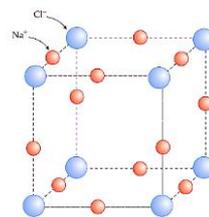
Representação de Lewis →

Ligação iônica – aproximação



2.2 – Estrutura Cristalina dos compostos iônicos

Os compostos iônicos formam agregados tridimensionais chamados de retículos cristalinos, devido a atração mútua das cargas envolvidas. No sólido NaCl por exemplo, cada Na⁺ está rodeado de seis íons Cl⁻, os íons dispõem-se de forma ordenada formando o cristalino.



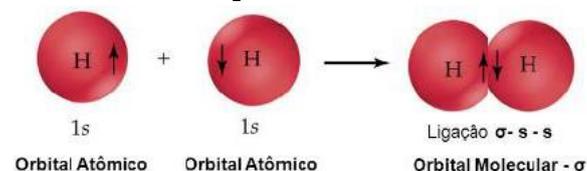
2.3 – Propriedades dos compostos iônicos

- Nas condições ambientes, são sólidos, duros e quebradiços;
- Apresentam elevados pontos de fusão e ebulição;
- Bons condutores de corrente elétrica em soluções aquosa ou em estado fundido;
- Formam retículos cristalinos.

3.0 – Ligação Covalente

A ligação covalente consiste no compartilhamento de elétrons entre átomos, ocorre quando eles apresentam elevada eletronegatividade, possuindo, ambos, grande tendência de ganhar elétrons.

Ex.: Molécula de H₂.



3.1 – Forças de ligação e Gráfico de Energia

Observe a representação das forças que atuam entre os átomos de hidrogênio:

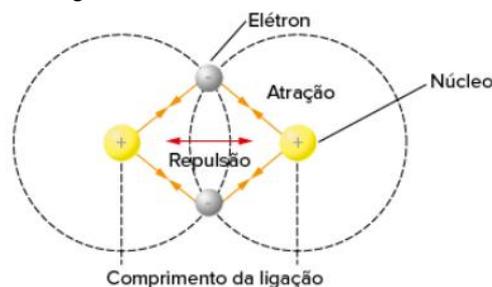
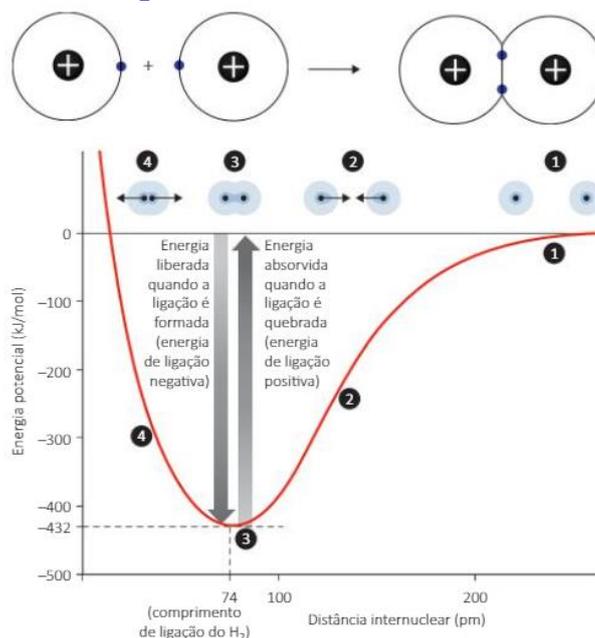


Gráfico de Energia



3.2 – Representação e regra geral

Representação de Lewis	Fórmula Estrutural	Fórmula Molecular
$\text{H} \text{ : } \text{H}$	$\text{H} - \text{H}$	H_2

REGRA:

Ametal + Ametal
Ametal + Hidrogênio
Hidrogênio + Hidrogênio

3.3 – Intensidade das ligações covalentes

Influência de pares isolados: a presença de pares isolados intensifica as forças de repulsão, enfraquecendo a ligação.

Ex.: $\Delta H_{\text{dis}} \text{C}_{\ell_2} = 254 \text{ kJ.mol}^{-1}$ / $\Delta H_{\text{dis}} \text{H}_2 = 432 \text{ kJ.mol}^{-1}$

Raio atômico: quanto maior os átomos envolvidos na ligação covalente, maior a distância entre eles e mais fraca a interação.

HF (568 kJ/mol¹) HCl (431 kJ/mol¹) HBr (366 kJ/mol¹) HI (298 kJ/mol¹)

Decresce a intensidade das forças atrativas

Ordem de ligação: quanto mais pares eletrônicos compartilhados entre os átomos, mais curta será a ligação e consequentemente maior será a intensidade dela entre os átomos.

C-C (416 kJ/mol¹) C=C (613 kJ/mol¹) C≡C (845 kJ/mol¹)

Cresce a intensidade das forças atrativas

3.4 – Propriedades das ligações covalentes

- Podem ser sólidos, líquidos ou gasosos;
- Apresentam baixa temperatura relativa de fusão e ebulição (não resistem ao calor);
- Possuem baixa condução elétrica (exceto grafite); porém, alguns ácidos fortes sofrem ionização em meio aquoso, tornando a solução condutora de corrente elétrica.

3.5 – Ligação covalente coordenada (Dativa)

O par de elétrons compartilhado é proveniente de apenas um dos átomos.

Ex.: SO_2 (fórmula molecular do dióxido de enxofre)

$_{16}\text{S}: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

$_{8}\text{O}: 1s^2 2s^2 2p^4$



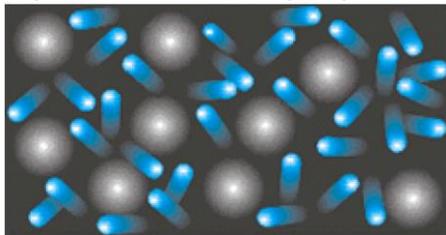
Fórmula de Lewis



Fórmula estrutural

4.0 – Ligação Metálica

Formada exclusivamente por metais, estes que possuem baixas energias de ionização, têm seus elétrons de valência em condição suficiente e necessária para movimentarem-se, imitando o comportamento das moléculas de um gás ou líquido, assim descreve-se este modelo como um "gás de elétrons" ou "mar de elétrons".



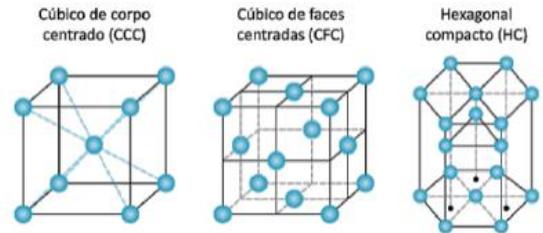
4.1 – Propriedades dos metais

- Sólidos em condições ambientes (exceto: Hg, Ga, Cs, Fr – líquidos a 29,8°C e 1atm);
- Possuem ponto de fusão e ebulição normalmente elevados;
- Apresentam brilho metálico, refletem muito bem a luz.
- Elevada densidade, resultado das estruturas compactas.

- Resistentes a tração;
- Maleabilidade: propriedade que permite a transformação dos metais em lâminas ou placas.
- Ductibilidade: propriedade que permite a transformação dos metais em fios (ductos).

4.2 – Estrutura dos metais

- O agrupamento dos átomos dos metais dá origem ao retículo cristalino. Existem três tipos de retículos cristalinos mais comuns entre os metais.



EXERCÍCIOS DE SALA

01. (UVV Medicina/2022) Os elementos X e Y possuem, respectivamente, números atômicos 12 e 16. Qual é a fórmula e o tipo de ligação formada entre eles?

- A) X_2Y – ligação covalente.
- B) XY – ligação iônica.
- C) X_2Y – ligação iônica.
- D) XY_2 – ligação covalente.
- E) XY – ligação covalente.

02. (FACERES/2022) Você recebe uma substância em seu laboratório formada por dois elementos químicos. Após alguns testes, você sugere que essa substância:

- A) poderia ser formada por ligação iônica, pois apresenta pontos de fusão e ebulição altos, e um dos elementos poderia ser o cálcio, que corresponde a um metal alcalino terroso da família IIA, com distribuição eletrônica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$.
- B) poderia ser formada por ligação covalente, pois possui boa condutividade ao ser dissolvida em água. Um desses átomos poderia ser o iodo, do grupo dos halogênios (família VIIA) e com distribuição eletrônica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^5$.
- C) poderia ser formada por ligação metálica, pois se caracteriza como boa condutora elétrica e térmica. Um dos elementos poderia ser o estanho, da família IVA da tabela periódica e que possui distribuição eletrônica $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^4$.
- D) poderia ser formada por ligação iônica, sendo má condutora de eletricidade no estado sólido. Um dos elementos poderia ser o potássio, com distribuição eletrônica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$.
- E) poderia ser sulfeto de hidrogênio, que pode ser representado pela fórmula HS , já que a distribuição eletrônica do enxofre corresponde a $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$.

03. (UFRGS-RS) Um elemento X que apresenta distribuição eletrônica em níveis de energia K = 2, L = 8, M = 8, N = 2, forma com:

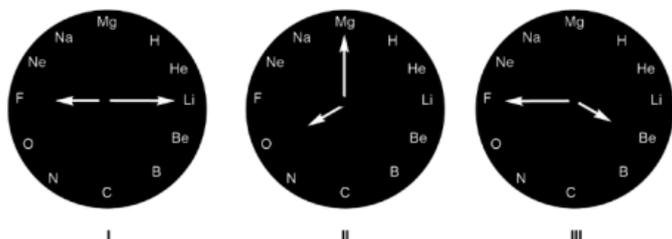
- A) um halogênio Y um composto molecular XY .
- B) um calcogênio Z um composto iônico XZ .
- C) o hidrogênio um composto molecular HX .
- D) um metal alcalino M um composto iônico MX .
- E) um halogênio R um composto molecular X_2R .

04. (CFT-SC) O sal de cozinha é uma mistura de alguns sais. O constituinte principal é o cloreto de sódio, presente numa proporção acima de 99 %. Tem-se também o iodeto de potássio, responsável pela presença de iodo no sal de cozinha, além de outros sais. Sabendo que o sódio (Na) e o potássio (K) apresentam um elétron na última camada e que o iodo (I) e o cloro (Cl) apresentam sete elétrons na última camada, assinale

a alternativa que representa CORRETAMENTE as fórmulas do cloreto de sódio e do iodeto de potássio:

- A) NaCl e KI.
 B) NaCl₂ e K₂I.
 C) Na₂Cl e KI₂.
 D) NaCl₂ e KI₂.
 E) NaCl e KI₂.

05. (UFPR) Nos relógios mostrados a seguir, as posições, que são originalmente ocupadas por números, foram substituídas por símbolos de elementos químicos, cujos números atômicos correspondem ao numeral original do relógio.



As substâncias neutras formadas a partir da leitura das horas marcadas nos relógios I, II e III são, respectivamente:

- A) LiF – MgO – BeF.
 B) LiF – Mg₂O – BeF.
 C) LiF – MgO – BeF₂.
 D) Li₂F – MgO – BeF₂.
 E) Li₂F – Mg₂O – BeF₂.

06. (USS/2023) O óxido nítrico (NO) é um composto que, quando dissolvido no sangue, apresenta propriedades vasodilatadoras. Nesse composto, a ligação interatômica é nomeada:

- A) dipolo-dipolo.
 B) covalente.
 C) metálica.
 D) iônica.

07. (FUVEST – 2018)

Analisar a tabela periódica e as seguintes afirmações a respeito do elemento químico enxofre (S):

1																	18									
1	H											13	B	14	C	15	N	16	O	17	F	18	He			
2	Li	Be											13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl	18	Ar		
3	Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Zn	14	Ga	15	Ge	16	As	17	Se	18	Br	19	Kr
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	13	Ga	14	Ge	15	As	16	Se	17	Br	18	Kr	19	Xe
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	13	In	14	Sn	15	Sb	16	Te	17	I	18	Xe	19	Xe
6	Cs	Ba	*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	13	Tl	14	Pb	15	Bi	16	Po	17	At	18	Rn	19	Rn
7	Fr	Ra	**	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	13	Nh	14	Fc	15	Mc	16	Lv	17	Ts	18	Og	19	Og
			* La Ce Pr Nd Pm Sm Eu Gd Tb Dy Ho Er Tm Yb Lu																							
			** Ac Th Pa U Np Pu Am Cm Bk Cf Es Fm Md No Lr																							

- I. Tem massa atômica maior do que a do selênio (Se).
 II. Pode formar com o hidrogênio um composto molecular de fórmula H₂S.
 III. A energia necessária para remover um elétron da camada mais externa do enxofre é maior do que para o sódio (Na).
 IV. Pode formar com o sódio (Na) um composto iônico de fórmula Na₃S.

São corretas apenas as afirmações

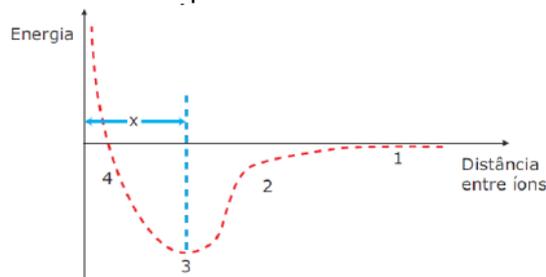
- A) I e II. B) I e III. C) II e III.
 D) II e IV. E) III e IV.

08. (UFF) O leite materno é um alimento rico em substâncias orgânicas, tais como proteínas, gorduras e açúcares, e substâncias minerais como, por exemplo, o fosfato de cálcio. Esses compostos orgânicos têm como característica principal as ligações covalentes na formação de suas moléculas,

enquanto o mineral apresenta também ligação iônica. Assinale a alternativa que apresenta corretamente os conceitos de ligações covalente e iônica, respectivamente.

- A) A ligação covalente só ocorre nos compostos orgânicos.
 B) A ligação covalente se faz por transferência de elétrons e a ligação iônica pelo compartilhamento de elétrons com spins opostos.
 C) A ligação covalente se faz por atração de cargas entre átomos e a ligação iônica por separação de cargas.
 D) A ligação covalente se faz por união de átomos em moléculas e a ligação iônica por união de átomos em complexos químicos.
 E) A ligação covalente se faz pelo compartilhamento de elétrons e a ligação iônica por transferência de elétrons.

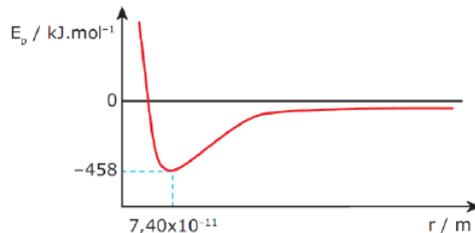
09. (PUC Minas) O gráfico a seguir se refere a dois íons de cargas contrárias em equilíbrio.



Todas as afirmativas são corretas, EXCETO

- A) O comprimento de ligação é a distância x.
 B) Os íons se encontram isolados no ponto 1.
 C) Os íons estão em equilíbrio no ponto 3.
 D) A menor estabilidade ocorre no ponto 3.
 E) As forças de repulsão prevalecem no ponto 4.

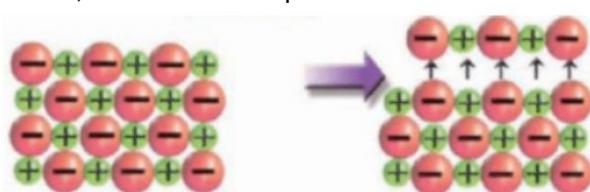
10. (UFMG) A curva a seguir mostra a variação da energia potencial E_p em função da distância entre os átomos, durante a formação da molécula H₂ a partir de dois átomos de hidrogênio, inicialmente a uma distância infinita um do outro.



Em relação às informações obtidas da análise do gráfico, assinale a afirmativa FALSA.

- A) A energia potencial diminui na formação da ligação química.
 B) A quebra da ligação H—H consome 458 kJ.mol⁻¹.
 C) O comprimento de ligação da molécula H₂ é de 7,4x10⁻¹¹ m.
 D) Os átomos separados por uma distância infinita se atraem mutuamente.

11. (UNITINS Medicina/2022) Ligações iônicas se formam a partir da transferência de elétron, formando íons positivos (cátions) e íons negativos (ânions) que se atraem por força eletrostática, formando o composto iônico.



Sobre compostos iônicos, pode-se afirmar que:

A) São quebradiços, pois se a pressão gerada fizer deslocar alguns íons, pode ocorrer repulsão e conseqüente quebra da estrutura.

B) Compostos iônicos são condutores de eletricidade por causa da presença dos íons.

C) Devido às grandes forças de atração dos íons, compostos iônicos são insolúveis em água.

D) Os cátions são formados após receberem novos elétrons na sua eletrosfera, enquanto os ânions são os doadores de elétrons.

E) As reações de formação de compostos iônicos sempre ocorrem na proporção de 1:1.

12. (UDESC/2023) A formação do gás hidrogênio (H_2), a partir de dois átomos de hidrogênio (H), pode ser explicada devido ao estado mais estável, de menor energia, dos átomos ligados, em comparação ao estado energético desses átomos isolados. Em relação à ligação formada entre esses átomos, assinale a alternativa correta.

A) A ligação é iônica, pois embora haja repulsão entre os núcleos, há um compartilhamento de elétrons entre os dois átomos de hidrogênio.

B) A ligação é covalente e se estabelece quando, devido à diferença de eletronegatividade, um dos átomos de hidrogênio doa seu elétron para o outro átomo.

C) A ligação é metálica, pois há compartilhamento de elétrons entre os átomos de hidrogênio, que, na tabela periódica, é classificado como um metal alcalino.

D) A ligação é covalente e se estabelece quando há um equilíbrio entre as forças de atração e repulsão, de modo que os elétrons de cada átomo de hidrogênio são atraídos igualmente pelos dois núcleos.

E) A ligação é iônica e se estabelece quando um dos átomos de hidrogênio cede seu elétron para o outro átomo de hidrogênio.

13. (ENEM 2021/PPL) Os compostos iônicos $CaCO_3$ e $NaCl$ têm solubilidades muito diferentes em água. Enquanto o carbonato de cálcio, principal constituinte do mármore, é praticamente insolúvel em água, o sal de cozinha é muito solúvel. A solubilidade de qualquer sal é o resultado do balanço entre a energia de rede (energia necessária para separar completamente os íons do sólido cristalino) e a energia envolvida na hidratação dos íons dispersos em solução.

Em relação à energia de rede, a menor solubilidade do primeiro composto é explicada pelo fato de ele apresentar maior

A) atração entre seus íons.

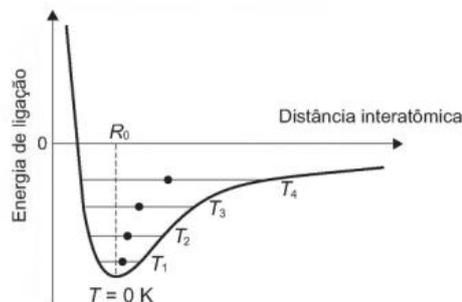
B) densidade do sólido iônico.

C) energia de ionização do cálcio.

D) eletronegatividade dos átomos.

E) polarizabilidade do íon carbonato.

14. (ENEM 2018) Alguns materiais sólidos são compostos por átomos que interagem entre si formando ligações que podem ser covalentes, iônicas ou metálicas. A figura apresenta a energia potencial de ligação em função da distância interatômica em um sólido cristalino. Analisando essa figura, observa-se que, na temperatura de zero kelvin, a distância de equilíbrio da ligação entre os átomos (R_0) corresponde ao valor mínimo de energia potencial. Acima dessa temperatura, a energia térmica fornecida aos átomos aumenta sua energia cinética e faz com que eles oscilem em torno de uma posição de equilíbrio média (círculos cheios), que é diferente para cada temperatura. A distância de ligação pode variar sobre toda a extensão das linhas horizontais, identificadas com o valor da temperatura, de T_1 a T_4 (temperaturas crescentes).



O deslocamento observado na distância média revela o fenômeno da

A) ionização.

B) dilatação.

C) dissociação.

D) quebra de ligações covalentes.

E) formação de ligações metálicas.

15. (UNITAU Medicina/2022) Uma substância sólida apresenta as seguintes características: não condução de corrente elétrica no estado sólido, solubilidade em água, condução de corrente elétrica em solução aquosa e fase líquida, alto ponto de fusão (acima de $900^\circ C$) e elevada dureza.

Com base nos modelos de ligação química, trata-se de um sólido

A) metálico

B) covalente

C) iônico

D) molecular

E) intermolecular

16. (FAG/2020) As afirmativas a seguir indicam características referentes às substâncias I, II, III e IV ao serem testadas em relação à propriedade de condutividade elétrica. Considere $25^\circ C$, 1atm.

I - Na fase sólida, não conduz corrente elétrica, mas, ao se dissolver em água deionizada, conduz a corrente elétrica.

II - Líquido que mesmo ao se dissolver em água deionizada não conduz a corrente elétrica.

III - Na fase sólida, conduz corrente elétrica. Não se dissolve em água.

IV - Na fase sólida, não conduz corrente elétrica, e, ao se dissolver em água deionizada, também não conduz a corrente elétrica.

Considerando as substâncias etanol, cloreto de sódio, zinco metálico e sacarose, marque a opção que indica a correlação correta entre substância e característica.

A) I - etanol; II - cloreto de sódio; III - sacarose; IV - zinco metálico

B) I - cloreto de sódio; II - sacarose; III - zinco metálico; IV - etanol

C) I - zinco metálico; II - etanol; III - cloreto de sódio; IV - sacarose

D) I - sacarose; II - etanol; III - zinco metálico; IV - cloreto de sódio

E) I - cloreto de sódio; II - etanol; III - zinco metálico; IV - sacarose

17. (UNICENTRO/2021) O “meme” a seguir, utilizado especialmente nas redes sociais, representa uma possível ligação entre átomos de alumínio e cloro.

Tá vendo aquele alumínio dando bobeira? Vamos pegar os 3 elétrons dele



Sabendo que o número atômico do alumínio é 13 e o do cloro é 17, assinale a alternativa que apresenta, corretamente, a fórmula do composto formado.

A) Al_3Cl

B) Al_2Cl_3

C) $AlCl$

D) $AlCl_2$

E) $AlCl_3$

(Disponível em: <<https://www.facebook.com/quimicomico/photos/a.680857565358642/1794119354032452>>. Acesso em: 28 out. 2020.)