

Documentos técnicos de la Comisión Braille Española

B 6-1

Signografía braille para química lineal



CBE



COMISIÓN
BRAILLE
ESPAÑOLA



Documento técnico B 6-1: Signografía braille para química lineal

Versión 1: febrero de 2014

© De esta edición:



Comisión Braille Española

Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE)
Servicio Bibliográfico de la ONCE
Calle de La Coruña, 18
28020 Madrid (España)

cbes@once.es

Grupo de ciencias de la Comisión Braille Española

José Enrique Fernández del Campo · Jaime Muñoz Carenas · Angelines Ortiz Hojas · Pablo Rodríguez Ríos

Coordinación:

Pedro Ruiz Prieto

Edición y fotografía de cubierta:

Francisco Javier Martínez Calvo

Documentos técnicos de la Comisión Braille Española relacionados con el braille

Documento técnico B 1: Parámetros dimensionales del braille

Documento técnico B 2: Signografía básica de las lenguas cooficiales españolas

Documentos técnicos B 3: Normas para la transcripción

Documentos técnicos B 4: Musicografía braille

Documentos técnicos B 6: Química

Documento técnico B 7: Signografía braille para fonética

Documento técnico B 8: Signografía braille para la notación de partidas de ajedrez

Documento técnico B 9: Signografía general para la representación braille de símbolos electrónicos, circuitos y electricidad

Documento técnico B 10: Abreviaturas en envases de medicamentos

Documentos técnicos B 11: Didáctica del braille

Documentos técnicos B 12: Transcripción de alfabetos no latinos

Documento técnico B 13: Etiquetado en braille de productos de consumo

Documentos técnicos B 14: Códigos científicos de ocho puntos

Documento técnico B 15: Escritura con la fuente braille de la Comisión Braille Española

Documentos técnicos B 16: Estenografía

Documento técnico B 17: Señalización en braille de botoneras de ascensor

Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada · CC BY-NC-ND



Esta licencia Creative Commons le permite descargar el documento e imprimirlo para su uso personal, así como compartirlo con otras personas, siempre que se reconozca su autoría. No permite cambiar de ninguna manera su contenido ni utilizarlo comercialmente.

La ONCE vela por que en la comunicación interna y externa del Grupo se utilice un lenguaje no sexista, recurriendo a técnicas de redacción que permiten hacer referencia a las personas sin especificar su sexo. Sin embargo, siempre que se considere necesario, se hará uso de términos genéricos, especialmente en los plurales, para garantizar claridad, rigor y facilidad de lectura, sin que esto suponga ignorancia en cuanto a la necesaria diferenciación de género, ni un menor compromiso por parte de la Institución con las políticas de igualdad y contra la discriminación por razón de sexo.

Índice

| | |
|---|----|
| 1. Introducción | 6 |
| 2. Elementos y moléculas | 8 |
| 2.1. Símbolos atómicos..... | 8 |
| 2.2. Fórmulas moleculares de elementos simples | 8 |
| 2.3. Fórmulas moléculas de compuestos químicos..... | 9 |
| 2.4. Grupos atómicos con subíndice | 11 |
| 2.5. Coeficientes moleculares..... | 11 |
| 3. Otros índices que afectan a los símbolos atómicos | 12 |
| 3.1. Representación solo del número atómico y la masa atómica en forma numérica | 12 |
| 3.2. Representación de los cuatro índices en forma numérica | 13 |
| 3.3. Representación de la carga iónica y del número de átomos en forma numérica | 13 |
| 3.4. Índices alfanuméricos simples y compuestos | 14 |
| 4. Iones y números de oxidación | 15 |
| 4.1. Iones..... | 15 |
| 4.1.1. <i>Signos de positivo y negativo en superíndice a la derecha o en superescrito</i> | 15 |
| 4.1.2. <i>Representación sobre una molécula</i> | 16 |
| 4.1.3. <i>Incluyendo el número de ionización o de cargas</i> | 16 |
| 4.2. Número de oxidación | 17 |
| 5. Estados físicos y otras especificaciones | 18 |
| 5.1. Estados tipo de las sustancias..... | 18 |
| 5.1.1. <i>Representación braille</i> | 18 |
| 5.1.2. <i>Estado físico de la materia abreviado y con punto de abreviatura</i> | 19 |
| 5.2. Otras especificaciones | 19 |

| | |
|--|----|
| 6. Flechas y reacciones | 21 |
| 6.1. Flecha de reacción hacia la derecha | 21 |
| 6.2. Flecha de reacción hacia la izquierda..... | 21 |
| 6.3. Flecha en ambos sentidos (equilibrio químico)..... | 21 |
| 6.4. Doble flecha de equilibrio químico indicando desplazamiento en uno de los sentidos | 22 |
| 6.5. Flecha hacia arriba (desprendimiento gaseoso)..... | 22 |
| 6.6. Flecha hacia abajo (precipitación)..... | 23 |
| 7. Flechas con especificaciones | 24 |
| 7.1. Flecha con un solo calificador | 24 |
| 7.2. Flecha simple con dos calificadores | 24 |
| 7.3. Flecha doble con dos calificadores..... | 25 |
| 7.4. Otras modificaciones | 25 |
| 7.4.1. <i>Rayo de energía o signo de ruptura de enlace químico</i> ... | 25 |
| 7.4.2. <i>Flecha tachada (no reacción química)</i> | 26 |
| 8. Enlaces horizontales | 27 |
| 8.1. Enlaces covalentes..... | 27 |
| 8.1.1. <i>Simple y dipolar</i> | 27 |
| 8.1.2. <i>Doble</i> | 27 |
| 8.1.3. <i>Triple</i> | 27 |
| 8.1.4. <i>Cuádruple</i> | 28 |
| 8.2. Otros enlaces..... | 28 |
| 8.2.1. <i>Puente de hidrógeno</i> | 28 |
| 8.2.2. <i>Hidratación y adición</i> | 28 |
| 8.2.3. <i>Radical libre</i> | 29 |
| 8.2.4. <i>Enlace de alta energía</i> | 29 |
| 9. Fórmulas esquemáticas de cadenas lineales | 30 |
| 10. Configuración electrónica | 32 |
| 10.1. Configuración electrónica simple (primer grado de complejidad)..... | 32 |

| | |
|---|----|
| 10.2. Segundo grado de complejidad | 33 |
| 10.2.1. <i>Orbital representado por letras y expresiones algebraicas</i> | 33 |
| 10.2.2. <i>Orbital representado por números enteros</i> | 34 |
| 10.3. Tercer grado de complejidad con espín de electrón para orbital | 35 |
| 11. Geometría molecular | 37 |
| 11.1. Tipos de orbitales moleculares | 37 |
| 11.2. Orbitales atómicos enlazados | 37 |
| 12. Expresiones que exceden la longitud de la línea braille | 38 |
| 12.1. Reacciones químicas..... | 38 |
| 12.1.1. <i>Reacciones químicas con flecha sin calificadores</i> | 38 |
| 12.1.2. <i>Reacciones químicas con flecha con calificadores</i> | 39 |
| 12.2. Recurso del «guion químico»..... | 40 |
| 13. Caracteres alfanuméricos, marcas, colores y variantes tipográficas | 43 |
| 13.1. Numeración de átomos, enlaces y/o vértices en una cadena | 43 |
| 13.1.1. <i>Caso 1. Un solo tipo de numeración o serie alfanumérica en la cadena</i> | 43 |
| 13.1.2. <i>Caso 2. Más de una numeración o serie alfanumérica en la cadena</i> | 44 |
| 13.2. Marcas en átomos, enlaces y/o vértices en una cadena | 45 |
| 13.3. Empleo de colores y otros recursos tipográficos para diferenciación de elementos en una fórmula molecular.... | 45 |
| Apéndice 1. Operadores aritméticos más utilizados | 49 |
| Apéndice 2. Signos específicos del braille | 50 |
| Apéndice 3. Alfabeto griego | 51 |
| Apéndice 4. Números en posición baja | 52 |
| Apéndice 5. Otros signos | 53 |

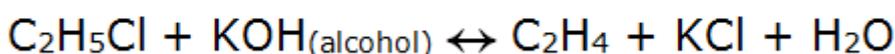
1. Introducción

El Grupo de Ciencias de la Comisión Braille Española pretende, con la elaboración de esta signografía para *Química lineal*, obtener una equivalencia braille para las distintas estructuras y conceptos de Química que aparecen en aquellos textos que deben ser transcritos, a la vez que promover su uso por parte de alumnos y profesores para crear sus propios apuntes y ejemplos.

Desde el punto de vista estrictamente gráfico, podemos considerar que la representación de estructuras y conceptos químicos tiene tres niveles de complejidad que implican un tratamiento distinto de la signografía braille que se debe utilizar.

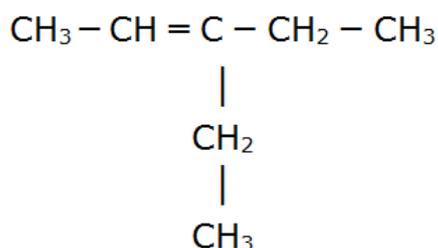
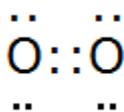
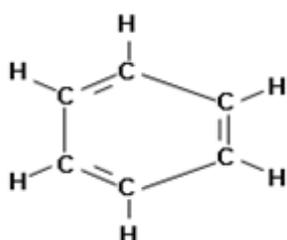
Así, hay una representación que recoge fundamentalmente todos aquellos aspectos relacionados con las reacciones químicas y la configuración electrónica de los distintos elementos. Nos permitiremos la licencia de denominarla **lineal**.

Ejemplo:



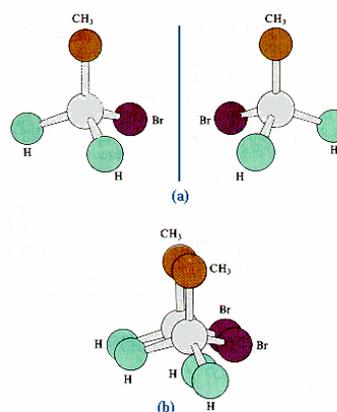
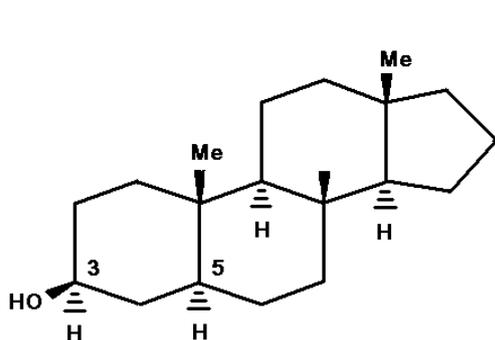
Un segundo grupo lo componen aquellas representaciones en el plano (cíclicas, ramificadas, notación de Lewis, etc.) que se utilizan para visualizar las estructuras de distintos compuestos. Denominaremos a esta representación **bidimensional**.

Ejemplos:



Finalmente, podemos considerar un tercer grupo con aquellos casos en que es necesario representar la estructura tridimensional de los compuestos químicos, para lo cual se utilizan trazos de distinto grosor con el fin de representar si un enlace está por encima o por debajo del plano de la estructura. Calificaremos a este tipo de representación como **tridimensional**.

Ejemplos:



En este documento técnico se hace una propuesta para la primera de estas representaciones, la «lineal», con el fin de que pueda servir como base para la elaboración de las representaciones «bidimensionales» y «tridimensionales», intentando buscar siempre la concordancia entre los tres tipos de representación.

En algunos de los ejemplos se utiliza un signo, que hemos denominado «guion químico», para indicar que la estructura que se representa tiene continuación en el renglón siguiente. Para ello, se utilizará el signo braille formado por los seis puntos.

Signo de «guion químico»:



2. Elementos y moléculas

2.1. Símbolos atómicos

Los símbolos de los elementos químicos pueden constar de una o dos letras, la primera de ellas siempre en mayúscula. Al igual que en caracteres visuales, en braille se escriben siguiendo la secuencia: signo de mayúscula (puntos 46) – letra/s del elemento.

Así, el elemento químico oxígeno tiene como símbolo: **O**. En braille se escribe:

O ⠠⠕

El sodio tiene un símbolo formado por dos letras: **Na**. En braille se escribe:

Na ⠠⠠⠠⠠⠠⠠

2.2. Fórmulas moleculares de elementos simples

En caracteres visuales las moléculas de los elementos químicos se representan con el símbolo correspondiente y, a continuación, escrito en subíndice, el número de átomos que la forman (*subíndice numérico simple*).

Ejemplo:

O₂

En algunas ocasiones, el subíndice es una expresión más compleja que un número entero (*subíndice alfanumérico*).

Ejemplos:

C_n

C_{n-1}

En braille, cada uno de estos tipos de subíndice tiene un tratamiento distinto.

a) Subíndice numérico simple

El número que forma el subíndice se escribirá, a continuación del elemento, en posición baja (5.^a serie del sistema braille;¹ v. *Apéndice 4*), independientemente del número de dígitos que lo componen.

¹ Las distintas series del sistema braille pueden encontrarse en el *Documento técnico B 2*, capítulo 2, «Series del sistema braille».



b) Subíndice alfanumérico

A continuación del símbolo del elemento, se escribirá el signo de subíndice (puntos 34) y los caracteres que lo forman.

Ejemplo:



Cuando el subíndice contiene más de un símbolo en caracteres visuales, es necesario utilizar el recurso de los paréntesis auxiliares, cuyo signo de apertura está formado por los puntos 26, y el de cierre por los puntos 35 (v. *Apéndice 2*).

Ejemplos:



No sigue esta estructura en la transcripción braille aquella información que califica al elemento o a la molécula, normalmente relativa a los estados físicos de la materia, y que siempre es textual (v. 5. *Estados físicos y otras especificaciones*).

2.3. Fórmulas moléculas de compuestos químicos

Están formadas por dos o más elementos escritos sin separación entre ambos. Así H_2 y O , forman la molécula H_2O .

En braille, en general, se utilizarán los mismos recursos que para la representación de las moléculas de los elementos químicos.

2.4. Grupos atómicos con subíndice

Los grupos atómicos, cuando están afectados por un subíndice, se encierran entre signos unificadores (paréntesis, corchetes, etc.). En braille, se utilizarán los correspondientes signos unificadores (v. *Apéndice 5*).

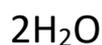
Ejemplos:



2.5. Coeficientes moleculares

Se entiende por *coeficiente molecular* cualquier letra o expresión numérica que precede inmediatamente a la fórmula molecular.

Ejemplo:



En braille, se seguirá la misma secuencia que en los textos en caracteres visuales.

El ejemplo anterior será:



Cuando el coeficiente sea una fracción cuyos dos términos sean numéricos, en braille se escribirá siguiendo el método abreviado de representación de las fracciones (signo de número – numerador en posición normal – denominador en posición baja) (v. *Documento técnico B 2: Signografía básica*).

Cuando el coeficiente sea una letra griega, se utilizará el prefijo correspondiente a este alfabeto, ya sea mayúscula o minúscula (v. *Apéndice 3*).

Ejemplos:

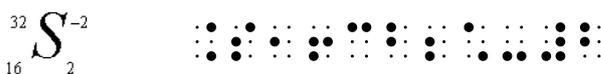


3.2. Representación de los cuatro índices en forma numérica

La secuencia será:

- Símbolo del elemento.
- La cifra del subíndice izquierdo, en posición baja y sin signo de número.
- La cifra del superíndice izquierdo, en posición normal y sin signo de número.
- La cifra del subíndice derecho, en posición baja y sin signo de número.
- Signo braille de superíndice.
- Texto completo de la carga iónica (puede ser un número arábigo, romano, signos de positivo o negativo, etc., como se podrá ver en el capítulo 4. *Iones y números de oxidación*).

Ejemplo:



3.3. Representación de la carga iónica y del número de átomos en forma numérica

En caracteres visuales, el número de átomos se representa siempre abajo a la derecha (v. *Apéndice 4*) y las cargas bien en superíndice a la derecha, o bien en superescrito (ver capítulo 4. *Iones y números de oxidación*).

En braille se sigue la secuencia:

- Símbolo del elemento.
- El número de átomos, en posición baja y sin signo de número (v. *Apéndice 4*).
- Signo de superíndice.
- Carga iónica (v. capítulo 4. *Iones y números de oxidación*).

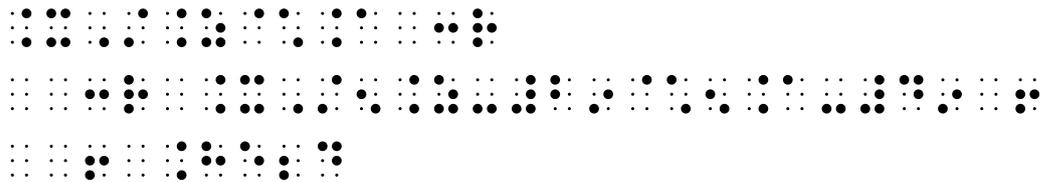
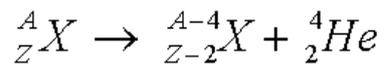
Ejemplo:



3.4. Índices alfanuméricos simples y compuestos

En el caso de que alguno de los índices a derecha o izquierda no pueda ser representado con claridad mediante las reglas de este código, se acudirá a la forma general de transcripción matemática, utilizando los signos de índice correspondientes y, si fuera preciso, paréntesis auxiliares (v. *Apéndice 2*).

Ejemplo:



Ejemplos de representación sobre un símbolo atómico:²



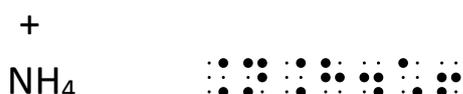
4.1.2. Representación sobre una molécula

En caracteres gráficos, se escriben sobre la fórmula molecular, generalmente en el centro de la misma. En braille, siempre se transcribirá después del último elemento de la molécula, o de su subíndice si lo tuviera.

Secuencia de escritura braille:

- Fórmula molecular.
- Signo de *superíndice*.
- Signo/s de *positivo* o *negativo* según corresponda.

Ejemplo:



4.1.3. Incluyendo el número de ionización o de cargas

Secuencia:

- Símbolo atómico o fórmula molecular.
- Signo de *superíndice*.
- Caracteres de los signos que forman el superíndice (en el caso de que sea transcripción de un original, se seguirá el mismo orden que tengan los caracteres visuales).

Ejemplos:



² Se ha de tener especial cuidado de no confundir con los signos utilizados en ocasiones en la *Notación de Lewis* para representar los electrones que se encuentran en la parte superior del símbolo de elemento químico. La *Notación de Lewis* forma parte de la representación química bidimensional.

5.1.2. Estado físico de la materia abreviado y con punto de abreviatura

En ocasiones los estados de la materia se representan con un punto de abreviatura. En braille se podrá respetar la representación original pero no será necesario transcribir el punto de abreviatura.

Ejemplos:



Con preferencia se transcribirá así:



Como buena práctica se recomienda que, cuando en el original el estado físico de la materia esté escrito de forma completa y se tenga seguridad sobre el concepto, se escriba de forma abreviada, utilizando los siguientes signos:

| Signo braille | Puntos braille | Abreviatura | Significado |
|---------------|----------------|-------------|-------------|
| ⠠⠠⠠ | 6-1-14 | ac | Acuoso |
| ⠠⠠ | 6-1245 | g | Gaseoso |
| ⠠⠠ | 6-123 | l | Líquido |
| ⠠⠠ | 6-234 | s | Sólido |

Norma 4.^a

Cuando en el original está escrito el estado físico de la materia de forma abreviada y separado por un espacio del elemento químico, en braille no se dejará ese espacio en blanco.

De este modo, $O_{2(g)}$ y $O_2(g)$ se transcribirán en braille:



5.2. Otras especificaciones

En ocasiones, a continuación de la fórmula molecular o de la reacción, se incluye información relativa a ellas. Se suele escribir entre paréntesis, bien a la misma altura que la fórmula molecular, bien en subíndice.

Ejemplos:

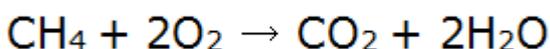
6. Flechas y reacciones³

Las reacciones y ecuaciones químicas se componen de dos miembros, ambos formados por expresiones químicas. Entre cada uno de los miembros hay una flecha o un signo de igualdad.

primer miembro → segundo miembro

Cada miembro está compuesto de uno o varios términos que pueden ir ligados por operadores.

Ejemplo:



Norma 5.^a

En braille, los *operadores aritméticos* se representan como viene recogido en el *Apéndice 1* y siempre deberá haber un espacio en blanco separándolos de cada término. Esta misma norma se aplicará a las flechas de reacción (norma 6.^a).

6.1. Flecha de reacción hacia la derecha

Independientemente de su representación visual, en braille se transcribirá:



6.2. Flecha de reacción hacia la izquierda

Independientemente de su representación visual, en braille se transcribirá:



6.3. Flecha en ambos sentidos (equilibrio químico)

Independientemente de su representación visual, en braille se transcribirá:



³ Es conveniente consultar también el capítulo 12, donde se dan normas que afectan a la partición de líneas en las que se encuentran flechas de reacción.

En braille siempre se transcribirá:

⠠⠠⠠

Las representaciones gráficas del ejemplo anterior se transcribirán:

⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

Norma 7.^a

Cuando la flecha hacia arriba acompañe a una fórmula molecular, se transcribirá al final de la misma, incluso después de los atributos que pudiera tener.

Ejemplo:

CO_{2(g)} ↑ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

6.6. Flecha hacia abajo (precipitación)

En caracteres visuales aparece siempre escrito después de la fórmula molecular y puede presentar tres variantes:

- Como flecha vertical hacia abajo:

CaCO₃ ↓

- Como flecha oblicua hacia abajo y hacia la derecha:

CaCO₃ ↘

- Como flecha oblicua hacia arriba y hacia la derecha en la misma vertical que el subíndice del último símbolo atómico.

En braille siempre se transcribirá:

⠠⠠⠠

Las representaciones gráficas del ejemplo anterior se transcribirán:

⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

Norma 8.^a

Al igual que la flecha hacia arriba (desprendimiento gaseoso), la flecha hacia abajo (precipitación) es el último signo que se transcribe de la molécula.

Ejemplo:

AgCl_(g) ↓ ⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

7. Flechas con especificaciones⁴

7.1. Flecha con un solo calificador

Con independencia de que el signo calificador de una flecha se encuentre encima o debajo de la misma, en braille se escribirá en el interior de la flecha, precedido por el carácter braille 25 y seguido por los caracteres 5 y 25.

Ejemplos:



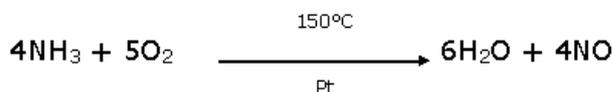
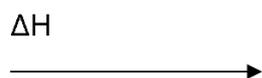
Nota: En este ejemplo se ha utilizado el signo de «entalpía», que está formado por una letra griega «delta mayúscula» y una «H». El alfabeto griego se encuentra en el Apéndice 3. Los prefijos que se han de utilizar con cada alfabeto se encuentran en el Apéndice 2.



7.2. Flecha simple con dos calificadores

En braille, se escribirá primero el signo que se encuentre sobre la flecha y, a continuación y separado por el carácter 25, el que se encuentre bajo ella.

Ejemplos:



⁴ Es conveniente consultar también el capítulo 12, donde se dan normas que afectan a la partición de líneas que incluyen una flecha de reacción con calificadores.

7.4.2. Flecha tachada (no reacción química)

Se representa por una flecha con un aspa sobre su trazo.

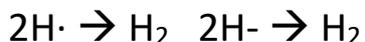


En braille se transcribirá de la siguiente manera:



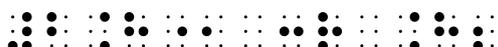
8.2.3. Radical libre

En caracteres visuales, se suele representar cercano a la molécula, bien al principio o al final de la misma. Cuando es simple, se suele representar con un punto grueso o una raya horizontal.



En braille se representa por los puntos 5 y 2. Se distingue del enlace simple porque a continuación del signo no se encuentra ningún símbolo químico, sino un espacio en blanco.

El ejemplo anterior se escribirá de la siguiente manera:



En ocasiones, el radical libre se encuentra escrito a la izquierda del elemento o grupo funcional.

Ejemplo:



8.2.4. Enlace de alta energía

En caracteres visuales se representa por una línea ondulada entre las dos moléculas que enlaza, a modo de tilde.

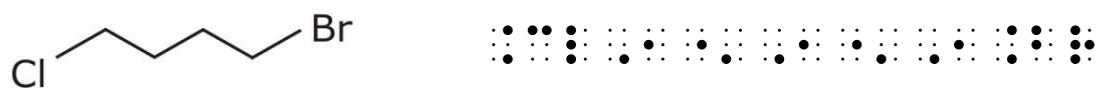
~

En braille se representa con el siguiente signo:





Ejemplo del 1-bromo-4-clorobutano:



Si aparecieran enlaces en dirección horizontal, se emplearán los signos correspondientes (véase ejemplo siguiente de *hexeno*).



10.2. Segundo grado de complejidad

En este grado de complejidad se representan:

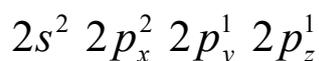
- Nivel, primer número cuántico.
- Subnivel, segundo número cuántico.
- Orbital, tercer número cuántico (valores «x, y, z...»).
- Número de electrones.

10.2.1. Orbital representado por letras y expresiones algebraicas

Los casos que se pueden dar son los siguientes:

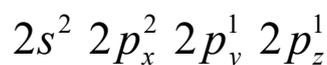
- Subnivel p: p_x , p_y , p_z ,
- Subnivel d: d_{xy} , d_{xz} , d_{yz} , $d_{x^2-y^2}$, d_{z^2}
- Subnivel f: fz^3 , fxz^2 , fyz^2 , $fxyz$, $fz(x^2-y^2)$, $fx(x^2-3y^2)$, $fy(3x^2-y^2)$

En caracteres gráficos, pueden aparecer de diversas maneras, siendo la más común en subíndice, ya sea debajo del número de electrones del subnivel o en el siguiente carácter:



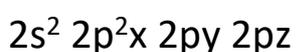
Sea cual sea su forma de representación, en braille se transcribirá siguiendo este orden:

- Nivel o primer número cuántico.
- Subnivel o segundo número cuántico.
- Orbital o tercer número cuántico.
- Número de electrones, escrito en braille *en posición baja* (v. Apéndice 4).



En ocasiones, el autor no especifica el número de electrones del subnivel cuando el valor es 1. En braille se escribirá tal y como aparece en el original.

Ejemplo:

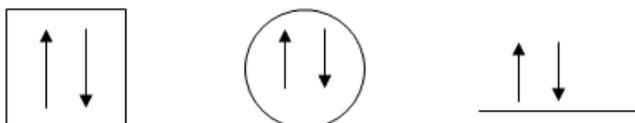


10.3. Tercer grado de complejidad con espín de electrón para orbital

En este grado de complejidad se representa el espín de los electrones mediante flechas.

Para ello se utilizan flechas dentro de círculos o cuadrados, o sobre una raya horizontal, tal y como se muestra en estos ejemplos:

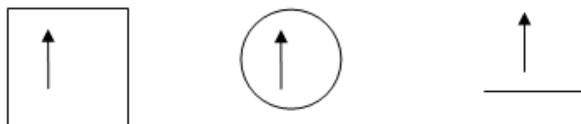
- Con doble flecha:



En braille se transcribirá:

⠠⠠⠠

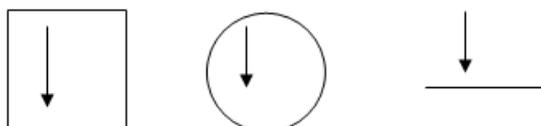
- Con flecha arriba:



En braille se transcribirá:

⠠⠠⠠

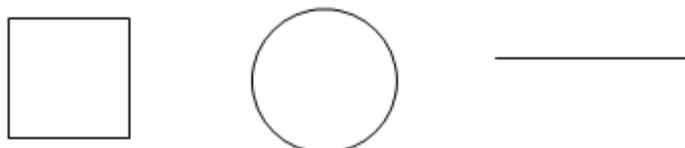
- Con flecha abajo:



En braille se transcribirá:

⠠⠠⠠

- Vacío:



En braille se transcribirá:

⠠

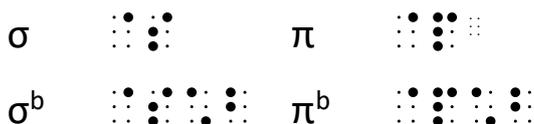
11. Geometría molecular

11.1. Tipos de orbitales moleculares

Se representan con una letra griega (sigma, pi...). Pueden ser de dos tipos.

- *Enlazantes*: Se representan con la letra griega correspondiente sola o afectada por la letra b en superíndice (σ^b).

Ejemplos:



- *Antienlazante*: Se representan con la letra griega correspondiente afectada por un asterisco en superíndice (σ^*).

Ejemplos:

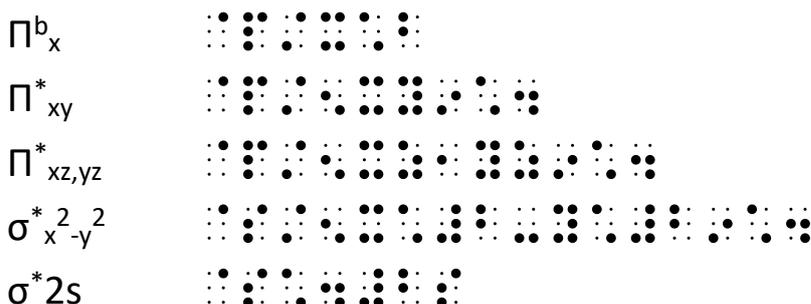


11.2. Orbitales atómicos enlazados

Tanto los enlazantes como los antienlazantes, en ocasiones, pueden estar afectados por un subíndice que hace referencia a los orbitales atómicos implicados. En este caso se seguirá la siguiente estructura, independientemente de si están o no desplazados:

1. Letra base.
2. Signo de subíndice.
3. Contenido del subíndice, entre paréntesis auxiliares si consta de más de un carácter.
4. Signo de superíndice.
5. Contenido del superíndice.

Ejemplos:



12. Expresiones que exceden la longitud de la línea braille

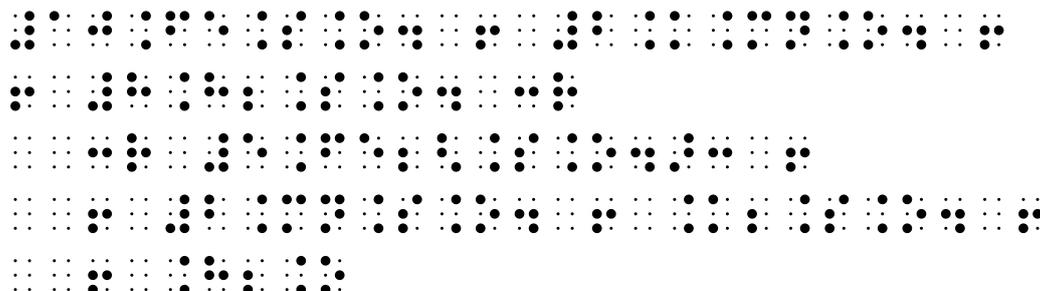
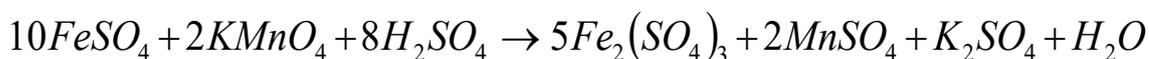
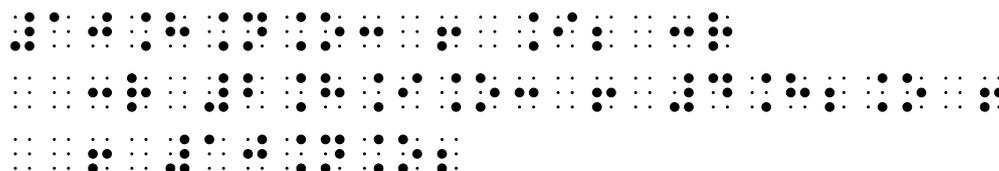
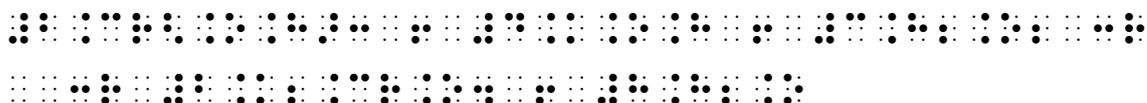
12.1. Reacciones químicas

12.1.1. Reacciones químicas con flecha sin calificadores

En el caso de que una reacción química no pueda escribirse de forma completa en un renglón braille se transcribirá de la siguiente manera:

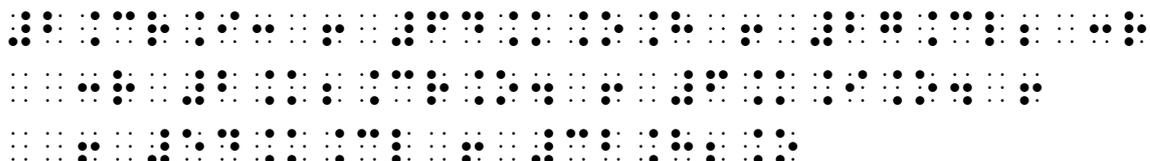
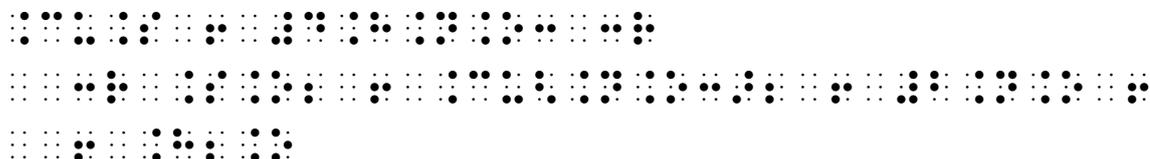
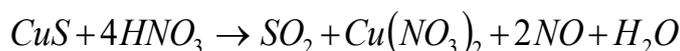
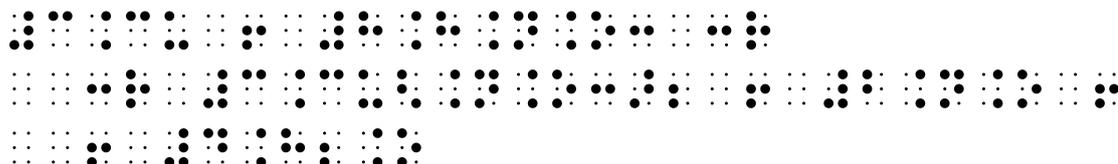
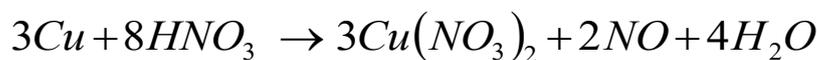
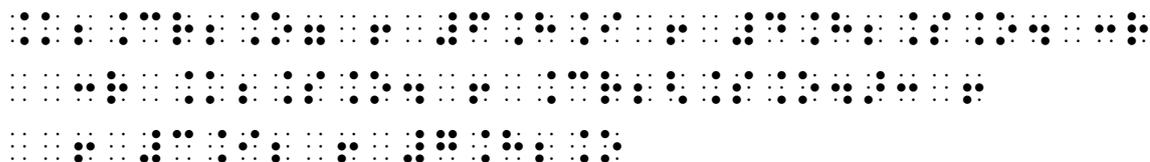
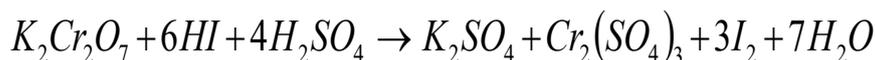
- 1) Primer miembro sin sangría, finalizando el renglón con la flecha de reacción correspondiente y comenzando el siguiente con sangría de dos espacios y, a continuación, repitiendo la flecha de reacción. Si es preciso realizar un corte de renglón antes de escribir la flecha, se hará por alguno de los operadores aritméticos, escribiendo los renglones que pertenezcan al primer miembro a la misma altura que el primer renglón.

Ejemplos:



- 2) El segundo miembro de la reacción se comenzará a transcribir en renglón nuevo con una sangría de dos espacios, repitiendo la flecha siempre que el segundo miembro no entre completo en el renglón. Si es preciso realizar un corte de renglón en el segundo miembro, se hará por alguno de los operadores aritméticos, escribiendo todos los renglones que ocupe el segundo miembro con sangría de dos espacios.

Ejemplos:

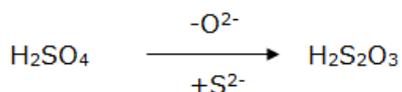


12.1.2. Reacciones químicas con flecha con calificadores

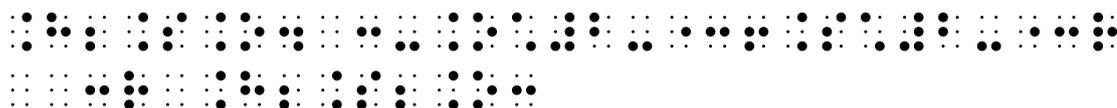
Cuando una reacción química cuyos miembros estén relacionados por una flecha con calificadores no pueda escribirse íntegramente en un renglón braille, se cortará de la siguiente manera:

- 1) Si el contenido total de la flecha se puede escribir en el mismo renglón que el final del primer miembro de la reacción, en el renglón siguiente, después de una sangría de dos espacios, se escribirá el signo de flecha

correspondiente sin calificadores y, a continuación, el segundo miembro de la reacción.

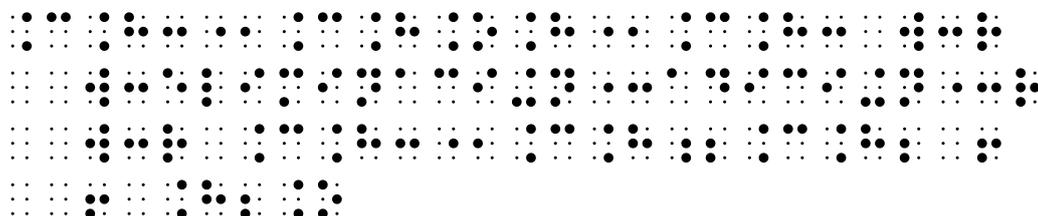


Ejemplo:



- 2) Si el contenido total de la flecha no se puede escribir en el mismo renglón que el primer miembro, al final de la línea se escribirá la flecha sin calificadores y, en la línea siguiente, la flecha con calificadores precedida de una sangría de dos espacios, para seguir, a continuación, con el segundo miembro. Si fuera preciso cortar este último, se realizará por cualquiera de los operadores aritméticos.

Ejemplo:



En este ejemplo aparecen los signos de enlace simple y enlace doble (v. 8. *Enlaces horizontales*).

12.2. Recurso del «guion químico»

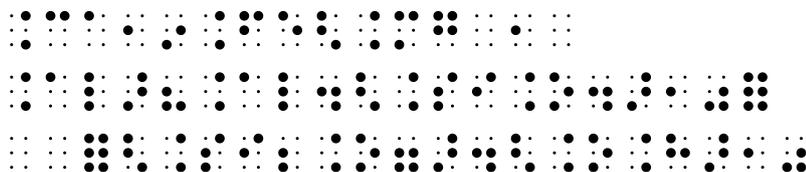
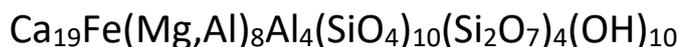
Se utilizará el carácter braille formado por los puntos 123456 cuando sea necesario partir una expresión química que ocupe más de un renglón braille y a la que no sean aplicables las reglas de partición incluidas en el apartado anterior.

Se repetirá siempre al comenzar el siguiente renglón.

Como buena práctica, en su transcripción se seguirán estos principios:

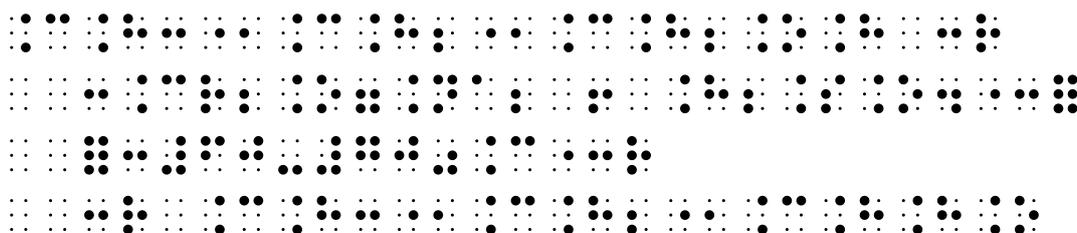
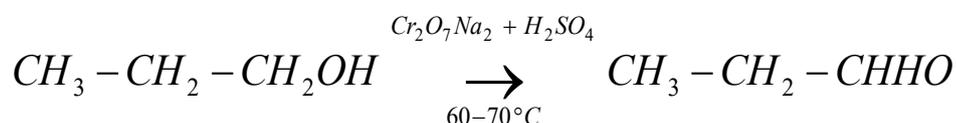
- 1.º En fórmulas moleculares, no separar subíndices y superíndices del símbolo atómico o grupo funcional al que afecten.

Ejemplo (fórmula de la Vesuvianita):



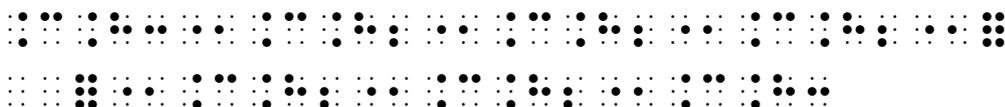
- 2.º En flechas con doble calificador, se partirá por el signo de continuidad de flecha (puntos 5-25), el cual deberá escribirse también en el renglón siguiente a continuación del guion químico, para continuar con el contenido del segundo calificador.

Ejemplo:



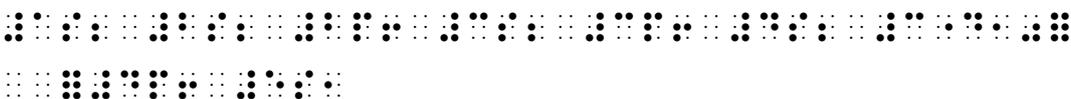
- 3.º En las expresiones en las que aparecen enlaces químicos, se partirá a continuación de un enlace y, en el renglón siguiente, después del signo de guion químico, se repetirá el enlace.

Ejemplo:



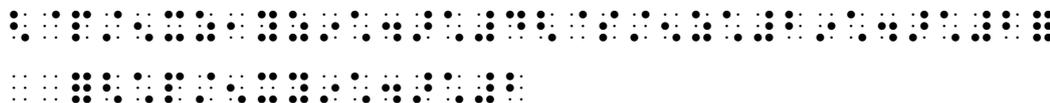
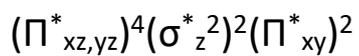
- 4.º En las configuraciones electrónicas, se partirá a continuación de cualquier espacio en blanco que separa los niveles y/o subniveles.

Ejemplo (configuración electrónica del rubidio):



5.º En los orbitales moleculares, deberán mantenerse agrupados los signos braille que componen cada uno de los orbitales.

Ejemplo:



13. Caracteres alfanuméricos, marcas, colores y variantes tipográficas

13.1. Numeración de átomos, enlaces y/o vértices en una cadena

13.1.1. Caso 1. Un solo tipo de numeración o serie alfanumérica en la cadena

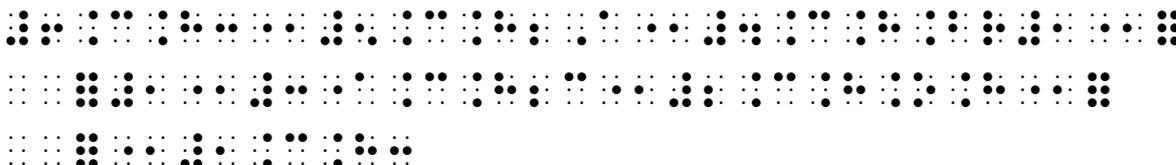
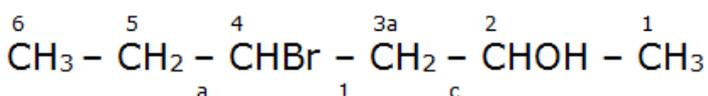
Se aplicará lo que dice la Norma 14 QB de la «Química bidimensional» (*Documento técnico B 6-2*). Dicho texto se incluye a continuación.

Norma 14 QB

La representación braille de números y letras de caracterización de elementos gráficos (símbolos atómicos o enlaces) se ajustará a lo siguiente:

1. Los números o letras que caractericen elementos gráficos se escribirán antes del símbolo atómico o enlace al que afecten.
2. Se transcribirán en primer lugar las letras y después los números, siempre que la letra no esté asociada al número.
3. La numeración se escribirá con signo de número y cifra correspondiente en posición baja.
4. Si los números estuvieran afectados por signos de puntuación, estos se escribirán en el orden que aparecen en la representación gráfica.
5. Las letras de la primera serie braille (a-j) que afecten a números deberán ir precedidas del punto 5.
6. En el caso de las representaciones esquemáticas —y solo en este caso—, y si no figura símbolo atómico en el lugar del vértice, a la primera de las letras o números que afecten a un enlace deberá anteponérsele el punto 6.
7. En caso de ser necesario partir la fórmula mediante guiones químicos, las numeraciones y letras y/o marcas asociadas a la misma son inseparables del elemento gráfico al que afecten.

Ejemplo del 4-bromil-2-hidroxihexano



Para indicar en braille estos cambios tipográficos se seguirá lo recogido en la Norma 16 QB de la «Química bidimensional» (*Documento técnico B 6-2*), cuyo texto se incluye a continuación.

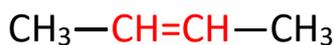
Norma 16 QB

El uso de distintos colores o recursos tipográficos en una fórmula química —de diferenciación de fondos o de delimitación por líneas— se considerarán como equivalentes a efectos de su representación braille, y se ajustarán a lo recogido en esta Norma.

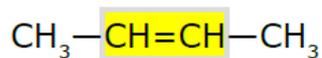
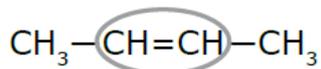
1. La transcripción braille de una fórmula en la que aparezcan distintos colores o recursos tipográficos, fondos o líneas de separación, deberá ir precedida de una «Nota de transcripción braille» en la que se especifique la correspondencia entre los signos braille empleados en esa fórmula y el valor gráfico que cada uno de ellos representa.
2. Si un elemento o dos seguidos están escritos con una misma tipografía o color, distintos de los de la base, en braille se les antepondrá a cada uno de ellos:
 - el signo $\begin{smallmatrix} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{smallmatrix}$ (puntos 456) cuando solo se precise una diferenciación gráfica en esa fórmula;
 - el signo $\begin{smallmatrix} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{smallmatrix}$ (puntos 456) seguido de un número de orden si en la fórmula fuera preciso hacer más de una diferenciación gráfica: así, el signo irá seguido de los números 2, 3, etc., en posición baja para las diferenciaciones 2.ª, 3.ª, etc.

| Signo braille | Puntos braille | Definición |
|---|---|--|
| $\begin{smallmatrix} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{smallmatrix}$ | 456 | Para indicar el primer cambio tipográfico |
| $\begin{smallmatrix} \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \end{smallmatrix}$ | 456-23 (n.º 2 en posición baja) | Para indicar el segundo cambio tipográfico |
| $\begin{smallmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{smallmatrix}$ | 456-25 (n.º 3 en posición baja) | Para indicar el tercer cambio tipográfico |
| $\begin{smallmatrix} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{smallmatrix} \dots$ | 456 y sucesivos número en posición baja | ... |

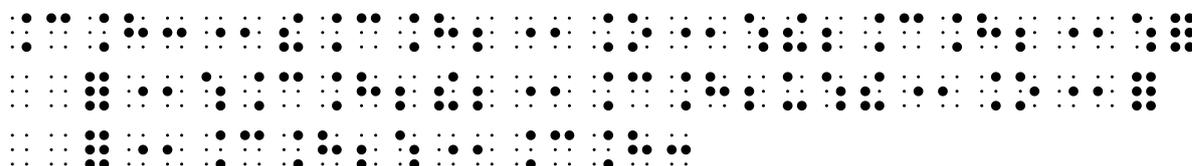
- A estos efectos, el subíndice de un símbolo atómico se considera parte suya. Si debieran diferenciarse entre sí, el subíndice se escribiría de forma no abreviada (empleando el signo $\begin{smallmatrix} \cdot \\ \cdot \end{smallmatrix}$ (puntos 34) para el subíndice, el signo $\begin{smallmatrix} \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{smallmatrix}$ (puntos 3456) de número y el número en posición alta).
 - Si fuera preciso emplear el guion químico, los signos indicadores de cambio tipográfico son inseparables de los elementos a los que se refiere, por lo que el indicativo de color deberá repetirse, en su caso, con elemento a diferenciar.
3. Si hubiera más de dos elementos consecutivos con una misma diferenciación gráfica distinta de la base, se utilizará el signo de «periodo de diferenciación gráfica»:



De la misma manera, se representan en braille recursos tipográficos que engloben determinados segmentos de la fórmula o que estén sobre fondos de color.



En el ejemplo que viene a continuación habría que introducir una Nota de Transcripción Braille informando de que con el primer cambio tipográfico se indica el color rojo y con el segundo el color azul.



Apéndice 1. Operadores aritméticos más utilizados

| Signo braille | Puntos braille | Signo | Significado |
|---------------|----------------|-------|-------------------------|
| ⠠ | 235 | + | suma |
| ⠡ | 36 | - | resta |
| ⠢ | 236 | · x | multiplicación |
| ⠣ | 256 | : | división |
| ⠤ | 2356 | = | igual |
| ⠥ | 4-2356 | ≈ | aproximadamente igual a |
| ⠦ | 45-2356 | ≠ | distinto a |
| ⠧ | 135 | > | mayor que |
| ⠨ | 246 | < | menor que |
| ⠩ | 135-135 | >> | mucho mayor que |
| ⠪ | 246-246 | << | mucho menor que |

Apéndice 2. Signos específicos del braille

| Signo braille | Puntos braille | Significado |
|---------------|----------------|-------------------------------------|
| ⠠ | 26 | abrir paréntesis auxiliar |
| ⠡ | 35 | cerrar paréntesis auxiliar |
| ⠢ | 34 | subíndice |
| ⠣ | 16 | superíndice |
| ⠤ | 6-34 | subíndice a la izquierda |
| ⠥ | 4-16 | superíndice a la izquierda |
| ⠦ | 5 | indicador de letra latina minúscula |
| ⠧ | 46 | indicador de letra latina mayúscula |
| ⠨ | 4 | indicador de letra griega minúscula |
| ⠩ | 45 | indicador de letra griega mayúscula |

Apéndice 3. Alfabeto griego

| Letra mayúscula | Signo braille | Puntos braille | Letra minúscula | Signo braille | Puntos braille |
|-----------------|---------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|
| A | ⠠ | 45-1 | α | ⠠ | 4-1 |
| B | ⠡ | 45-12 | β | ⠡ | 4-12 |
| Γ | ⠢ | 45-1245 | γ | ⠢ | 4-1245 |
| Δ | ⠣ | 45-145 | δ | ⠣ | 4-145 |
| E | ⠤ | 45-15 | ε | ⠤ | 4-15 |
| Z | ⠥ | 45-1356 | ζ | ⠥ | 4-1356 |
| H | ⠦ | 45-156 | η | ⠦ | 4-156 |
| Θ | ⠧ | 45-1456 | θ | ⠧ | 4-1456 |
| I | ⠨ | 45-24 | ι | ⠨ | 4-24 |
| K | ⠪ | 45-13 | κ | ⠪ | 4-13 |
| Λ | ⠬ | 45-123 | λ | ⠬ | 4-123 |
| M | ⠮ | 45-134 | μ | ⠮ | 4-134 |
| N | ⠯ | 45-1345 | ν | ⠯ | 4-1345 |
| Ξ | ⠱ | 45-1346 | ξ | ⠱ | 4-1346 |
| O | ⠰ | 45-135 | ο | ⠰ | 4-135 |
| Π | ⠳ | 45-1234 | π | ⠳ | 4-1234 |
| P | ⠤ | 45-1235 | ρ | ⠤ | 4-1235 |
| Σ | ⠠ | 45-234 | ς, σ | ⠠ | 4-234 |
| T | ⠮ | 45-2345 | τ | ⠮ | 4-2345 |
| Υ | ⠮ | 45-136 | υ | ⠮ | 4-136 |
| Φ | ⠢ | 45-124 | φ | ⠢ | 4-124 |
| X | ⠢ | 45-12346 | χ | ⠢ | 4-12346 |
| Ψ | ⠢ | 45-13456 | ψ | ⠢ | 4-13456 |
| Ω | ⠢ | 45-2456 | ω | ⠢ | 4-2456 |

Apéndice 4. Números en posición baja

Se forman con los elementos de la 5.^a serie del braille, que se corresponden con las mismas combinaciones de puntos que forman las diez primeras letras pero utilizando únicamente las filas 2 y 3 (en lugar de las filas 1 y 2) del cajetín. De este modo, los puntos 1 y 4 pasan a ocupar la fila central del cajetín braille, formada por los puntos 2 y 5, y los que ocupan estas dos últimas posiciones pasan a ocupar los correspondientes a la última fila.

En este documento siempre que se utilizan números en posición baja no se utiliza el signo de número, excepto en el caso de que sean «coeficientes fraccionarios» que preceden a una molécula.

Por ello, al ser la representación más habitual en este documento, se presentan los números en posición baja sin el prefijo de número.

Estos son:

| Número | Signo braille | Puntos braille |
|--------|---------------|----------------|
| 1 | ⠠ | 2 |
| 2 | ⠡ | 23 |
| 3 | ⠢ | 25 |
| 4 | ⠣ | 256 |
| 5 | ⠤ | 26 |
| 6 | ⠥ | 235 |
| 7 | ⠦ | 2356 |
| 8 | ⠧ | 236 |
| 9 | ⠨ | 35 |
| 0 | ⠩ | 356 |

Apéndice 5. Otros signos

| Signo braille | Puntos braille | Signo | Significado |
|---------------|----------------|-------|-------------------|
| ⠠ | 126 | (| abrir paréntesis |
| ⠡ | 345 |) | cerrar paréntesis |
| ⠢ | 12356 | [| abrir corchete |
| ⠣ | 23456 |] | cerrar corchete |
| ⠤ | 5-123 | { | abrir llave |
| ⠥ | 456-2 | } | cerrar llave |
| ⠦ | 456-356 | % | tanto por ciento |
| ⠧ | 456-356-356 | ‰ | tanto por mil |
| ⠨ | 6-2 | / | barra inclinada |
| ⠩ | 456-0d | | barra vertical |

**Documentos técnicos
de la Comisión Braille Española**



CBE



COMISIÓN
BRILLE
ESPAÑOLA