

## Tema 6: Contaminación en interiores

70% del tiempo la pasamos en espacios cerrados (edificios, fábricas, vehículos, ...)

En interiores, ciertos contaminantes presentes en el exterior pueden tener niveles más bajos. Es normalmente el caso del ozono, muy reactivo que encuentra numerosas superficies en interior para reaccionar (dismutar).

Por otra parte, si en interiores hay fuentes específicas de contaminación, los contaminantes pueden persistir mucho tiempo en el aire, especialmente si hay poca ventilación.

Conduce al **síndrome del edificio enfermo**.

CA: Tema 6

1

## Principales fuentes de contaminantes en interiores:

| Fuente                                                                               | Contaminantes                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Filtros de aire ac., humedades y polvo                                               | Bacterias, hongos, ácaros        |
| Radiactividad natural                                                                | Radón                            |
| Disolventes de mobiliario, paneles, moquetas, detergentes y productos de limpieza... | COV                              |
| Chimeneas, hornillo de gas                                                           | Partículas, NO <sub>x</sub> , CO |
| Tabaco                                                                               | COV, partículas                  |

CA: Tema 6

2

## Alérgenos

Heces de ácaros contienen una proteína que acentúa los síntomas de 85% de los asmáticos

Cucarachas: partes del cuerpo y heces

Pelos de animales

Polen

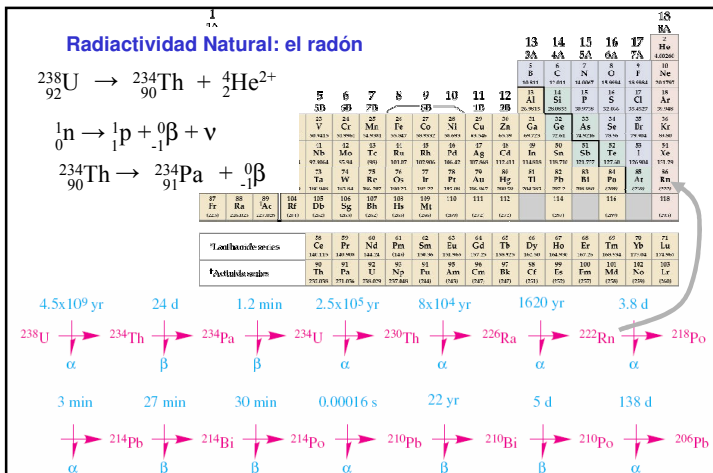
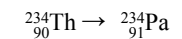
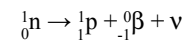
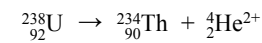
Hongos

Bacterias

CA: Tema 6

3

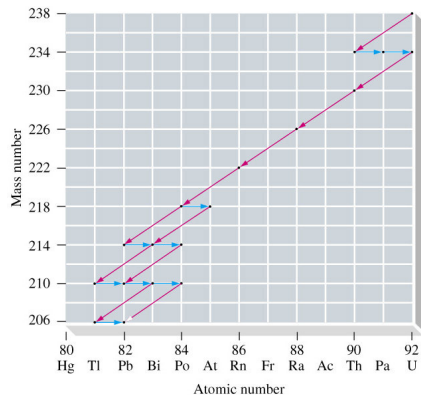
## Radiactividad Natural: el radón



CA: Tema 6

4

## Tema 6

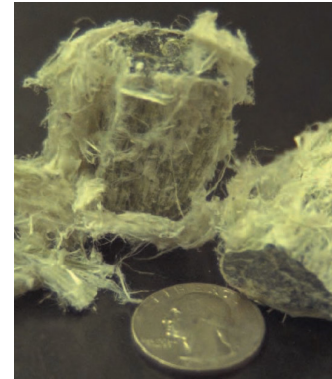


CA: Tema 6

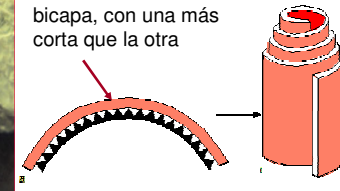
5

### Amianto

Ejemplo: crisotila  
 $\text{Mg}_3[(\text{OH})_4(\text{Si}_2\text{O}_5)]$



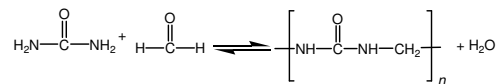
Material forma una bicapa, con una más corta que la otra



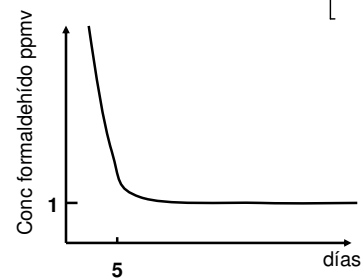
CA: Tema 6

6

### Formaldehído



Resinas urea formaldehído

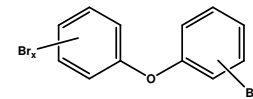


Concentraciones a menudo 10-50 veces mayores que en exterior

CA: Tema 6

7

### Los PBDEs (polibromodifenil éteres o difeniléteres polibromados)



Usados como retardantes de fuego

100% sintética

Persistentes, bioacumulativos, tóxicos

PBDE se liberan poco a poco de los materiales

Efectos sobre el desarrollo del cerebro en jóvenes

Toxicidad de riñones, desajuste de los niveles de hormona tiroidea

Disrupción del sistema endocrino

CA: Tema 6

8

| Humo de tabaco         |                                     |                                     |
|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Substance              | Mainstream Smoke (µg per Cigarette) | Sidestream Smoke (µg per Cigarette) |
| Carbon dioxide         | 10,000–80,000                       | 81,000–640,000                      |
| Carbon monoxide        | 500–26,000                          | 1,200–65,000                        |
| Nitrogen oxides        | 16–600                              | 80–3,500                            |
| Ammonia                | 10–130                              | 400–9,500                           |
| Hydrogen cyanide       | 280–550                             | 48–203                              |
| Formaldehyde           | 20–90                               | 1,000–4,600                         |
| Acrolein               | 10–140                              | 100–1,700                           |
| N-nitrosodimethylamine | 0.004–0.18                          | 0.04–149                            |
| Nicotine               | 60–2,300                            | 160–7,600                           |
| Total particulate      | 100–40,000                          | 130–76,000                          |
| Phenol                 | 20–150                              | 52–390                              |
| Catechol               | 40–280                              | 28–196                              |
| Naphthalene            | 2.8                                 | 45                                  |
| Benzo(a)pyrene         | 0.008–0.04                          | 0.02–0.14                           |
| Aniline                | 0.10–1.20                           | 3–36                                |
| 2-Naphthylamine        | 0.004–0.027                         | 0.02–1.1                            |
| 4-Aminobiphenyl        | 0.002–0.005                         | 0.06–0.16                           |
| N-nitrosornicotine     | 0.2–3.7                             | 0.02–18                             |

Source: Rando et al., 1997; Jones, 1999.

CA: Tema 6

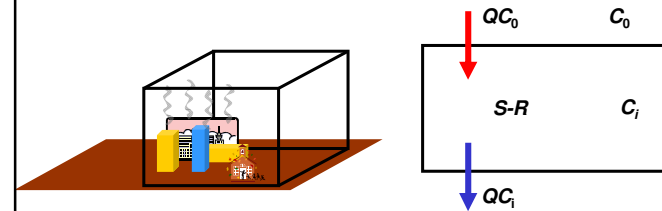
9

### Cálculo de los niveles de concentración

Se puede hacer una estimación rápida de los niveles de contaminantes asumiendo las hipótesis simplificadoras siguientes (modelo de celda fija):

Hay “mezclado total” en el espacio interior.

Consideramos primero la situación de equilibrio.

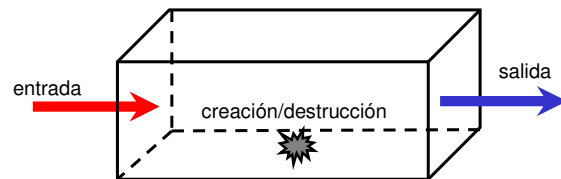


CA: Tema 6

10

### Fundamento

Todos los modelos de concentración están basados en balances de materia en el interior de un determinado volumen de aire:



Velocidad de acumulación = Velocidad de entrada - Velocidad de Salida + Velocidad de creación - Velocidad de destrucción

0 en el equilibrio

Variación (derivada) de concentración de contaminante con respecto al tiempo

CA: Tema 6

11

### Balance de materia

$$\left( \begin{array}{c} \text{Flujo de} \\ \text{contaminante} \\ \rightarrow \text{fuera} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{c} \text{Flujo de} \\ \text{contaminante} \\ \rightarrow \text{dentro} \end{array} \right) + \left( \begin{array}{c} \text{contaminante} \\ \text{generado} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{c} \text{contaminante} \\ \text{destruido} \end{array} \right)$$

$$Qc_i = Qc_0 + S - R \Rightarrow$$

$$c_i = c_0 + \frac{S - R}{Q}$$

Q es el caudal.

Ejemplo: conc en µg/m³, Q en m³/s, S y R en µg/s

CA: Tema 6

12

**Ejemplo:** La radiactividad de fondo debida al radón es de 1 pCi/L, la emisión de radón natural del suelo es de 0.42 pCi/m<sup>2</sup> s, que corresponde a la media del planeta. Calcular el nivel de radiación en una vivienda de 100 m<sup>2</sup>, 250 m<sup>3</sup>, que intercambia aire con el exterior al ritmo de 250 m<sup>3</sup>/h. Y en una casa de alto rendimiento energético que intercambia 25 m<sup>3</sup>/h? Se despreciará la pérdida de radiactividad por desintegración. Un nivel por debajo de 4 pCi/L no se considera problemático.



CA: Tema 6

13

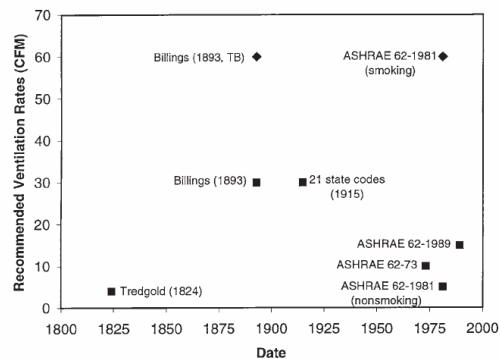
### ¿Qué es calidad de aire en interiores y como conseguirlo?

| Variable              | Criterio       | Solución                               |
|-----------------------|----------------|----------------------------------------|
| Temperatura           | <10% de quejas | termostato                             |
| Humedad               | 30-70%         | humidificadores/<br>deshumidificadores |
| Flujo de aire externo | 10 L/s/persona | Ventilación                            |
| CO <sub>2</sub>       | 1000 ppmv      | Ventilación                            |
| ...                   |                |                                        |

CA: Tema 6

14

### Evolución de las recomendaciones de ventilación



CA: Tema 6

15

### Monitorización de la calidad del aire y regulación de la ventilación



Sensor de CO<sub>2</sub>

CA: Tema 6

16

**Filtros**



CA: Tema 6

17

**“Filtros” electrostáticos**



CA: Tema 6

18