



ANUAL SAN MARCOS



www.aduni.edu.pe



QUÍMICA

GASES II
Semana 20

www.aduni.edu.pe

ACADEMIA
ADUNI

ANUAL
SAN MARCOS

I. OBJETIVOS

Los estudiantes, al término de la sesión de clase serán capaces de:

1. **Identificar y utilizar** las condiciones normales y condiciones de Avogadro.
2. **Interpretar y aplicar** la ecuación general de los gases ideales.
3. **Interpretar y aplicar** las leyes empíricas de los gases descubiertas por diversos científicos.



II. INTRODUCCIÓN

Las propiedades de los gases dependen de la presión y temperatura a la que se encuentran.



Cuando el aire es calentado (mayor temperatura) va disminuyendo su densidad, razón por la que el globo se elevará.

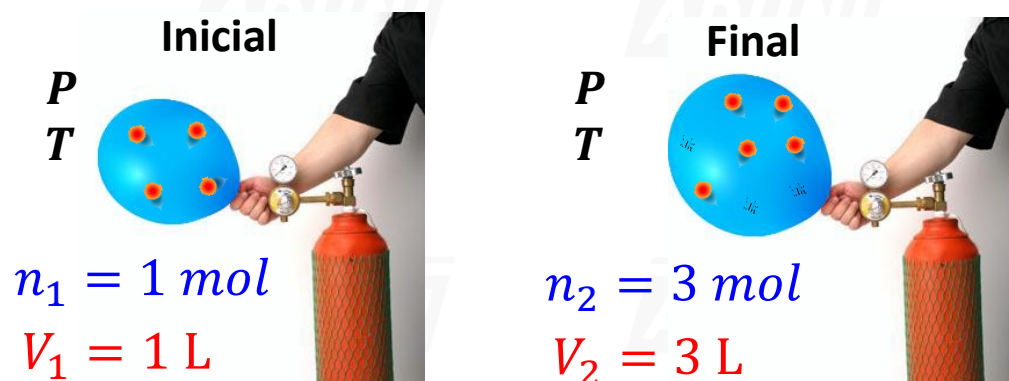


La presión de un gas en un sistema cerrado, es directamente proporcional a la temperatura.

III. LEY DE AVOGADRO

Los experimentos a temperatura y presión constante muestran que, cuando el número de moles de gas (o de moléculas de gas) se triplica, el volumen de gas también se triplica.

Veamos:



Ley de Avogadro: El volumen de un gas a presión y temperatura constante es proporcional (α) al número de moles (n) del gas.

$$V \propto n \quad \text{o} \quad V = kn$$

Hipótesis de Avogadro: volúmenes iguales de gases a la misma presión y temperatura contienen igual número de moléculas.

Entonces:

Cuando el número de moles de gas, n_1 , con un volumen inicial, V_1 , cambia a una cantidad diferente, n_2 , a presión y temperatura constante, se puede establecer el volumen final, V_2 , aplicando la ley de Avogadro, tomando en cuenta las imágenes iniciales:

$$\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2}$$

SABÍAS QUE...


Amedeo Avogadro fue el primero en sugerir que ciertos elementos, como el hidrógeno, nitrógeno y el oxígeno, están constituidos por moléculas diatómicas (H_2 ; N_2 ; O_2).

EJEMPLO

Un globo, con un volumen de 220 mL, se llena con 2 moles de helio (He). ¿A qué volumen en mililitros (mL) se expandirá el globo si se agregan 3 moles de helio?, considerar condiciones de Avogadro.

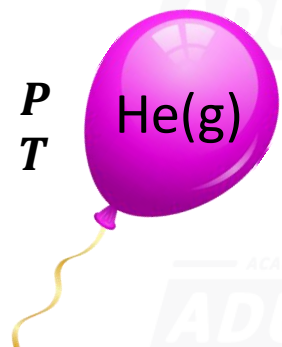
RESOLUCIÓN

Inicial



$V_1 = 220 \text{ mL}$
 $n_1 = 2 \text{ moles}$

Final



$V_2 = ??$
 $n_2 = 2 + 3 = 5 \text{ moles}$

de: $\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{220 \text{ mL}}{2 \text{ moles}} = \frac{V_2}{5 \text{ moles}}$


$V_2 = \frac{5 \times 220 \text{ mL}}{2} = 550 \text{ mL}$

EJEMPLO


A cierta presión y temperatura, un trozo de 66 g de hielo seco (CO_2 sólido) sublima totalmente, es decir, se transforma directamente en gas. El CO_2 gaseoso ocupa un volumen de 750 mL. ¿Cuál sería el volumen de 1 mol de gas a las mismas condiciones de presión y temperatura?

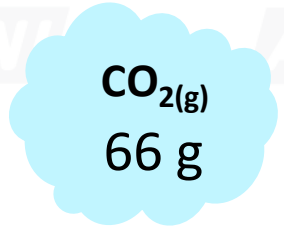
Masa molar(CO_2) = 44 g/mol

RESOLUCIÓN



Sublimación






$\bar{M} = 44 \text{ g/mol}$

$\Rightarrow n_{\text{CO}_2} = \frac{66 \text{ g}}{44 \text{ g/mol}} = 1,5 \text{ mol}$


Ahora:

Inicial



$V_1 = 750 \text{ mL}$
 $n_1 = 1,5 \text{ mol}$
P; T

Final



$V_2 = ??$
 $n_1 = 1 \text{ mol}$
P; T

de: $\frac{V_1}{n_1} = \frac{V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{750 \text{ mL}}{1,5 \text{ mol}} = \frac{V_2}{1 \text{ mol}} \therefore V_2 = 500 \text{ mL}$

IV. CONDICIONES NORMALES (CN)

- Un gas se encuentra en condiciones normales si: La presión es 1 atm y temperatura 273 K.
- El volumen molar normal (V_{m_0}), es el volumen ocupado por **una mol** de gas en CN.

$$1 \text{ mol (gas)} \xrightarrow[\text{ocupa}]{\text{CN}} 22,4 \text{ L} \Rightarrow V_{m_0} = 22,4 \text{ L/mol}$$

También:

$$V_{\text{gas(CN)}} = n \times 22,4 \text{ L}$$

$$D_{\text{gas(CN)}} = \frac{\bar{M}_{\text{gas}}}{22,4 \text{ L/mol}}$$

g/L

SE CUMPLE:

22,4 L



22,4 L



22,4 L



¡Ten en cuenta!

1 mol de cualquier gas en CN ocupa un volumen de 22,4 L.

EJEMPLO

Indicar las proposiciones correctas referente a una muestra de 56 g de nitrógeno gaseoso (N_2).

Masa molar (g/mol): $N_2 = 28$; $C_2H_4 = 28$

- I. En condiciones normales su volumen que ocupa será 22,4 L.
- II. En condiciones normales su densidad será 1,25 g/L.
- III. En condiciones normales el nitrógeno (N_2) y el etileno (C_2H_4) tienen la misma densidad.

RESOLUCIÓN**I. INCORRECTA**

$$n_{N_2} = \frac{\text{masa}(g)}{\bar{M}(g/mol)} = \frac{56 g}{28 g/mol} = 2 mol$$

$$V_{N_2(CN)} = 2 \times 22,4 L = 44,8 L$$

II. CORRECTA

$$D_{N_2(CN)} = \frac{\bar{M}}{22,4 L/mol} = \frac{28 g/mol}{22,4 L/mol} = 1,25 g/L$$

III. CORRECTA

Como el nitrógeno (N_2) y etileno (C_2H_4) tienen la misma masa molar, en CN tendrán la misma densidad.

Respuesta II y III

EJEMPLO

Entre los gases establecidos (He , H_2 , N_2 y CH_4) en condiciones normales, ¿cuál de ellos tiene menor densidad?

Masa molar (g/mol): $H_2 = 2$; $He = 4$; $CH_4 = 16$; $N_2 = 28$

- | | |
|----------|-----------|
| A) He | B) H_2 |
| C) N_2 | D) CH_4 |

RESOLUCIÓN

De

$$D_{gas(CN)} = \frac{\bar{M}_{gas}}{22,4 L/mol}$$

g/L

- Tendrá menor densidad en CN el gas que presente la menor masa molar.
- Masa molar (g/mol): $H_2 = 2$; $He = 4$; $CH_4 = 16$; $N_2 = 28$

Respuesta: H_2 ; Clave: B

V. ECUACIÓN GENERAL DE LOS GASES IDEALES

Relaciona los cambios de estado que sufre una misma masa de gas.

Estado inicial



$P_i; V_i; T_i$

PROCESO
ISOMÁSICO

Estado final



$P_f; V_f; T_f$

Masa: constante
Moles: constante

Se cumple:

$$\frac{P \cdot V}{T} = \text{Constante}$$

Considerando el estado inicial y final:

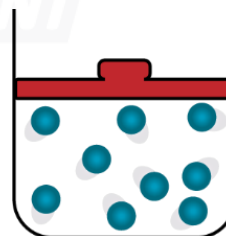
$$K \rightarrow \frac{P_i \cdot V_i}{T_i} = \frac{P_f \cdot V_f}{T_f} \leftarrow K$$

EJEMPLO

Cierta cantidad de helio, He se encuentra en un tanque con émbolo móvil ocupando un volumen de 40 L a cierta temperatura y presión. ¿Qué volumen ocupara el helio si la temperatura se triplica y la presión se reduce en un $\frac{1}{3}$ de su valor inicial ?

RESOLUCIÓN

Estado inicial



$P_i = 3P$
 $V_i = 40 \text{ L}$
 $T_i = T$

Proceso
isomásico

$$\frac{P \cdot V}{T} = \text{Constante}$$

Estado final



$P_f = 3P - \frac{1}{3}(3P) = 2P$
 $V_f = ??$
 $T_f = 3T$

$$\frac{3P \cdot 40 \text{ L}}{T} = \frac{2P \cdot V_f}{3T}$$

$$\therefore V_f = 180 \text{ L}$$

EJEMPLO

En un recipiente con émbolo móvil, la presión del gas encerrado se duplica y la temperatura aumenta en un 20 %.

¿ En qué porcentaje habrá variado su volumen?

RESOLUCIÓN**Estado inicial**

$$\begin{aligned} P_i &= 100 P \\ V_i &= 100 V \\ T_i &= 100 T \end{aligned}$$

Estado final

$$\begin{aligned} P_f &= 200 P \\ V_f &= ?? \\ T_f &= 120 T \end{aligned}$$

PROCESO
ISOMÁSICO

∴

$$\frac{P \cdot V}{T} = \text{Constante}$$

$$\frac{100 P \cdot 100 V}{100 T} = \frac{200 P \cdot V_f}{120 T} \Rightarrow V_f = 60 V \quad \text{El volumen disminuye}$$

$$\% \Delta V = \frac{\Delta V}{V_i} \times 100\% \Rightarrow \% \Delta V = \frac{100 V - 60 V}{100 V} \times 100\%$$

$$\therefore \% \Delta V = 40\%$$

EJEMPLO

Un globo sonda que contiene helio, a nivel del mar, tiene un volumen de 10 L a 25 °C y 1 atm de presión. Si el globo se eleva una cierta altura donde la temperatura es 17 °C y la presión es 500 mm Hg, ¿cuál será el nuevo volumen del globo?

RESOLUCIÓN**Al inicio**

$$V_i = 10 L$$

$$P_i = 760 mmHg$$

$$T_i = 25 ^\circ C = 298 K$$

Al final

$$V_f = ?$$

$$P_f = 500 mmHg$$

$$T_f = 17 ^\circ C = 290 K$$

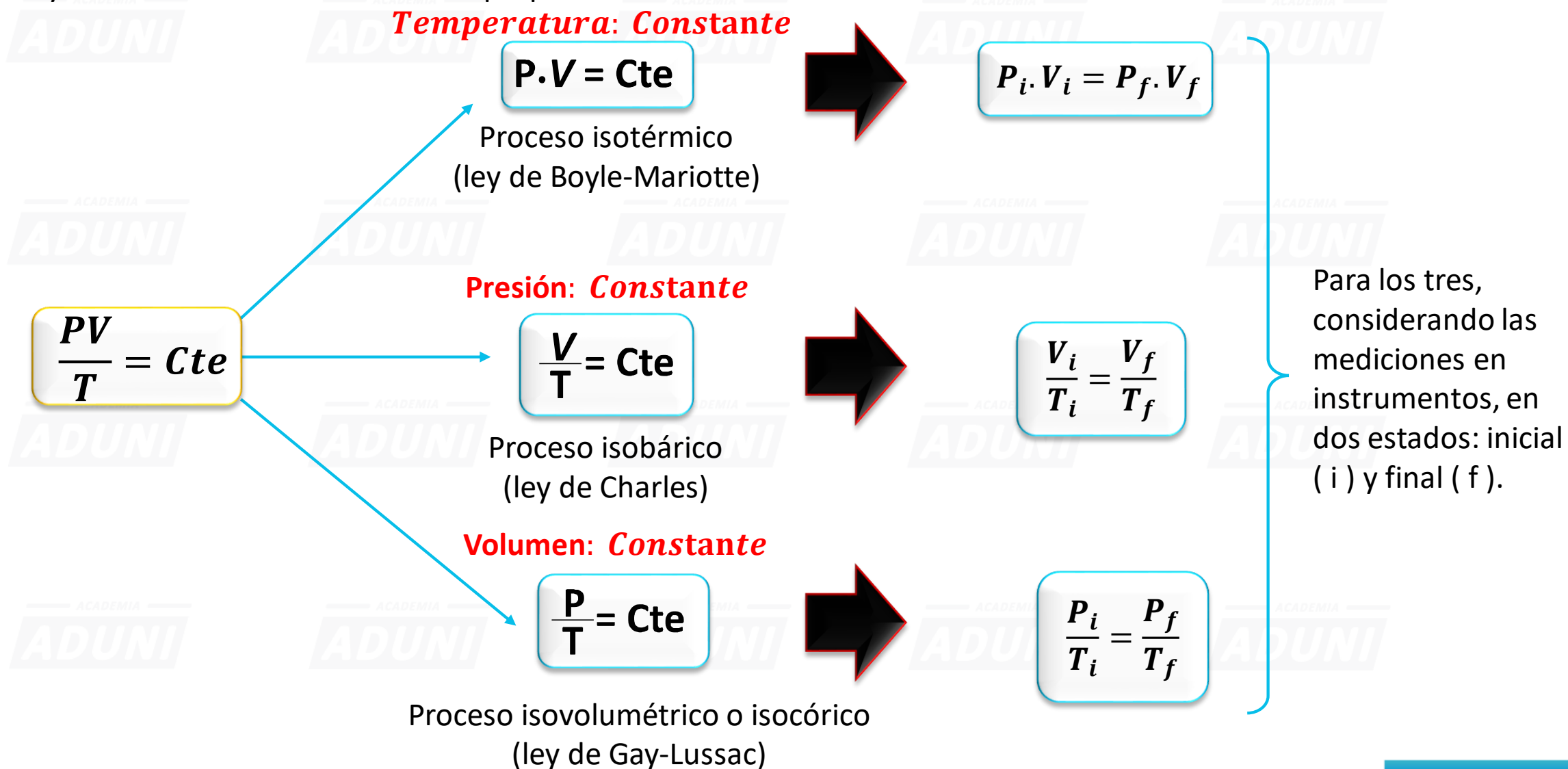
Aplicando la ecuación general.

$$\frac{P_i V_i}{T_i} = \frac{P_f V_f}{T_f} \Rightarrow \frac{760 \times 10}{298} = \frac{500 \times V_f}{290}$$

$$\therefore V_f = 14,8 L$$

VI. LEYES EMPÍRICAS DE LOS GASES

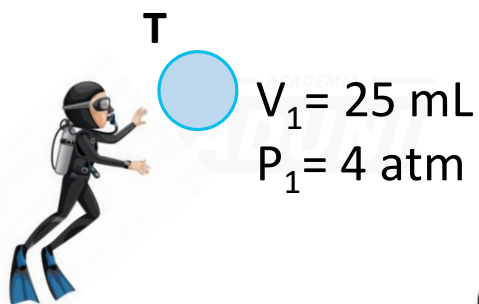
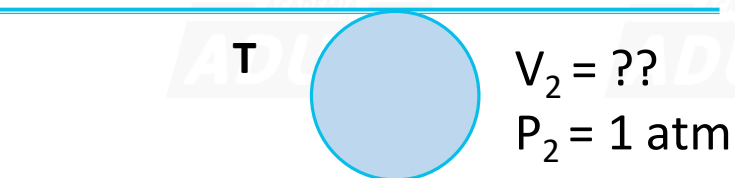
Estas leyes se cumplen en procesos isomásicos donde una de las variables de estado (P, V o T) permanecerse constante o es restringida y las otras dos varían de manera proporcional.



EJEMPLO

Una burbuja de 25 mL se libera del tanque de aire de un buzo a una presión de 4 atm. ¿Cuál es el volumen (mL) de la burbuja cuando llega a la superficie del océano, donde la presión es 1 atm, considerar temperatura constante.

RESOLUCIÓN



Proceso isotérmico:

$$P_i \cdot V_i = P_f \cdot V_f$$

$$4 \text{ atm} \times 25 \text{ mL} = 1 \text{ atm} \times V_2$$

$$\therefore V_2 = 100 \text{ mL}$$

EJEMPLO

Un balón de acero rígido contiene cierto gas a 7 °C y 5,6 atm. Calcule la temperatura final en unidades del sistema internacional, si la presión del gas aumenta en 1 atm al calentar el balón.

RESOLUCIÓN

Inicial



$$T_1 = 7^\circ\text{C} = 280 \text{ K}$$

$$P_1 = 5,6 \text{ atm}$$

Final



$$T_2 = ??$$

$$P_2 = 6,6 \text{ atm}$$

Proceso isovolumétrico:

$$\frac{P_i}{T_i} = \frac{P_f}{T_f}$$

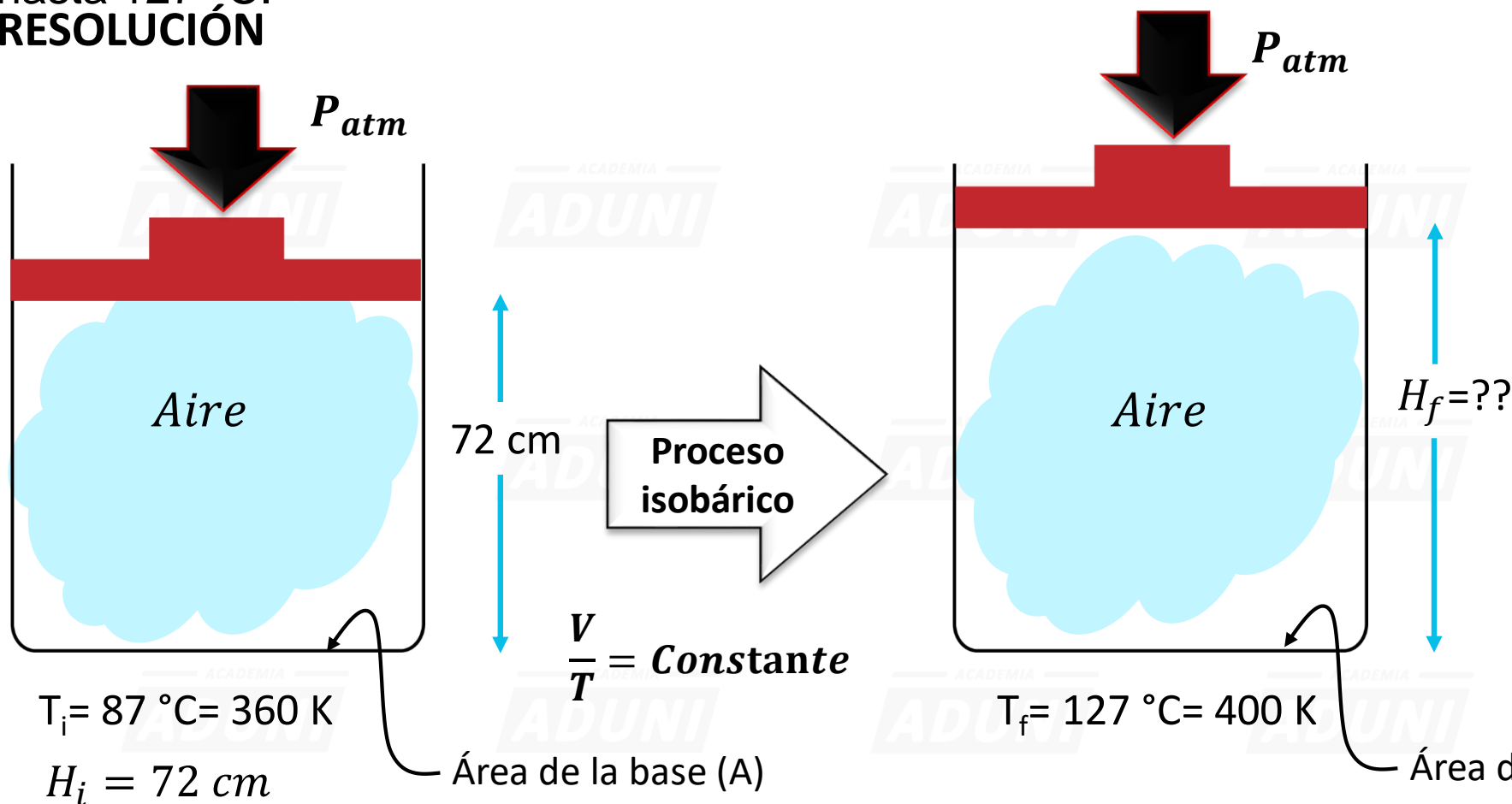
$$\frac{5,6 \text{ atm}}{280 \text{ K}} = \frac{6,6 \text{ atm}}{T_f}$$

$$\therefore T_f = 330 \text{ K}$$

Tener en cuenta que en el sistema internacional la temperatura se expresa en la escala Kelvin.

EJEMPLO

Un pistón cilíndrico contiene encerrado aire a $87\text{ }^{\circ}\text{C}$ y su émbolo móvil se encuentra a una altura inicial de 72 cm . Señale la altura final del émbolo móvil cuando el pistón es calentado hasta $127\text{ }^{\circ}\text{C}$.

RESOLUCIÓN

Entonces:

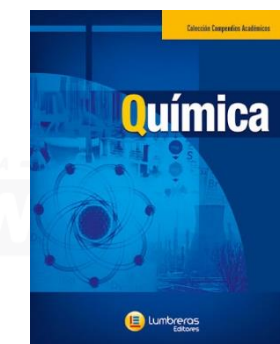
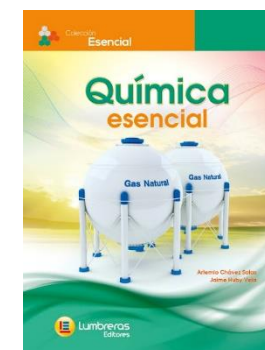
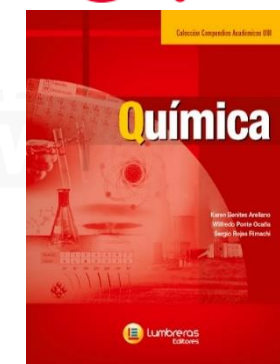
$$\frac{AxH_i}{T_i} = \frac{AxH_f}{T_f}$$

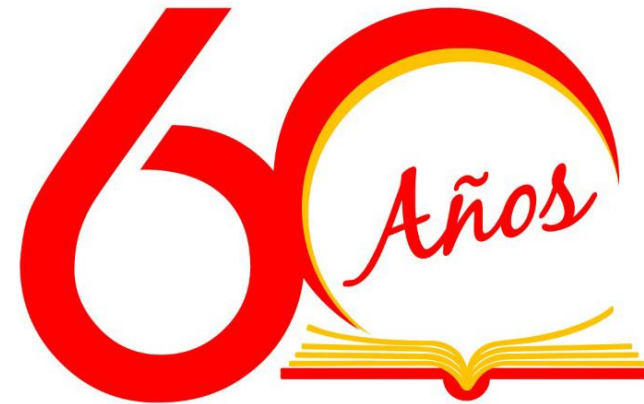
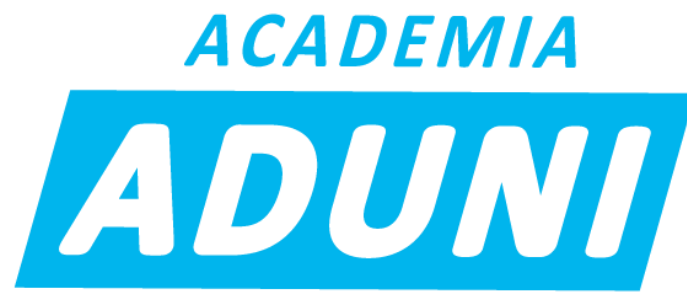
$$\frac{A \times 72}{360} = \frac{A \times H_f}{400}$$

$$\therefore H_f = 80\text{ cm}$$

VII. BIBLIOGRAFÍA

- **Química, colección compendios académicos UNI; Lumbreras editores**
- **Química, fundamentos teóricos y aplicaciones; 2019 Lumbreras editores.**
- **Química, fundamentos teóricos y aplicaciones.**
- **Química esencial; Lumbreras editores.**
- **Fundamentos de química, Ralph A. Burns; 2003; PEARSON**
- **Química, segunda edición Timberlake; 2008, PEARSON**
- **Química un proyecto de la ACS; Editorial Reverte; 2005**
- **Química general, Mc Murry-Fay quinta edición**





www.aduni.edu.pe

