



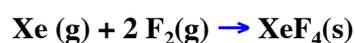
Ejercicios Tema 12: Química de los Gases Nobles

Prof. Responsable: José María Moratal Mascarell. Catedrático de Química Inorgánica (jose.m.moratal@uv.es)

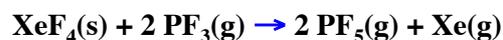
Ejercicios T-12: Química de los Gases Nobles

1.- Escribe las reacciones químicas ajustadas para las siguientes reacciones:

a) xenon con difluor en relación molar 1:2



b) tetrafluoruro de xenon con trifluoruro de fósforo



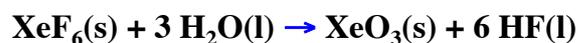
c) difluoruro de xenon con agua



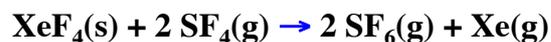
d) perxenato de bario con ácido sulfúrico(conc)



e) $\text{XeF}_6(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow$



f) $\text{XeF}_4(\text{s}) + \text{SF}_4(\text{g}) \rightarrow$



Ejercicios T-12: Química de los Gases Nobles

2.- Determina el estado de oxidación del xenon en cada una de las siguientes especies: XeOF_4 , XeF_3^+ , XeF_5^+ y XeO_6^{4-} .

• **Solución:**

- 1) $\text{XeOF}_4 \rightarrow \text{Xe}^{\text{VI}}$
- 2) $\text{XeF}_3^+ \rightarrow \text{Xe}^{\text{IV}}$
- 3) $\text{XeF}_5^+ \rightarrow \text{Xe}^{\text{VI}}$
- 4) $\text{XeO}_6^{4-} \rightarrow \text{Xe}^{\text{VIII}}$

3

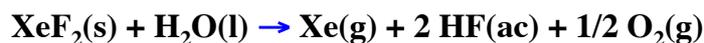
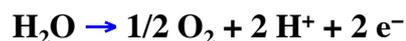
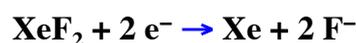
Ejercicios T-12: Química de los Gases Nobles

3.- Responde a las siguientes cuestiones: a) El $\text{XeF}_2(\text{s})$ reacciona con el agua en medio ácido; escribe las correspondientes semirreacciones redox y la reacción global ajustada. b) Calcula el valor de ΔG_r° para la citada reacción.

Datos: $E^\circ(\text{XeF}_2/\text{Xe}) = 2,63 \text{ V}$; $E^\circ(\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}) = 1,23 \text{ V}$; $F = 96485 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$.

• **Solución:**

- a) Como el potencial redox del par XeF_2/Xe es mayor que el de $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$
 - el XeF_2 oxida al disolvente con desprendimiento de O_2



- b) ¿ ΔG_r° ?
 - $\Delta E^\circ = E^\circ_{\text{cátodo}} - E^\circ_{\text{ánodo}} = 2,63 - 1,23 = 1,4 \text{ V} > 0 \rightarrow$ espontánea
 - $\Delta G_r^\circ = -n \cdot F \cdot \Delta E^\circ = -2 \cdot 96485 \cdot 1,4 = -270158,0 \text{ J} \cong -270,158 \text{ kJ}$

4

Ejercicios T-12: Química de los Gases Nobles

4.- Escribe la estructura de Lewis de la molécula XeO_2F_2 , explicando con detalle el procedimiento que sigues para ello (incluyendo la "pre-estructura" de Lewis, resultante de tus cálculos, con sus cargas formales si las hubiera), y justifica su estereoquímica teniendo en cuenta posibles desviaciones respecto de los ángulos ideales.

• Solución:



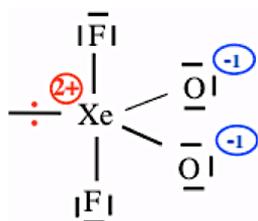
– $n_{ev} = 8 + 2 \cdot 6 + 2 \cdot 7 = 34$;

– $n_{e\sigma} = 4 \cdot 2 = 8$

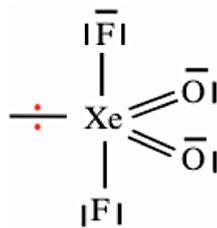
– completar octetos at. terminales:

» $n_{eot} = 4 \cdot 6 = 24$

– $n_e \text{ átomo central} = 34 - (8 + 24) = 2$



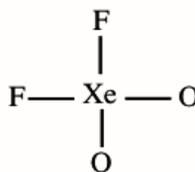
reducción CF's



– Disfenoidal

» ángulo $\text{OXeO} < 120^\circ$

red enlaces σ

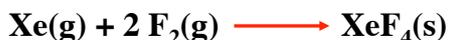


Ejercicios T-12: Química de los Gases Nobles

5.- Escribe la reacción de formación del tetrafluoruro de xenón, $\text{XeF}_4(\text{s})$. a) ¿La variación de entropía será positiva o negativa?, b) Determina el valor de la entropía de formación estándar del $\text{XeF}_4(\text{s})$ a partir de los datos que se indican para este compuesto.

Datos ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$): $\Delta H_f^\circ = -261,5$; $\Delta G_f^\circ = -121,3$.

• Solución



▪ a) variación de entropía:

» $\Delta S_f^\circ < 0$ negativa

▪ b) $\Delta G_f^\circ = \Delta H_f^\circ - T \Delta S_f^\circ$

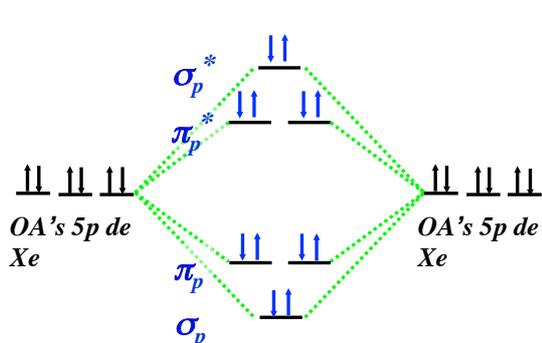
– $\Delta S_f^\circ = (\Delta H_f^\circ - \Delta G_f^\circ) / T = [-261,5 - (-121,3)] \cdot 10^3 / 298 = -470,47 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

– $\Delta S_f^\circ = -470,47 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Ejercicios T-12: Química de los Gases Nobles

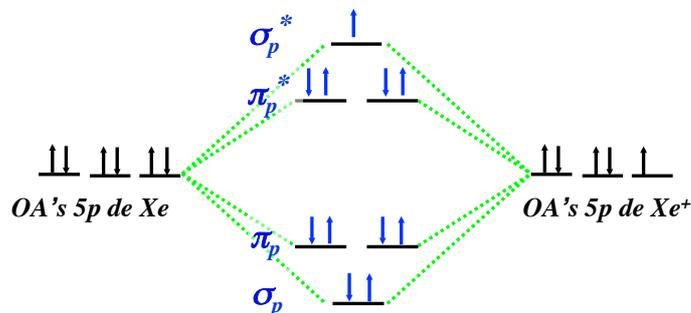
6.- Se ha identificado un ión de color verde brillante, Xe_2^+ . Sugiere, razonadamente, el orden de enlace en este ión.

• Solución



■ Diagrama de OM's del hipotético Xe_2

$$- \text{O. E.} = (6-6) / 2 = 0$$



■ Diagrama de OM's del ión-molécula Xe_2^+

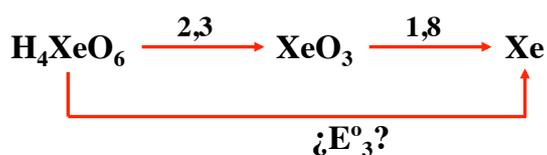
$$- \text{O. E.} = (6-5) / 2 = 0,5$$

Ejercicios T-12: Química de los Gases Nobles

7.- Determina el valor de $E^\circ(\text{H}_4\text{XeO}_6/\text{Xe})$. Datos (V): $E^\circ(\text{H}_4\text{XeO}_6/\text{XeO}_3) = 2,3$; $E^\circ(\text{XeO}_3/\text{Xe}) = 1,8$.

• Solución

■ los potenciales redox **no** son aditivos.



$$\Delta G_3^\circ = \Delta G_1^\circ + \Delta G_2^\circ ; \quad -n_3 \cdot \mathcal{F} \cdot E^\circ_3 = -n_1 \cdot \mathcal{F} \cdot E^\circ_1 - n_2 \cdot \mathcal{F} \cdot E^\circ_2 ;$$

$$-8 \cdot \mathcal{F} \cdot E^\circ_{\text{H}_4\text{XeO}_6/\text{Xe}} = -2 \cdot \mathcal{F} \cdot (2,3) - 6 \cdot \mathcal{F} \cdot 1,8$$

$$E^\circ_{\text{H}_4\text{XeO}_6/\text{Xe}} = (4,6 + 10,8) / 8 = +1,925 \text{ V}$$

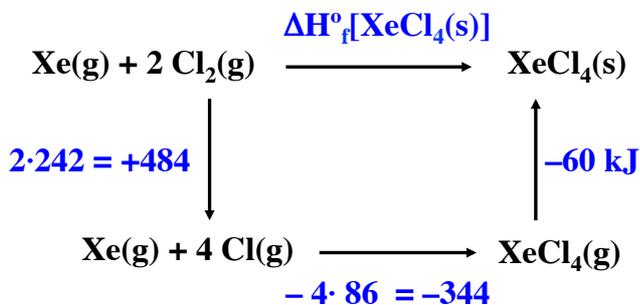
$$E^\circ_{\text{H}_4\text{XeO}_6/\text{Xe}} = +1,925 \text{ V}$$

Ejercicios T-12: Química de los Gases Nobles

8.- Determina la entalpía de formación del $\text{XeCl}_4(\text{s})$.

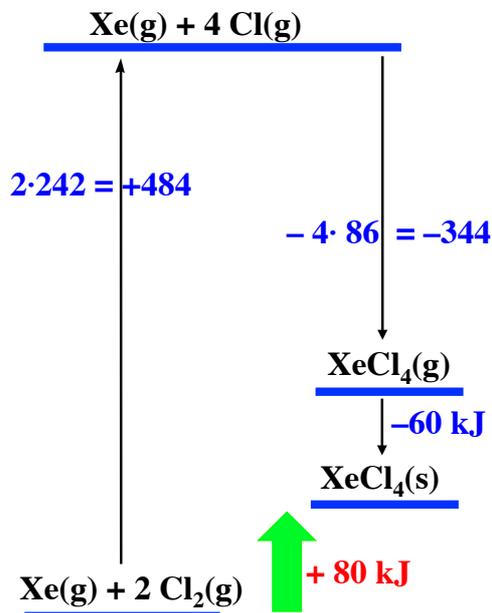
Datos ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$): $\Delta H^\circ_{\text{D}}(\text{Cl}_2) = 242$; $\Delta H^\circ_{\text{D}}(\text{Xe}-\text{Cl})_{\text{estimada}} = 86$; $\Delta H^\circ_{\text{s}}(\text{XeCl}_4)_{\text{estimada}} = 60$.

• **Solución**



$$\Delta H^\circ_{\text{f}}[\text{XeCl}_4(\text{s})] = +80 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Ciclo de entalpía: formación $\text{XeCl}_4(\text{s})$



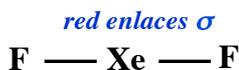
9

Ejercicios T-12: Química de los Gases Nobles

9.- a) Escribe la estructura de Lewis de las especies XeF_2 , XeOF_4 , XeF_3^+ , XeF_5^+ y XeO_6^{4-} . b) Predecir su geometría.

• **Solución:**

▪ 1) XeF_2



– $n_{\text{ev}} = 8 + 2 \cdot 7 = 22$;

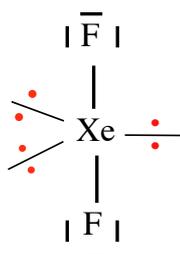
– $n_{\text{e}\sigma} = 2 \cdot 2 = 4$

– n_{eot} , completar octetos terminales:

» $n_{\text{eot}} = 2 \cdot 6 = 12$

– n_{eac} (átomo central):

» $n_{\text{eac}} = 22 - (4 + 12) = 6$



– geometría $\text{XeF}_2 \rightarrow$ lineal

10

Ejercicios T-12: Química de los Gases Nobles

9.- a) Escribe la estructura de Lewis de las especies XeF_2 , XeOF_4 , XeF_3^+ , XeF_5^+ y XeO_6^{4-} . b) Predecir su geometría.

• **Solución:**

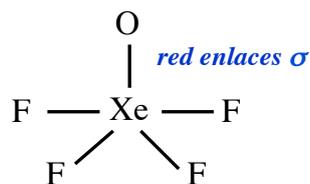
▪ 2) XeOF_4

– $n_{ev} = 8 + 6 + 4 \cdot 7 = 42$;

– $n_{e\sigma} = 5 \cdot 2 = 10$

– n_{eot} , completar octetos terminales:

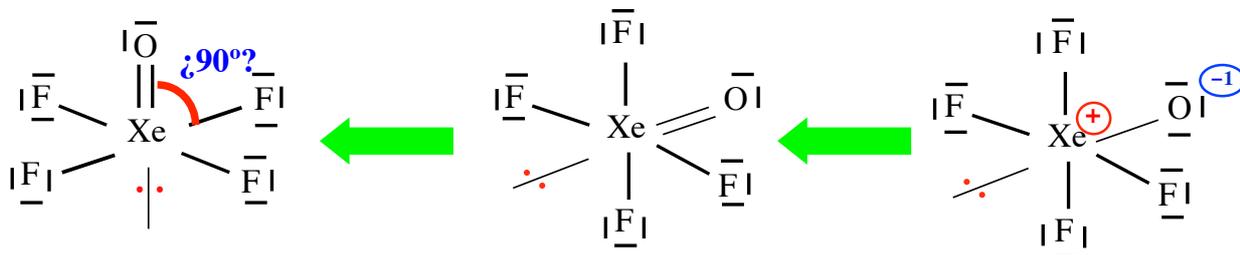
» $n_{eot} = 5 \cdot 6 = 30$



– n_{eac} (átomo central):

» $n_{eac} = 42 - (10 + 30) = 2$

– **cargas formales y su reducción:**



– geometría $\text{XeOF}_4 \rightarrow$ pirámide de base cuadrada

– ángulo $\text{OXeF} < 90^\circ$

11

Ejercicios T-12: Química de los Gases Nobles

9.- a) Escribe la estructura de Lewis de las especies XeF_2 , XeOF_4 , XeF_3^+ , XeF_5^+ y XeO_6^{4-} . b) Predecir su geometría.

• **Solución:**

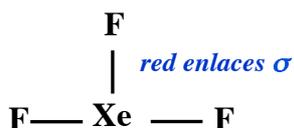
▪ 3) XeF_3^+

– $n_{ev} = 8 + 3 \cdot 7 - 1 = 28$;

– $n_{e\sigma} = 3 \cdot 2 = 6$

– n_{eot} , completar octetos terminales:

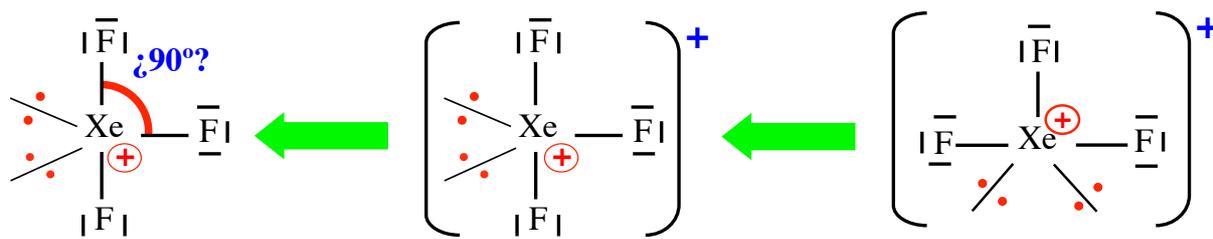
» $n_{eot} = 3 \cdot 6 = 18$



– n_{eac} (átomo central):

» $n_{eac} = 28 - (6 + 18) = 4$

▪ **cargas formales y su reducción:**



– geometría $\text{XeF}_3^+ \rightarrow$ punta de flecha

– ángulo $\text{F}_{ax}\text{XeF}_{ec} < 90^\circ$

12

Ejercicios T-12: Química de los Gases Nobles

9.- a) Escribe las estructura de Lewis de las especies ... XeF_5^+ y XeO_6^{4-} . b) Predecir su geometría.

• **Solución:**

▪ 4) XeF_5^+

– $n_{ev} = 8 + 5 \cdot 7 - 1 = 42$

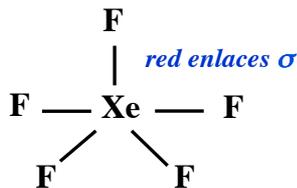
– $n_{e\sigma} = 5 \cdot 2 = 10$

– n_{eot} , completar octetos terminales:

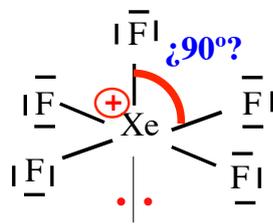
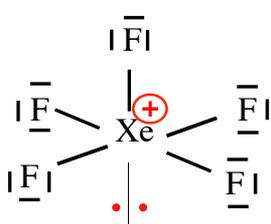
» $n_{eot} = 5 \cdot 6 = 30$

– n_{eac} (átomo central):

» $n_{eac} = 42 - (10 + 30) = 2$



▪ cargas formales y su reducción:



– geometría XeF_5^+

» pirámide de base cuadrada

– ángulo $F_{ax}\text{Xe}F_{ec} < 90^\circ$

13

Ejercicios T-12: Química de los Gases Nobles

9.- a) Escribe las estructura de Lewis de las especies ... XeO_6^{4-} . b) Predecir su geometría.

• **Solución:**

▪ 5) XeO_6^{4-}

– $n_{ev} = 8 + 6 \cdot 6 + 4 = 48$

– $n_{e\sigma} = 6 \cdot 2 = 12$

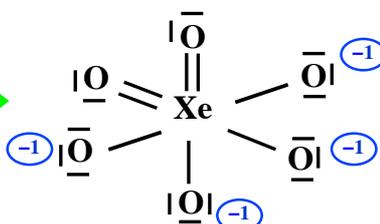
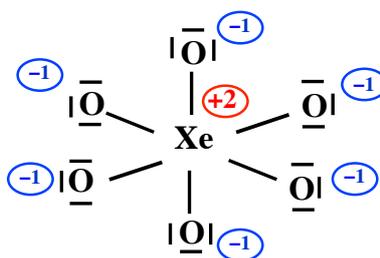
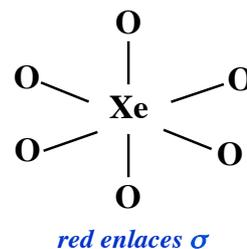
– n_{eot} , completar octetos terminales:

» $n_{eot} = 6 \cdot 6 = 36$

– n_{eac} (átomo central):

» $n_{eac} = 48 - (12 + 36) = 0$

– cargas formales y su reducción:



otras formas resonantes

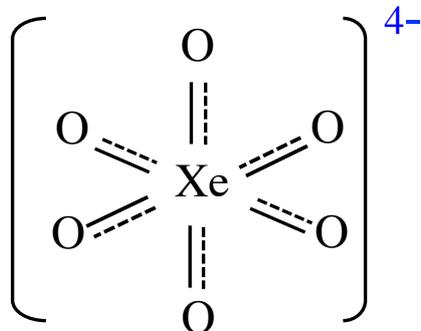
14

Ejercicios T-12: Química de los Gases Nobles

9.- a) Escribe las estructura de Lewis de las especies ... XeO_6^{4-} . b) Predecir su geometría.

• **Solución:**

▪ 5) XeO_6^{4-}



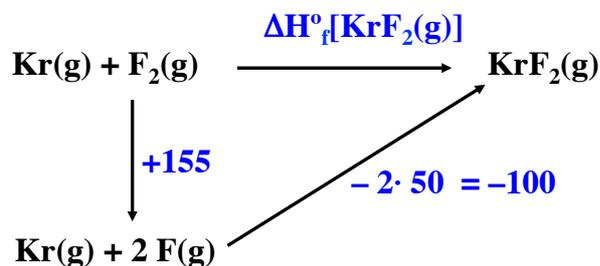
– $\text{XeO}_6^{4-} \rightarrow$ octaédrica

– ¿O. E. ? \rightarrow 1,33

Ejercicios T-12: Química de los Gases Nobles

10.- Uno de los pocos compuestos de kriptón que se conocen es el $\text{KrF}_2(\text{g})$. Determina la entalpía de formación de éste compuesto. Datos ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$): $\Delta H_D^\circ(\text{F}_2) = 155$; $\Delta H_D^\circ(\text{Kr-F}) = 50$.

• **Solución**



$$\Delta H_f^\circ[\text{KrF}_2(\text{g})] = 155 - 100 = +55 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Ejercicios T-12: Química de los Gases Nobles

11.- Aunque el radón no posee isótopos estables se encuentra en la Naturaleza. Todos sus isótopos son radiactivos de vida media muy corta y sin embargo pueden ser peligrosos para la salud. Responde a las siguientes cuestiones:

- ¿cuáles son los isótopos radiactivos del Rn y sus vidas medias?
- si la vida media de estos isótopos es tan corta ¿por qué pueden causar graves enfermedades?
- ¿por qué la entrada de Rn (formado debajo de las casas) se favorece al disminuir la presión interna de la casa? ¿cuál es la medida de seguridad más sencilla que se puede tomar?

• Solución:

- a) todos sus isótopos son radiactivos de vida media corta
 - ^{219}Rn (3,92 s), ^{220}Rn (52 s), ^{222}Rn (3,8 d)
 - se producen en la desintegración del U y el Th
- b) sólo el ^{222}Rn tiene una vida media lo suficiente (3,8 d) para causar problemas
 - de hecho casi todo el Rn que se puede detectar en la Tierra es ^{222}Rn
 - » y proviene de la desintegración del ^{238}U , (ocurre continuamente en rocas y suelos)
 - » normalmente este Rn escapa a la atmósfera (pero es mucho más denso que aire)
 - Rn formado debajo de las casas penetra a través de las grietas en los sótanos

17

Ejercicios T-12: Química de los Gases Nobles

11.- Aunque el radón no posee isótopos estables... Responde a las siguientes cuestiones:

- si la vida media de estos isótopos es tan corta ¿por qué pueden causar graves enfermedades?

• Solución:

- b) sólo el ^{222}Rn tiene una vida media lo suficiente (3,8 d) para causar problemas
 - aunque la exposición a altos niveles de Rn a través de la respiración provoca enfermedades pulmonares
 - » realmente el problema más grave proviene de los isótopos sólidos producidos en la desintegración de Rn
 - Rn presente en el aire es respirado y generalmente exhalado, salvo que se desintegre mientras está en los pulmones
 - sus productos de desintegración son sólidos tal como ^{218}Po (3,1 minutos)
 - estas partículas sólidas se adhieren al tejido pulmonar
 - » y lo irradian con partículas α y β , rompiendo las células e iniciando cánceres pulmonares
 - » aunque las partículas α tienen poca capacidad de penetración, ~ 70 mm, esta distancia es \sim doble que el espesor de las paredes celulares en los pulmones

18

Ejercicios T-12: Química de los Gases Nobles

11.- Aunque el radón no posee isótopos estables se encuentra en la Naturaleza. Todos sus isótopos son radiactivos de vida media muy corta y sin embargo pueden ser peligrosos para la salud. Responde a las siguientes cuestiones:

- b) si la vida media de estos isótopos es tan corta ¿por qué pueden causar graves enfermedades?
c) ¿por qué la entrada de Rn (formado debajo de las casas) se favorece al disminuir la presión interna de la casa? ¿cuál es la medida de seguridad más sencilla que se puede tomar?

• Solución:

- b) sólo el ^{222}Rn tiene una vida media lo suficiente (3,8 d) para causar problemas
 - la EPA estima que el Rn produce unas 5.000–20.000 muertes anuales por cáncer de pulmón (principal causante de cáncer de pulmón similar a cigarrillos)
- c) se favorece cuando la presión interna de la casa es menor que la exterior
 - cuando los dispositivos mecánicos bombean aire hacia el exterior, p. ej. ventiladores, secadores de ropa, ... (Rn es más denso que el aire)
 - *Recomendación más sencilla y barata:*
 - » tener las casas bien ventiladas para mantener bajos los niveles de contaminantes