

**Comissão de Braille**

**Grafia Química Braille**

**1993**

**Associação dos Cegos e Ambliopes de Portugal**

**Secretariado Nacional de Reabilitação**

**Execução e Impressão**

S. C. da Misericórdia do Porto  
Centro Prof. Albuquerque e Castro - Edições Braille  
R. do Instituto de S. Manuel  
4000 PORTO

Transcrição em tinta de Rogério Gomes Carpentier - 1994

## Introdução

Tendo em conta a especificidade da grafia química, torna-se necessária uma breve introdução, não só para apresentar os problemas suscitados pela transcrição braille das notações usadas em Química, como também para dar uma noção da relativa importância das variadas soluções gráficas usadas pelos normovisuais.

Os átomos e as moléculas são constituídos por partículas de tamanho muito inferior às dimensões dos átomos. Electrões e núcleos atómicos estão em constante movimento, sendo apenas possível definir estatisticamente as zonas onde é mais provável encontrar os electrões e as posições de equilíbrio dos núcleos atómicos. Nestas condições, todas as fórmulas químicas, por mais que pretendam sugerir a realidade, não passam de imagem deformada e imperfeita da realidade material. Atendendo também às limitações tipográficas e à necessidade prática de condensar, mais ou menos, a escrita de fórmulas complexas, os químicos utilizam vários tipos de grafias, umas mais condensadas e abstractas do que outras, tentando visualizar melhor a geometria e a estrutura das moléculas, mas perdendo, por isso, em simplicidade e concisão.

Segue-se uma enumeração que, embora sumária, serve para explicitar o que acabou de se expor. Os vários tipos de escrita das fórmulas são apresentados partindo dos mais simples e abstractos para os mais complexos e mais sugestivos da realidade.

1 - Escrita linear dos átomos ou grupos de átomos que constituem a molécula, utilizando parênteses e indicação do tipo de ligação, quando isso for imprescindível (solução utilizada em livros de recolha de dados em que é essencial a economia de espaço).

2 - Como a anterior, mas com explicitação das ligações químicas entre grupos de átomos.

3 - Como a anterior, mas substituindo os parênteses pela explicitação das ramificações, deixando assim a escrita de ser estritamente linear (solução mais frequente na maioria dos livros de Química).

4 - Como a anterior, mas explicitando a estrutura dos grupos funcionais, ficando por isso menos linear que a anterior.

5 - Como a anterior, mas a cadeia principal, em vez de ser linear, é representada em ziguezague, numa tentativa de explicitar os ângulos na molécula.

6 - Como a anterior, mas, para visualizar uma terceira dimensão, as ligações químicas não incluídas no plano do papel são representadas por traços ponteados (posterior ao plano) e 'cunhas de lenhador' (anterior ao plano).

Mesmo esta última maneira de representar no papel a estrutura das moléculas não dispensa a utilização de modelos em relevo a partir dos quais, por abstrações sucessivas, descobrimos toda a informação escondida nas formas menos explícitas de escrever as fórmulas químicas.

Em braille podem ser utilizados os tipos atrás referidos, excepto o apresentado em quinto lugar. Esta limitação não é importante, visto que, só a forma apresentada em terceiro lugar tem um valor insubstituível.

As soluções adoptadas para cada caso são baseadas nas decisões da «Reunión de Imprentas Braille de Habla Hispana» (Montevideo, 13 a 16 de Junho de 1987), com as modificações julgadas pertinentes.

## GRAFIA QUÍMICA BRAILLE

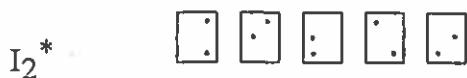
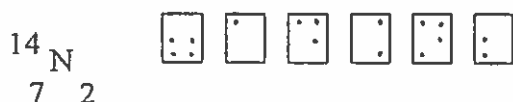
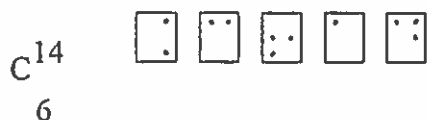
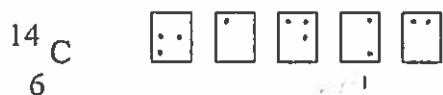
Nota prévia. - Em Química usam-se sinais e expressões que aparecem, igualmente, nos textos de Matemática. Como o seu significado não apresenta qualquer diferença, remete-se para a **Grafia Matemática Braille** tudo o que se refere a tais casos. Nesta Grafia trata-se apenas o que é específico da Química.

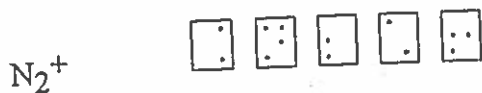
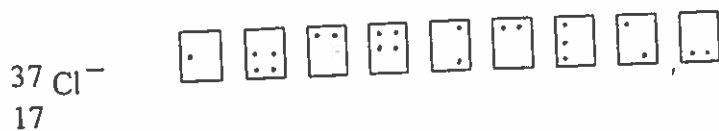
### 1. SÍMBOLOS DOS ELEMENTOS E SUAS VARIANTES

Os símbolos dos átomos são formados por uma letra maiúscula ou por uma letra maiúscula seguida de uma minúscula. Quando não integrados numa fórmula química, podem ser afectados por vários índices, tanto superiores como inferiores, à esquerda ou à direita. Os índices à esquerda e os índices inferiores à direita são sempre números; um índice superior à direita pode ser um número, um sinal auxiliar ('mais', 'menos', 'asterisco'), uma ou mais letras, ou um número seguido de um sinal auxiliar.

Em braille adopta-se a seguinte ordem de escrita: índice inferior à esquerda, índice superior à esquerda, símbolo químico, índice inferior à direita, índice superior à direita. Dispensam-se os sinais numéricos, excepto em índice superior à direita quando não haja índice inferior do mesmo lado; dispensam-se os sinais de posição de índices, excepto para índice superior à direita não principiado por um número.

Exemplos:

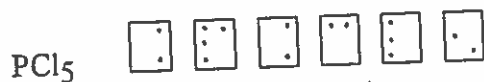
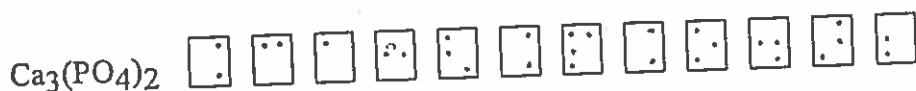
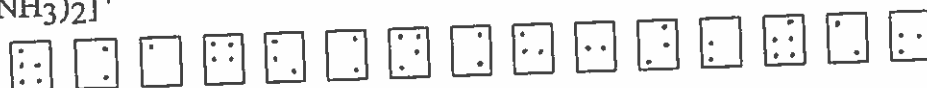
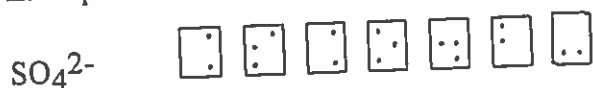




## 2. FÓRMULAS DE MOLÉCULAS E DE IÕES COMPOSTOS SEM INDICAÇÃO DAS RESPECTIVAS LIGAÇÕES QUÍMICAS

A escrita é, em tudo, semelhante à dos elementos, mas não há espaço entre os vários elementos que constituem a molécula e podem ocorrer parênteses curvos e rectos, que podem ser afectados de índices à direita, superiores e inferiores.

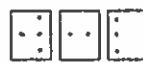
Exemplos:



## 3. SINAIS RELACIONAIS

=	Igual	
→	Seta de reacção para a direita	
←	Seta de reacção para a esquerda	
↔	Seta de equilíbrio químico	
⇌	Idem (com pontas simplificadas)	
⇌	Seta de equilíbrio químico favorecendo a reacção para a direita	

$\rightleftharpoons$  Seta de equilíbrio químico favorecendo a reacção para a esquerda



Quando as pontas são simplificadas, os dois últimos sinais passam a ser:



$\uparrow$  Desprendimento gasoso



$\downarrow$  Precipitação

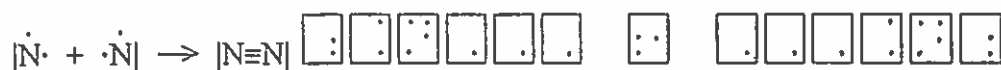
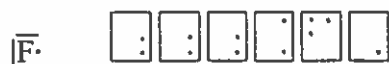
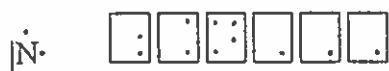


Estes sinais são sempre precedidos e seguidos de espaço.

#### 4. NOTAÇÕES DE LEWIS

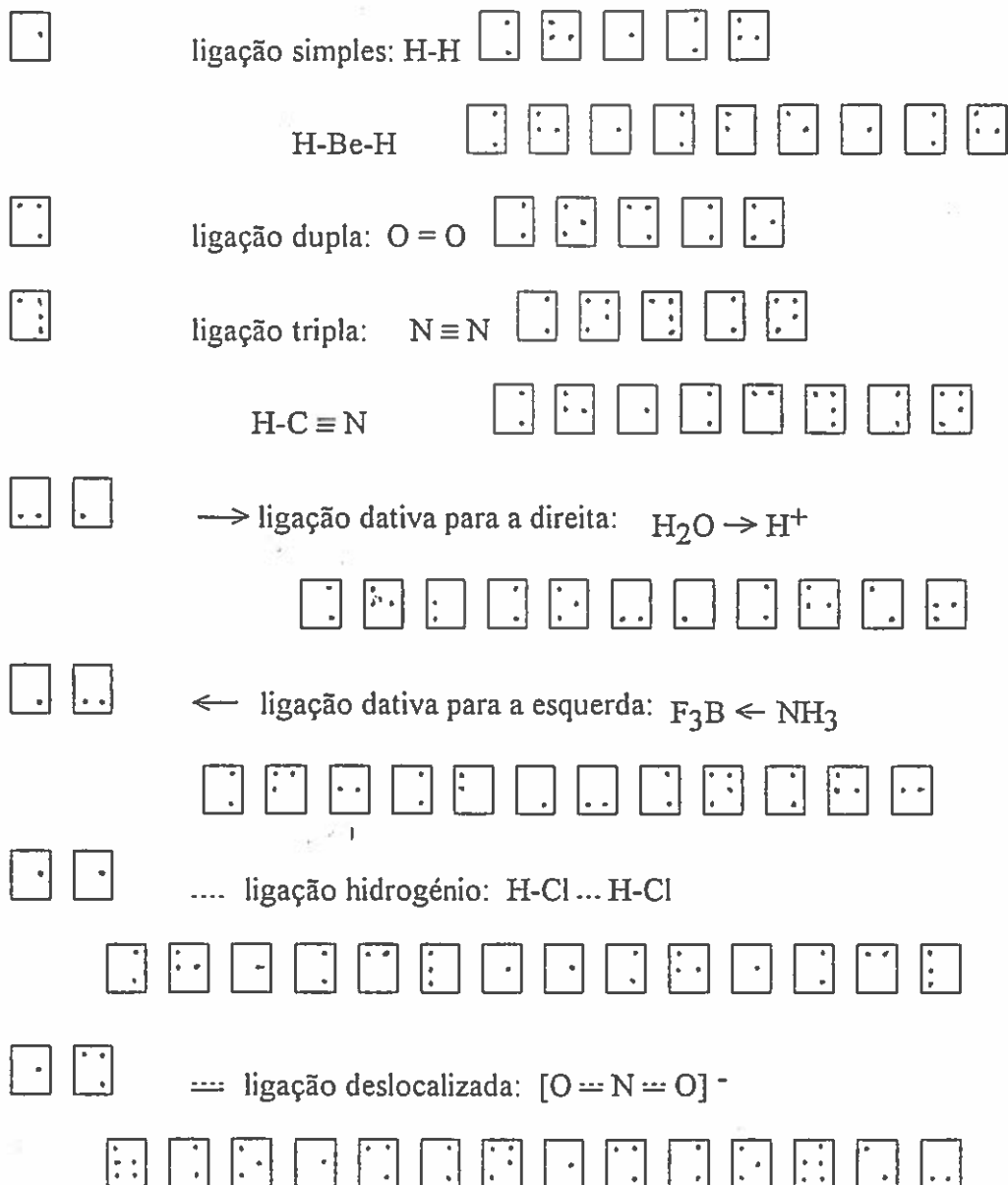
Em tinta os pares de electrões podem ser representados por traços verticais à esquerda ou à direita do símbolo químico, ou por traços horizontais situados por cima ou por baixo, ou ainda por dois pontos com uma disposição em tudo semelhante à dos traços referidos. Os electrões celibatários representam-se apenas por um dos dois pontos que formaríamos um par.

Em braille os pares representam-se pelo sinal (5, 6), e os electrões celibatários pelo sinal (6). Habitualmente os pares indicam-se do lado esquerdo do elemento e os celibatários do lado direito, a não ser que se queira pôr em evidência o mecanismo de formação de ligações químicas, como se vê no último dos seguintes exemplos:



## 5. SINAIS DE LIGAÇÃO QUÍMICA

Estes sinais usam-se sem espaço entre eles e os átomos que ligam. São os seguintes:



## 6. TRANSLINEAÇÃO

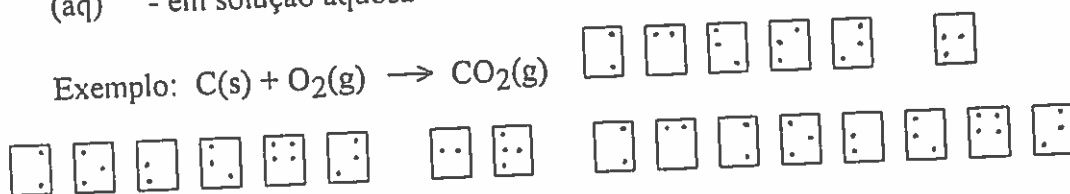
Quando uma fórmula química não cabe toda na mesma linha, a translineação deve ser feita a seguir a um sinal de ligação química. Nas equações químicas a translineação deve ocorrer depois de um sinal relacional ou de operação.

*Nota: Por motivos tipográficos, esta regra nem sempre foi observada, nesta edição em tinta, na translineação de equações químicas.*

### 7. ESTADO FÍSICO DOS REAGENTES

Nas equações químicas os estados físicos dos reagentes e dos produtos da reacção são, com frequência, assinalados por meio de uma ou mais letras minúsculas, colocadas entre parênteses curvos logo a seguir à fórmula química afectada. Os significados destas notações são os seguintes:

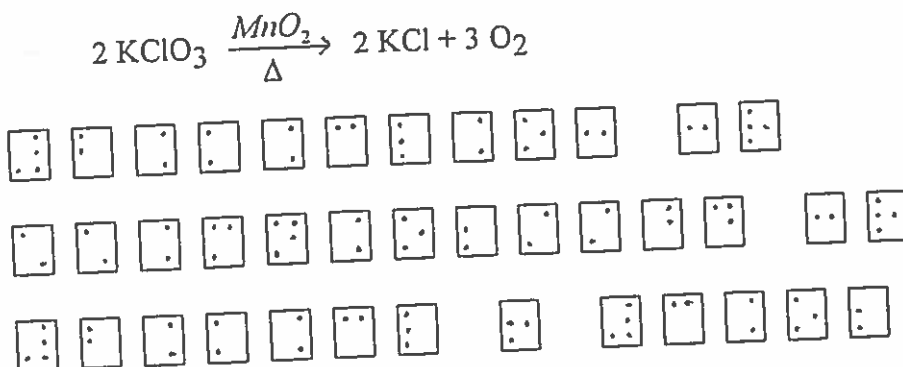
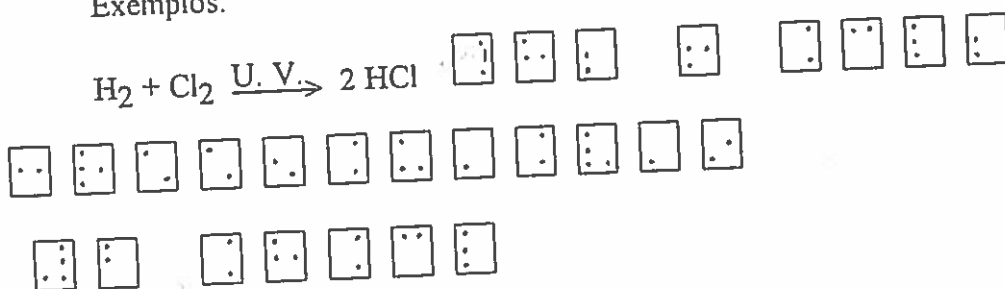
- (c) - cristalino
- (s) - sólido
- (l) - líquido
- (g) - gasoso
- (aq) - em solução aquosa



### 8. CONDIÇÕES DE REACÇÃO QUÍMICA

As indicações colocadas por cima ou por baixo da seta de reacção (catalizadores, condições físicas especiais) tratam-se como índices desta seta. Havendo possibilidade de confusão, a seta de reacção pode ser repetida depois destas anotações colocadas em índice, precedida de um espaço.

Exemplos:





## 9. DIAGRAMAS DE CAIXA

O início e o fim das caixas, com as quais se representam os níveis ou os subníveis, indicam-se abrindo e fechando parênteses rectos. As subdivisões das caixas, correspondentes às orbitais, indicam-se com o sinal (5 6). Os sinais ↑ (1 4 5 6) e ↓ (3 4 5 6) simbolizam os electrões, estando o primeiro electrão com o spin dirigido para cima e o segundo com o spin dirigido para baixo.

Entre o fim de uma caixa e o início de outra fica um espaço em branco. No caso de electrões ausentes, fica um espaço em branco para assinalar o seu lugar. Quando a orbital é vazia, ficam dois espaços em branco entre os dois sinais (5 6) ou entre o segundo e o sinal de fim de caixa.

Exemplos



Oxigénio



Néon



## 10. FÓRMULAS DE ESTRUTURA

### 10.1 RAMIFICAÇÕES

Quando, numa fórmula de estrutura, a cadeia dos carbonos apresenta uma ramificação, coloca-se, logo a seguir ao carbono que dá origem à ramificação, o sinal (4) (2 3 4 5) (2 3) ou (4) (2 3 4 5) (2 5) conforme se trata de ramificação dupla ou tripla. Nas moléculas cíclicas com ponte a representação é equivalente a uma ramificação tripla com reunião no mesmo ponto. Para assinalar este caso, utiliza-se (6) (2 3 4 5) (2 5) no início e (6) (1 2 5 6) nos fins dos ramos. Os fins dos ramos sem reunião são assinalados por (1 2 5 6).

Notas:

1. Em Química Inorgânica pode utilizar-se uma ramificação de ordem superior a três, por exemplo, (4) (2 3 4 5) (2 6) (indicativo de uma ramificação em cinco direcções diferentes).

2. Quando não há indicações em contrário, a primeira direcção corresponde à parte superior, a segunda à parte inferior e a terceira à continuação da direcção inicial.

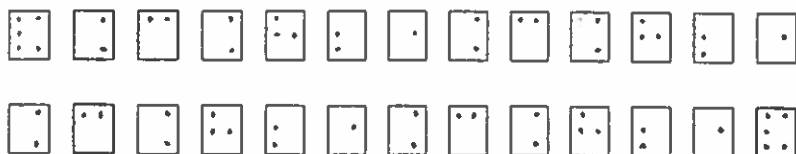
3. Se numa ramificação algum ou alguns dos ramos se ramificarem, o fim de cada um dos ramos ramificados indica-se pelo sinal duplo (1 2 5 6) (1 2 5 6).

4. O sinal de fim de ramo (simples ou duplo) pode dispensar-se quando coincida com o final da fórmula.

## 10. 2 FÓRMULAS CÍCLICAS

### 10. 2. 1. Ciclos não benzénicos

No início da fórmula emprega-se o sinal (1 2 3 4 6) = ç e, depois de indicado o tipo de ligação estabelecida entre o último átomo e o primeiro que se escreveu, repete-se o sinal inicial (1 2 3 4 6). Por exemplo: o ciclobutano (molécula quadrada) representa-se por



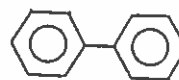
### 10. 2. 2. Benzeno e outras moléculas com ciclos benzénicos

O conjunto de seis carbonos e seis hidrogénios com ligações conjugadas entre os carbonos representa-se, em tinta, por um hexágono com um círculo no meio. Em braille utilizam-se os seis pontos da célula.


Quando dois núcleos benzénicos são ligados apenas por um vértice, essa ligação indica-se pelo ponto 5. Por exemplo;

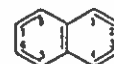


é a representação do bifenilo.



Quando dois núcleos benzénicos estão ligados por um lado, o sinal de ligação é

omitido. Por exemplo,  representa o naftaleno.

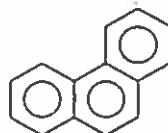


Quando mais de dois núcleos benzénicos estão ligados, o terceiro pode estar em linha com os dois primeiros. É o caso do antraceno, que se representa por

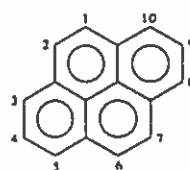


O terceiro também pode apresentar um desvio para cima ou para baixo. Emprega-se então os sinais de índice para indicar o sentido deste desvio. O fenantreno, por exemplo,

representa-se por 



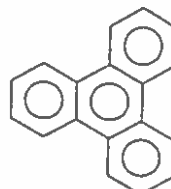
Quando um núcleo benzénico está ligado no encaixe, superior ou inferior, de dois núcleos em linha, tal ocorrência assinala-se entre parênteses auxiliares. Assim, a molécula de pireno é representada por



Pireno

o que corresponde a uma molécula de fenantreno com um quarto núcleo encaixado na curva do fenantreno em posição superior.

O trifenileno, molécula com quatro núcleos benzênicos, um central e outros três ligados ao central por lados alternados (a forma global é de um triângulo equilátero), representa-se por



considerando-se que, a seguir ao segundo núcleo, há bifurcação para o terceiro e para o quarto núcleos.

### 10. 2. 3. Substituições no núcleo benzênico

A primeira substituição corresponde sempre à posição 1. Não necessita, por isso, de anotação especial. Por exemplo representa o iodobenzeno

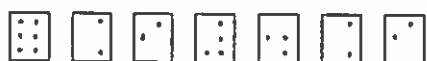
Mas, como existem três diiodobenzenos diferentes, conforme as posições relativas dos dois iodios, antes *de indicar a segunda substituição no núcleo* intercala-se um algarismo, representado por sinais da 5ª série, para indicar a posição do segundo iodo relativamente ao primeiro. Assim teremos: para o 1, 2-diiodobenzeno



para o 1, 3-diiodobenzeno



para o 1, 4-diiodobenzeno



### 10. 3. SÍMBOLOS REPRESENTATIVOS DE GRUPOS DE ÁTOMOS DE OCORRÊNCIA FREQUENTE EM QUÍMICA ORGÂNICA

Para abreviar a escrita das fórmulas mais complexas, podem ser utilizadas as seguintes abreviaturas:

l (1 2 3)	CH <sub>3</sub>
m (1 3 4)	CH <sub>2</sub>
g (1 2 4 5)	CH
j (2 4 5)	COOH
q (1 2 3 4 5)	CO ou C = O
a (1)	NH <sub>2</sub>
(1 2 4 5 6)	OH

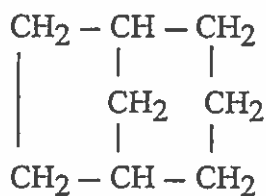
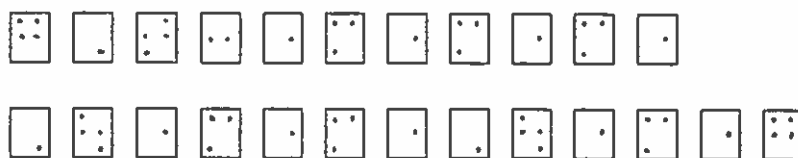
e (1 5)	NO <sub>2</sub>
z (1 3 5 6)	H - C - OH (na edição em braille vem O - C - OH)
(2 3 4 6)	HO - C - H

Quando, numa fórmula, um segmento ocorre três ou mais vezes consecutivas, escreve-se entre parênteses curvos e indica-se imediatamente a seguir, em índice inferior, o número de vezes que o segmento se repete.

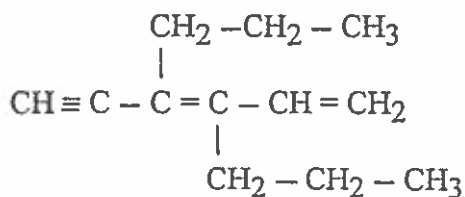
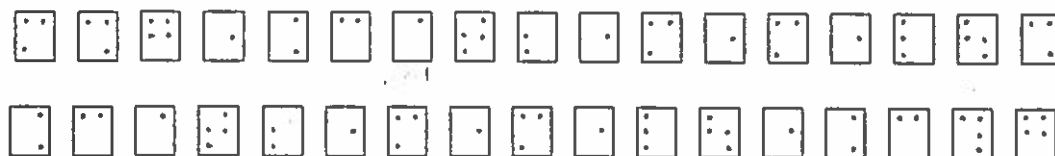
O sinal (1 2 5 6) que serve normalmente para indicar o fim de cada ramo de uma ramificação, pode ser utilizado também para, nas moléculas benzénicas, indicar o fim de uma cadeia de substituição de um hidrogénio do benzeno.

Exemplos:

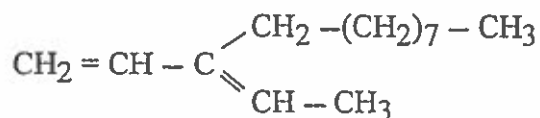
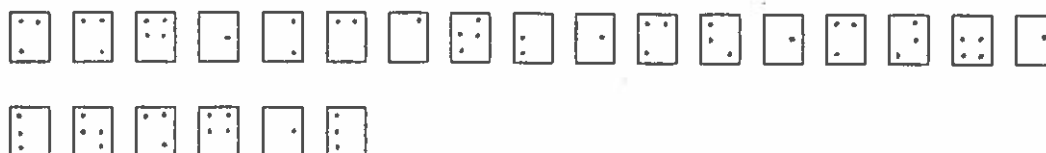
Biciclo [3, 2, 1] octano



3, 4-dipropil-1, 3-hexadieno-5-ino



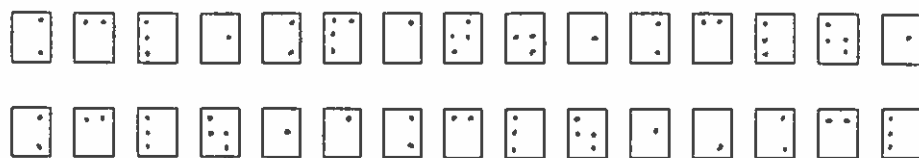
3-nonil-1, 3-pentadieno



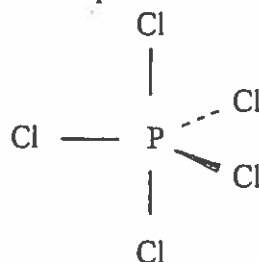




Por exemplo:



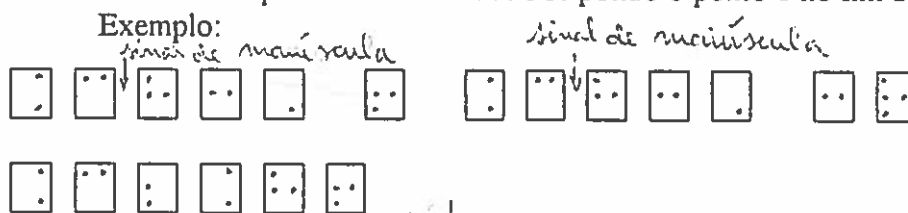
representa a fórmula  $\text{PCl}_5$  com a forma de uma bipirâmide triangular.



## 12. RADICAIS LIVRES

Em tinta há duas maneiras de indicar a existência de radicais livres: ou a seguir à fórmula química se coloca um ponto em posição superior ou intermédia, ou a fórmula química termina por um sinal de ligação química.

Em braille a primeira forma traduz-se pondo o ponto 6 no fim da fórmula.



Na segunda forma, se o sinal de ligação química coincidir com o fim da linha e puder supor-se que a fórmula continua na linha imediata, coloca-se o ponto 3 a seguir àquele sinal de ligação.

## Índice

Introdução.....	1
<b>Grafia Química Braille</b>	
1. Símbolos dos elementos e suas variantes.....	3
2. Fórmulas de moléculas e de iões compostos sem indicação das respectivas ligações químicas.....	4
3. Sinais relacionais.....	4
4. Notações de Lewis.....	5
5 Sinais de ligação química.....	6
6. Translineação.....	6
7. Estado físico dos reagentes.....	7
8. Condições de reacção química.....	7
9. Diagramas de caixa.....	8
10. Formulas de estrutura.....	8
10. 1 Ramificações.....	8
10. 2 Fórmulas cíclicas.....	9
10. 2. 1. Ciclos não benzénicos.....	9
10. 2. 2. Benzeno e outras moléculas com ciclos benzénicos.....	9
10. 2. 3. Substituição no núcleo benzénico.....	10
10. 3. Símbolos representativos de grupos de átomos de ocorrência frequente em química orgânica.....	10
11. Fórmulas a três dimensões.....	13
12. Radicais livres.....	14



## PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DO Nº 2 DA GRAFIA QUÍMICA BRAILLE

f

*Acrescentar o seguinte:*

Quando uma fórmula representativa de um elemento ou de uma molécula está incluída numa frase e é seguida de pontuação ou termina com um sinal da quinta série o termo da fórmula será indicado com o sinal (1, 5, 6)



Exemplos:



Se todo o CO<sub>2</sub> for retirado ao contacto com CaO, então não haverá reacção inversa ...



## PROPOSTAS DE ALTERAÇÕES DA GRAFIA QUÍMICA BRAILLE

### A – Alteração do nº 2

*A acrescentar o seguinte:*

Quando uma fórmula representativa de um elemento ou de uma molécula está incluída numa frase e é seguida de pontuação ou termina com um sinal da quinta série o termo da fórmula será indicado com o sinal (1, 5, 6)



Exemplos:



“Se todo o CO<sub>2</sub> for retirado ao contacto com CaO, então não haverá reacção inversa ...”



### B – Alteração ao nº 10. 3

*A acrescentar o seguinte:*

(1, 2, 4, 5, 6) OH Quando esse grupo não está incluído numa fórmula estereoquímica de um hidrate de carbone

(1, 2, 4, 6) Símbolo disponível para substituir um outro grupo a definir em cada caso de aplicação. Por exemplo: SO<sub>2</sub> – SH – etc