

## 1.-ALGUNAS NORMAS GENERALES AL ESCRIBIR FÓRMULAS DE SUSTANCIAS

Para hacer la fórmula de un compuesto se escriben juntos los símbolos de los átomos y un número al lado derecho del símbolo en posición subíndice. Este número indica la cantidad que hay de ese elemento. Por ejemplo,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , es una sustancia que contiene hierro y oxígeno en proporción 2:3.

Cuando un número afecta a más de un átomo se utiliza paréntesis. Por ejemplo,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , es una sustancia que contiene calcio, oxígeno e hidrógeno y se encuentran en la proporción 1:2:2.

En el caso de que la sustancia no sea neutra y haya que escribir la carga, se debe escribir en primer lugar el número y luego el signo positivo “+” o negativo “-”. No se escribe el número 1, sólo el signo. Puede usarse paréntesis para indicar que la carga es del conjunto de átomos que encierra el paréntesis.

Fíjate en los ejemplos:

Bien escrito	$\text{Na}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Cl}^-$	$\text{S}^{2-}$	$(\text{NO}_3)^-, \text{NO}_3^-$	$(\text{SO}_4)^{2-}, \text{SO}_4^{2-}$
Mal escrito	$\text{Na}^{1+}$	$\text{Ca}^{+2}$	$\text{Cl}^{1-}$	$\text{S}^{-2}$	$(\text{NO}_3)^{1-}, \text{NO}_3^{1-}$	$(\text{SO}_4)^{-2}, \text{SO}_4^{-2}$

El estado de agregación puede indicarse usando (s) para sólido, (l) para líquido, (g) para gas y (ac) para disuelto. Eso sí, debe escribirse inmediatamente al lado de la fórmula sin dejar espacio. Por ejemplo,  $\text{NaCl}(s)$  está bien y  $\text{NaCl} (s)$  está mal escrito.

## 2.-ALGUNAS NORMAS GENERALES AL ESCRIBIR LOS NOMBRES DE SUSTANCIAS

De la misma manera que se unen palabras para formar frases, se unen los nombres de los elementos para formar los nombres de las sustancias.

Existen tres sistemas de nomenclatura: a)composición b)sustitución y c)adición. Se detallará cada sistema más adelante cuando se trate cada tipo de sustancia. En general, estos sistemas parten de una raíz sobre la que se construye el nombre añadiendo afijos (prefijos, sufijos, infijos).

La **nomenclatura de composición** se basa, como su nombre indica, en la composición; es decir, que cuando se da el nombre sólo se aporta información sobre los constituyentes que forman la sustancia y la cantidad en la que se encuentra.

Para indicar esta proporción existen tres maneras:

- usar prefijos multiplicadores
- utilizar los números de oxidación
- usar números de carga.

### Normas en el uso de prefijos multiplicadores

Cuando las entidades que se repiten son sencillas, los prefijos multiplicadores que se usan son: mono (1), di (2), tri (2), tetra (4), penta (5), hexa (6), hepta (7), etc. Cuando las entidades que se repiten son complejas o para evitar ambigüedades se usa bis (2), tris (3), tetrakis (4), pentakis(5), hexakis (6), etc. Ejemplos de entidades complejas que se repiten son: el anión  $\text{PO}_4^{3-}$  en la sustancia  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  o el anión  $\text{SO}_4^{2-}$  en el compuesto  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ . Cuando se use bis, tris, etc. el nombre de la entidad que se repite debe ir encerrada entre paréntesis; así el nombre de  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  es *bis(fosfato) de tricalcio* y no el *bisfosfato de tricalcio*.

El prefijo mono- resulta supérfluo; es decir, innecesario, sobrante. Solamente se necesita para enfatizar la estequiometría cuando se comentan sustancias relacionadas. Por ejemplo, es frecuente llamar *monóxido de carbono* al compuesto de fórmula  $\text{CO}$ , pero el nombre *óxido de carbono* es totalmente correcto.

Los prefijos multiplicadores no son necesarios en las sustancias binarias si no existe ambigüedad. Así que, el  $\text{Ca}_3\text{P}_2$ , puede llamarse *fósforo de calcio* además de *difósforo de tricalcio* y el  $\text{CaCl}_2$  *cloruro de calcio* además de *dicloruro de calcio*.

Al usar prefijos para escribir nombres de sustancias no se pueden eliminar letras. Por ejemplo, *pentaóxido de difósforo* no puede escribirse *pentóxido de difósforo*. Sólo está permitido el caso de *monóxido* (que también puede ser *monoóxido*).

### Normas en el uso de números de oxidación y número de carga

Cuando se use el número de oxidación en el nombre de la sustancia, éste deberá darse en número romano encerrado entre paréntesis y escrito inmediatamente al lado del nombre del elemento sin dejar espacio. Por ejemplo, está bien escrito *cloruro de cobre(II)* y mal escrito *cloruro de cobre (II)*.

Si se utiliza la carga del ion, ésta se escribe entre paréntesis (primero el número y luego el signo) inmediatamente al lado

del nombre del elemento sin dejar espacio. Está bien escrito *cloruro de hierro(3+)*; y, están mal escritos tanto *cloruro de hierro (+3)* como *cloruro de hierro(+3)*. Además, sí debe escribirse el número 1; está bien escrito, *cobre(1+)*.

Es importante darse cuenta que el número de carga es la carga del ion; así que, al usar el número de carga hay que estar seguro de que la sustancia está formada por iones.

El **sistema de adición** considera que un compuesto está formado por la unión de un átomo central con otros átomos que lo rodean. Aquí se usará para nombrar oxocompuestos. El **sistema de sustitución** no se tratará en este nivel.

Los tres sistemas pueden suministrar nombres diferentes pero inequívocos. Esto puede ocasionar cierta dificultad que puede verse aumentada si se usa erróneamente la gramática de un sistema en otro. Hay nombres de sustancias que no siguen ninguno de los sistemas actuales pero que debido al amplio uso son aceptados.

Por último, la IUPAC quiere transmitir la idea de que no existe un nombre correcto único y absoluto para una sustancia. En la medida de que el nombre describe a un compuesto de forma suficiente e inequívoca, el nombre es correcto.

### 3.-NÚMEROS DE OXIDACIÓN

A cada átomo que forma un compuesto se le ha asignado un número. Este número tiene signo y cuando se hace balance, teniendo en cuenta la cantidad de átomos de cada tipo, la suma de la parte positiva y negativa es cero (a no ser que el grupo de átomos tenga carga, en cuyo caso, esa suma es el valor de la carga).

Este número es único para algunos átomos y variable para otros. ¿Por qué tienen esos valores y no otros? La respuesta se encuentra en el número de electrones que los átomos han perdido, ganado o compartido cuando forman el compuesto.

Observa bien la tabla periódica donde se muestran los números de oxidación y apreciarás algunas regularidades:

- a) Los metales tienen números positivos
- b) Los no metales pueden tener números positivos y negativos
- c) Fíjate en las tres primeras columnas, tienen números de oxidación +1, +2 y +3
- d) Fíjate en las columnas 4, 5, 6, 7. Tienen varios números pero como mínimo tienen el del grupo, +4,+5,+6,+7.
- e) Observa los elementos del periodo 4 y grupos 8, 9 y 10. Todos son +2, +3.
- f) El grupo 11 tiene como mínimo +1, el grupo 12 tiene como mínimo +2, el grupo 13 tiene como mínimo +3, y así hasta el grupo 17.
- g) Pueden recordarse otros números de oxidación ya que parecen formar una serie matemática. Por ejemplo, los números de oxidación del grupo 17 son +7,+5,+3,+1. Si vamos restando 2 a partir del 7 obtenemos todo el conjunto. Todo esto sucede desde el grupo 13 al 17. Hay excepciones en cada grupo que poco a poco aprenderás. Si consultas diferentes tablas periódicas que contengan números de oxidación, comprobarás que existen ciertas diferencias en algunos elementos. Se debe a que se suelen omitir números de oxidación que no son importantes. ¿Por qué no son importantes? Porque los compuestos que contienen ese elemento con ese número de oxidación son escasos, no se han encontrado aún, se transforman rápidamente en otras sustancias, etc.
- h) Desde el grupo 14 al 17 se cumple que el número de oxidación negativo puede obtenerse al restar el número del grupo a 18. Por ejemplo: Cloro está en el grupo 17, así que  $17-18=-1$ ; será -1 el valor del número de oxidación.

Y recuerda que los números de oxidación cuando los escribimos en el nombre de los compuestos se escriben en números romanos aunque en las reglas anteriores se hayan usado los árabes.

### 4.-CÁLCULO DEL NÚMERO DE OXIDACIÓN

Las siguientes reglas sirven para calcular el número de oxidación de los elementos que intervienen en un compuesto:

- En las sustancias que son elementos químicos, cada átomo tiene número de oxidación cero.
- Para los iones formados por un átomo, el número de oxidación coincide con su carga.
- El oxígeno tiene número de oxidación -2 para la mayoría de los casos. Cuando se une al flúor el número de oxidación es +2. En compuestos donde el anión es  $O_2^{2-}$  tiene número de oxidación -1 y cuando el anión es  $O_2^{1-}$  tiene número de oxidación fraccionario -1/2.
- El hidrógeno tiene número de oxidación +1 cuando está unido a metales y -1 cuando está unido a no metales.
- El flúor tiene número de oxidación -1 para todos sus compuestos.
- En un compuesto neutro, la suma de todos los números de oxidación debe ser cero. En un ion hecho de más de un átomo, la suma de los números de oxidación debe ser igual a la carga neta del ion.

# NÚMEROS DE OXIDACIÓN DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS

<b>1</b> <b>H</b> +1,-1															<b>2</b> <b>He</b> 0		
<b>3</b> <b>Li</b> +1	<b>4</b> <b>Be</b> +2																
<b>11</b> <b>Na</b> +1	<b>12</b> <b>Mg</b> +2																
<b>19</b> <b>K</b> +1	<b>20</b> <b>Ca</b> +2	<b>21</b> <b>Sc</b> +3	<b>22</b> <b>Ti</b> +2,+3,+4	<b>23</b> <b>V</b> +2,+3,+4,+5	<b>24</b> <b>Cr</b> +2,+3,+4,+6	<b>25</b> <b>Mn</b> +2,+3,+4,+7	<b>26</b> <b>Fe</b> +2,+3	<b>27</b> <b>Co</b> +2,+3	<b>28</b> <b>Ni</b> +2,+3	<b>29</b> <b>Cu</b> +1,+2	<b>30</b> <b>Zn</b> +2	<b>31</b> <b>Ga</b> +3	<b>32</b> <b>Ge</b> +2,+4,-4	<b>33</b> <b>As</b> +1,+3 +5,-3	<b>34</b> <b>Se</b> +2,+4 +6,-2	<b>35</b> <b>Br</b> +1;+3,+5 +7,-1	<b>36</b> <b>Kr</b> 0
<b>37</b> <b>Rb</b> +1	<b>38</b> <b>Sr</b> +2	<b>39</b> <b>Y</b> +3	<b>40</b> <b>Zr</b> +2,+3,+4	<b>41</b> <b>Nb</b> +3,+4,+5	<b>42</b> <b>Mo</b> +2,+3,+4,+6	<b>43</b> <b>Tc</b> +4,+6,+7	<b>44</b> <b>Ru</b> +2,+3,+4,+7, +8	<b>45</b> <b>Rh</b> +2,+3,+4,+6	<b>46</b> <b>Pd</b> +2,+4	<b>47</b> <b>Ag</b> +1	<b>48</b> <b>Cd</b> +2	<b>49</b> <b>In</b> +3	<b>50</b> <b>Sn</b> +2,+4	<b>51</b> <b>Sb</b> +1,+3 +5,-3	<b>52</b> <b>Te</b> +4,+6,-2	<b>53</b> <b>I</b> +1;+3,+5 +7,-1	<b>54</b> <b>Xe</b> 0
<b>55</b> <b>Cs</b> +1	<b>56</b> <b>Ba</b> +2	<b>57</b> <b>La</b> +3	<b>72</b> <b>Hf</b> +3,+4	<b>73</b> <b>Ta</b> +2,+3,+4,+5	<b>74</b> <b>W</b> +2,+3,+4,+6	<b>75</b> <b>Re</b> +4,+5,+6,+7	<b>76</b> <b>Os</b> +2,+3,+4,+7, +8	<b>77</b> <b>Ir</b> +3,+4	<b>78</b> <b>Pt</b> +2,+4	<b>79</b> <b>Au</b> +1,+3	<b>80</b> <b>Hg</b> +1,+2	<b>81</b> <b>Tl</b> +1,+3	<b>82</b> <b>Pb</b> +2,+4	<b>83</b> <b>Bi</b> +3,+5	<b>84</b> <b>Po</b> +2,+4	<b>85</b> <b>At</b> +1;+3,+5 +7,-1	<b>86</b> <b>Rn</b> 0
<b>87</b> <b>Fr</b> +1	<b>88</b> <b>Ra</b> +2	<b>89</b> <b>Ac</b> +3	<b>104</b> <b>Rf</b> +4														

<b>Lantánidos</b>	<b>58</b> <b>Ce</b> +3,+4	<b>59</b> <b>Pr</b> +3o	<b>60</b> <b>Nd</b> +3	<b>61</b> <b>Pm</b> +3	<b>62</b> <b>Sm</b> +2,+3	<b>63</b> <b>Eu</b> +2,+3	<b>64</b> <b>Gd</b> +3	<b>65</b> <b>Tb</b> +3	<b>66</b> <b>Dy</b> +3	<b>67</b> <b>Ho</b> +3	<b>68</b> <b>Er</b> +3	<b>69</b> <b>Tm</b> +3	<b>70</b> <b>Yb</b> +2,+3	<b>71</b> <b>Lu</b> +3
<b>Actínidos</b>	<b>90</b> <b>Th</b> +4	<b>91</b> <b>Pa</b> +4,+5	<b>92</b> <b>U</b> +3+4+5+6	<b>93</b> <b>Np</b> +3+4+5+6	<b>94</b> <b>Pu</b> +3+4+5+6	<b>95</b> <b>Am</b> +3+4+5+6	<b>96</b> <b>Cm</b> +3	<b>97</b> <b>Bk</b> +3,+4	<b>98</b> <b>Cf</b> +3	<b>99</b> <b>Es</b> +3	<b>100</b> <b>Fm</b> +3	<b>101</b> <b>Md</b> +2,+3	<b>102</b> <b>No</b> +2,+3	<b>103</b> <b>Lr</b> +3

Nota: Se muestran los números de oxidación más frecuentes.

## EJERCICIOS

1.-Completa la tabla 1. Escribe la fórmula de las sustancias que se forman cuando se unen los átomos que están en cada casilla. Ayúdate de la tabla periódica con los números de oxidación. Fíjate en el ejercicio resuelto

### Ejemplo RESUELTO

Imagina que se une el cloro y el níquel, ¿qué sustancias formarían? El níquel sólo tiene números de oxidación positivos; así que, cuando se una al cloro, sólo puede hacerlo con el número  $-1$  del cloro para conseguir que la sustancia que resulte no tenga carga (suma de parte positiva y negativa debe ser cero). El níquel tiene dos números de oxidación  $+2$  y  $+3$ , así que las dos posibilidades son:  $\text{Ni}^{2+}\text{Cl}^-$  y  $\text{Ni}^{3+}\text{Cl}^-$ . Si queremos que el conjunto sea neutro, la proporción deberá ser  $\text{Ni}^{2+}\text{Cl}^-\text{Cl}^-$  o  $\text{Ni}^{2+}\text{Cl}^-\text{Cl}^-\text{Cl}^-$ . Aún no hemos terminado, ahora quitamos los números y colocamos subíndices  $\text{NiCl}_2$  y  $\text{NiCl}_3$ .

<b>TABLA 1</b>						
	Oxígeno	Flúor	Cloro	Bromo	Azufre	Hidrógeno
<b>Litio</b>						
<b>Cobalto</b>						
<b>Oro</b>						
<b>Cobre</b>						
<b>Plata</b>						
<b>Aluminio</b>						
<b>Estaño</b>						
<b>Potasio</b>						

2.-Aplica las reglas de cálculo de los números de oxidación y consulta la tabla periódica para completar la tabla 2 y 3

### Ejemplo RESUELTO

Aplica las reglas de cálculo de los números de oxidación y consulta la tabla periódica para completar la siguiente tabla.

<b>Fórmula: <math>\text{Na}_3\text{PO}_4</math></b>				<b>Fórmula: <math>(\text{SO}_4)^{2-}</math></b>			
Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación	Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación
Na	3	+1	$3 \cdot (+1) = +3$	S	1	+6	+6
P	1	+5	+5	O	4	-2	-8
O	4	-2	-8				
		SUMA	0			SUMA	-2

NOTA: En la columna “multiplicación” debes multiplicar “nº oxidación” por “¿cuántos?”. La “suma” se refiere a la suma todas las casillas de la columna “multiplicación”.

**TABLA 2**

<b>Fórmula: <math>\text{NaCl}</math></b>				<b>Fórmula: <math>\text{FeCl}_3</math></b>			
Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación	Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación
		SUMA				SUMA	
<b>Fórmula: <math>\text{P}_2\text{O}_5</math></b>				<b>Fórmula: <math>\text{MgH}_2</math></b>			
Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación	Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación
		SUMA				SUMA	

<b>Fórmula: Ag<sub>2</sub>S</b>				<b>Fórmula: KOH</b>			
Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación	Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación
		SUMA			SUMA		
<b>Fórmula: Ni<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>				<b>Fórmula: HF</b>			
Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación	Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación
		SUMA			SUMA		
<b>Fórmula: AsF<sub>3</sub></b>				<b>Fórmula: Co(OH)<sub>3</sub></b>			
Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación	Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación
		SUMA			SUMA		

**TABLA 3**

<b>Fórmula: H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></b>				<b>Fórmula: (NO<sub>3</sub>)<sup>-</sup></b>			
Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación	Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación
		SUMA			SUMA		
<b>Fórmula: (NH<sub>4</sub>)<sup>+</sup></b>				<b>Fórmula: Cu<sub>2</sub>CO<sub>3</sub></b>			
Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación	Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación
		SUMA			SUMA		
<b>Fórmula: (SO<sub>3</sub>)<sup>2-</sup></b>				<b>Fórmula: H<sub>4</sub>SiO<sub>4</sub></b>			
Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación	Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación
		SUMA			SUMA		
<b>Fórmula: Hg<sub>3</sub>(AsO<sub>4</sub>)<sub>2</sub></b>				<b>Fórmula: HClO</b>			
Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación	Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación
		SUMA			SUMA		
<b>Fórmula: Pb(NO<sub>2</sub>)<sub>4</sub></b>				<b>Fórmula: Cl<sub>2</sub></b>			
Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación	Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación
		SUMA			SUMA		

<b>Fórmula: H<sub>2</sub>O</b>				<b>Fórmula: PtCl<sub>4</sub></b>			
Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación	Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación
		SUMA				SUMA	
<b>Fórmula: Al(OH)<sub>3</sub></b>				<b>Fórmula: KMnO<sub>4</sub></b>			
Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación	Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación
		SUMA				SUMA	
<b>Fórmula: Li<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub></b>				<b>Fórmula: S<sup>2-</sup></b>			
Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación	Átomos	¿cuántos?	Nº oxidación	Multiplicación
		SUMA				SUMA	