Clase 6

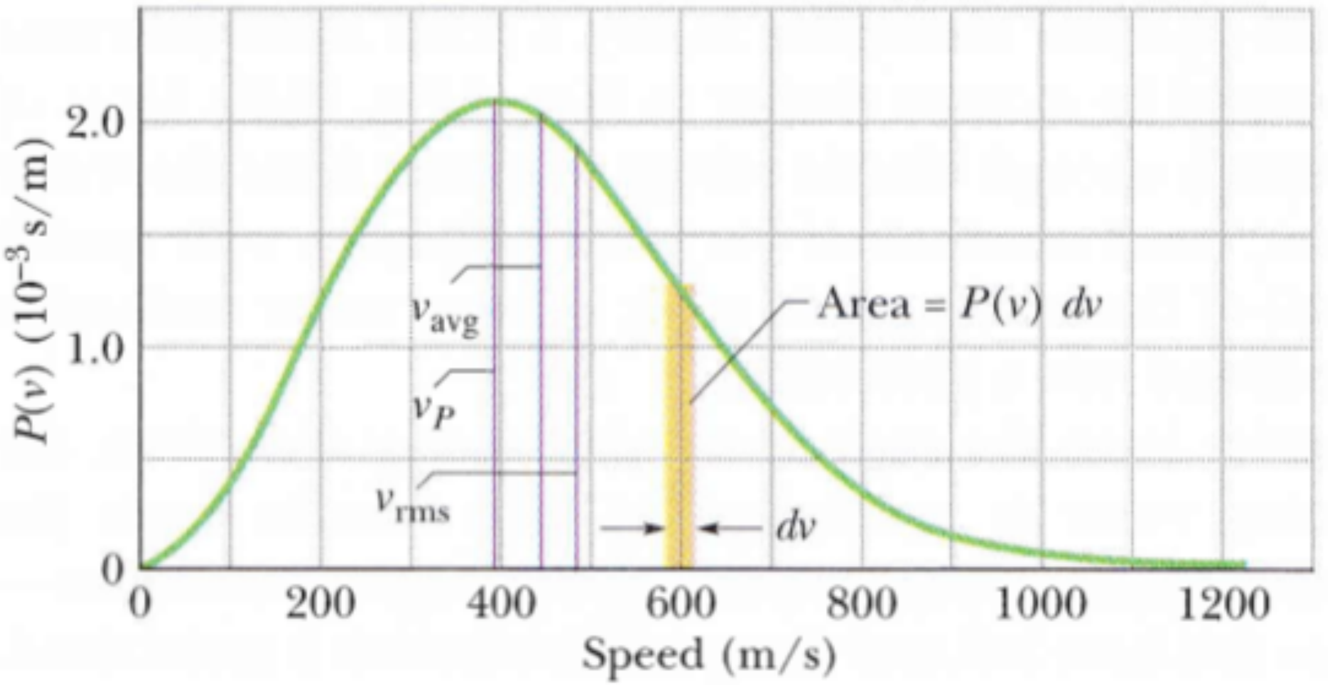
07/02/2013

Lecturas 19-11

HEMOS VISTO ...

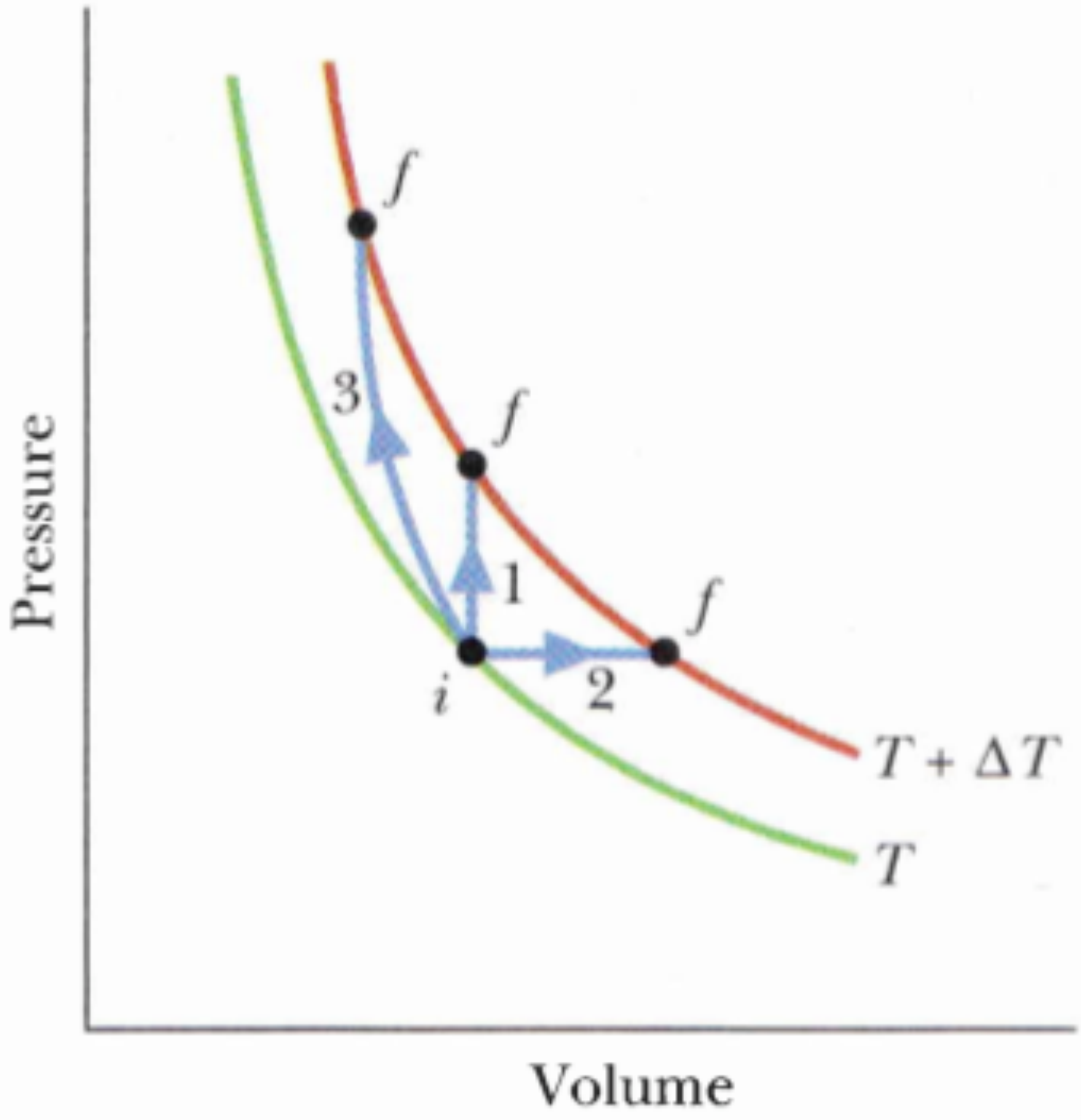
Distribución de velocidades moleculares

$$P(v) = 4\pi\left(\frac{M}{2\pi RT}\right)^{3/2} v^2 e^{-Mv^2/2RT}.$$



$$\int_0^\infty P(v)\,dv = 1.$$

$$\text{frac} = \int_{v_1}^{v_2} P(v)\,dv.$$


f
f
f
3
1
2
i
T + ΔT
T
Pressure
Volume

Calor específico molar de un gas ideal a volúmen constante

$$Q = nC_V\,\Delta T$$

$$\Delta E_{\text{int}} = Q - W$$

$$\Delta E_{\text{int}} = nC_V\,\Delta T - W.$$

A volúmen constante $W = 0$ $\Rightarrow$ $C_V = \dfrac{\Delta E_{\text{int}}}{n\,\Delta T}.$

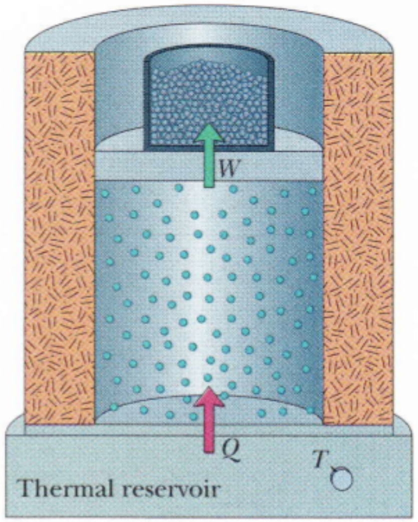
$\Delta E_{\text{int}} = \frac{3}{2}nR\,\Delta T.$ $\Rightarrow$ $C_V = \frac{3}{2}R = 12.5\ \text{J/mol}\cdot\text{K}$

$$E_{\text{int}} = nC_V T$$

$$\Delta E_{\text{int}} = nC_V\,\Delta T$$

El cambio de energía interna depende solo del cambio de T, independiente del proceso que genero ese cambio de T.

Calor específico molar de un gas ideal a presión constante


W
Q
T
Thermal reservoir

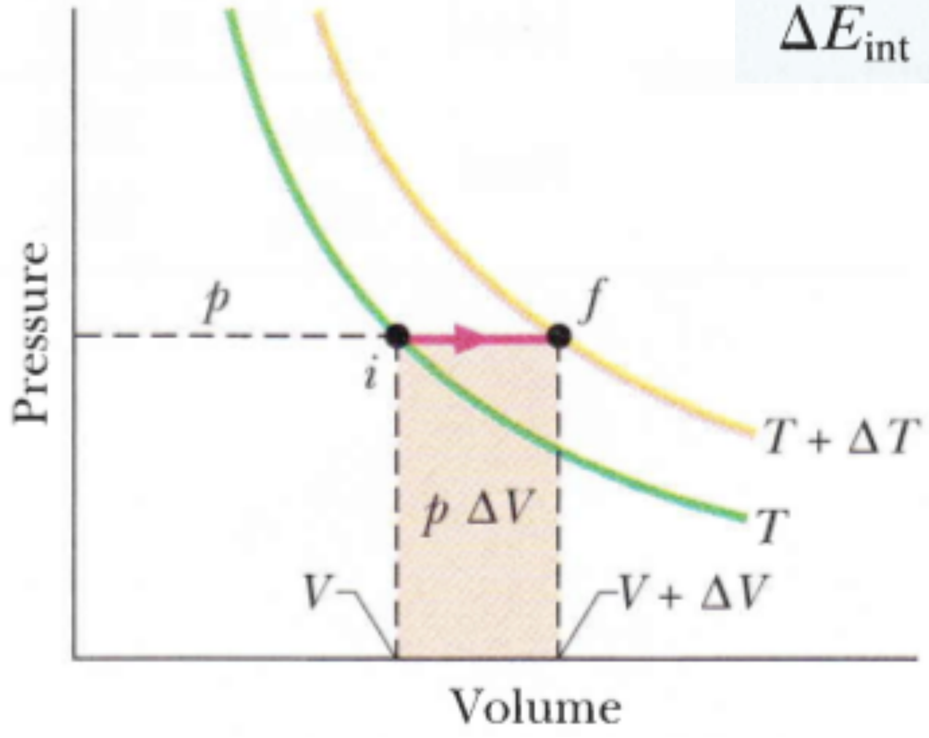
$$Q = nC_p \Delta T$$

$$\Delta E_{\text{int}} = Q - W$$

$$W = p\,\Delta V = nR\,\Delta T.$$

$$pV = nRT$$

$$\Delta E_{\text{int}} = nC_V\,\Delta T$$

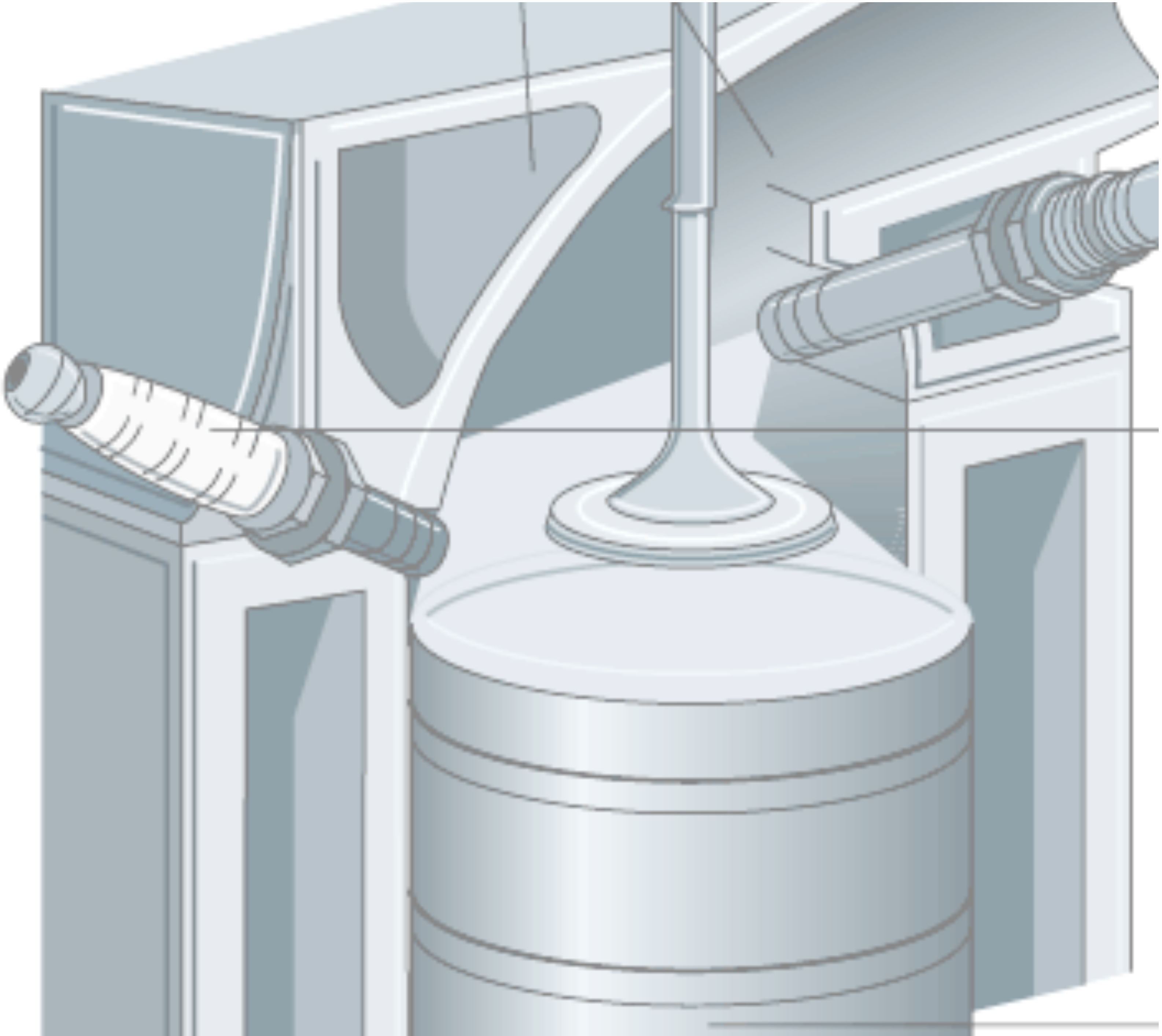


$$C_V = C_p - R$$

$$C_p = C_V + R.$$

		Degrees of Freedom			Predicted Molar Specific Heats	
Molecule	Example	Translational	Rotational	Total (f)	C_V (Eq. 19-51)	$C_p = C_V + R$
Monatomic	He	3	0	3	$\frac{3}{2}R$	$\frac{5}{2}R$
Diatomic	O_2	3	2	5	$\frac{5}{2}R$	$\frac{7}{2}R$
Polyatomic	CH_4	3	3	6	$3R$	$4R$

Expansión adiabática de un gas ideal



© WOWstockfootage.com

Proceso adiabático

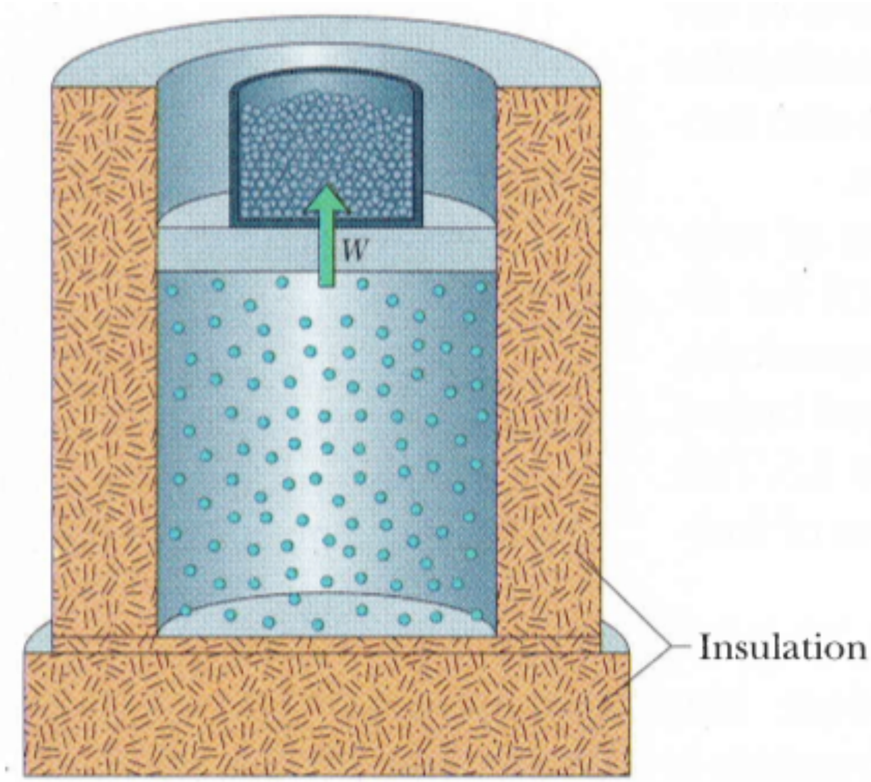
Q=0

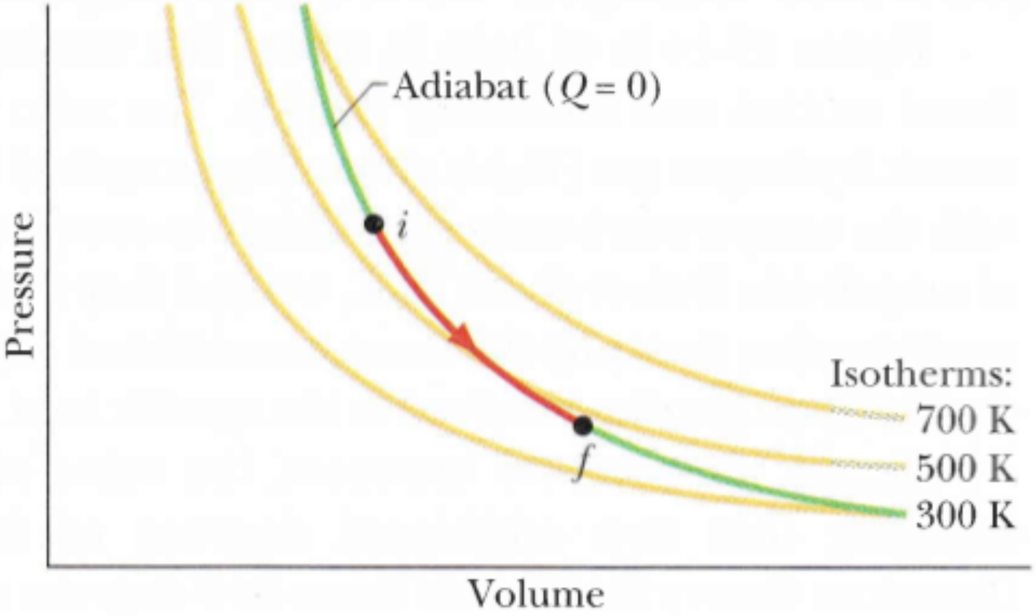
Proceso muy rápido

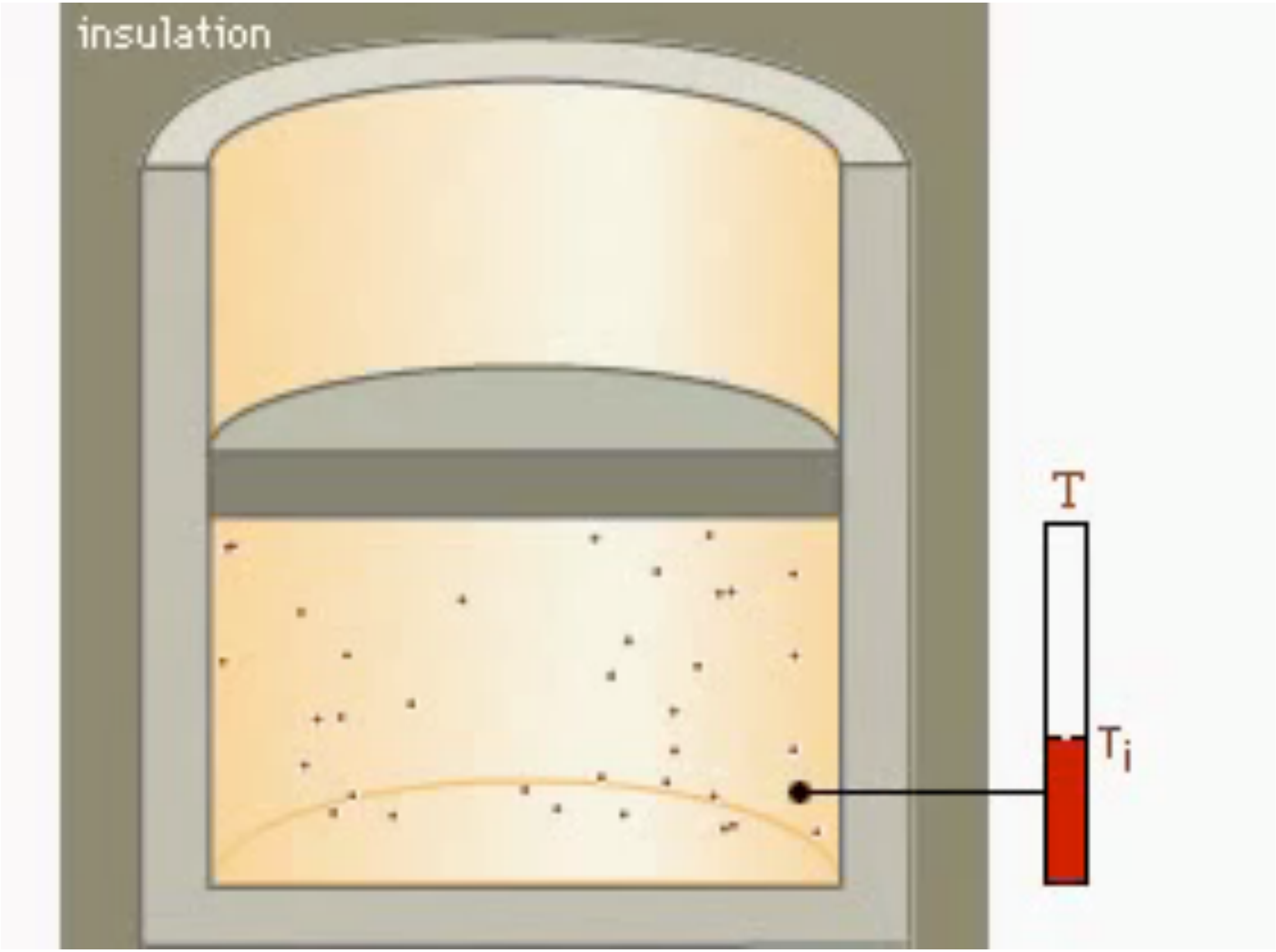
Proceso muy bien aislado

$pV^{\gamma} =$ constante

$\gamma = C_p/C_V,$


W
Insulation




insulation
T
T_i

WOW!
© WOWstockfootage.com

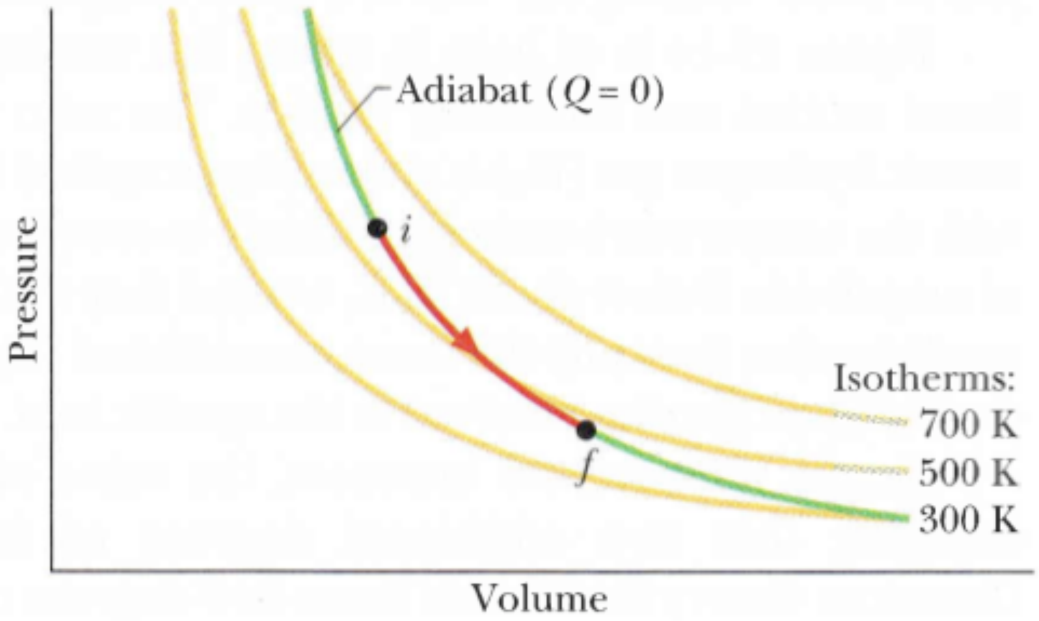
$$p_iV_i^\gamma = p_fV_f^\gamma$$

$$pV = nRT$$

$$\left(\frac{nRT}{V}\right)V^\gamma = \text{ constante}$$

$$TV^{\gamma-1} = \text{ constante}$$

Demostración



$$dE_{\text{int}} = Q - p\,dV.$$

$$dE_{\text{int}} = nC_V\,dT$$

$$n\,dT = -\left(\frac{p}{C_V}\right)dV.$$

$$pV = nRT$$

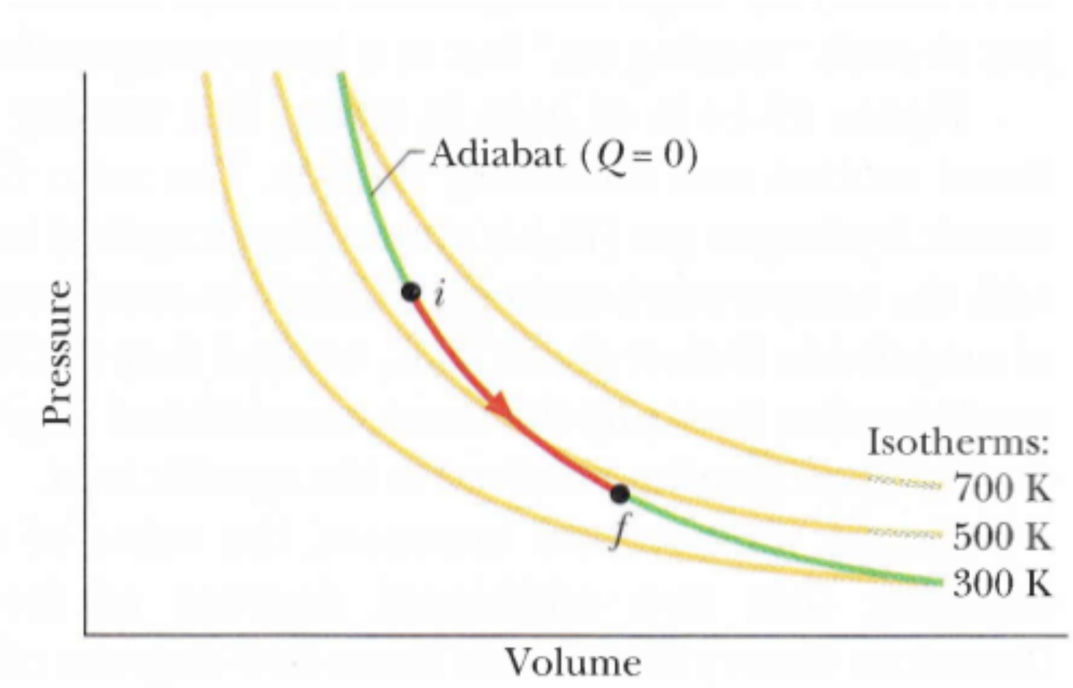
$$p\,dV + V\,dp = nR\,dT.$$

$$C_p - C_V = R$$

$$n\,dT = \frac{p\,dV + V\,dp}{C_p - C_V}.$$

$$\frac{dp}{p} + \left(\frac{C_p}{C_V}\right)\frac{dV}{V} = 0.$$

Demostración



$$\frac{dp}{p} + \left(\frac{C_p}{C_V}\right)\frac{dV}{V} = 0.$$

$\ln p + \gamma \ln V =$ constante

$pV^{\gamma} =$ constante

Ejercicio

Un mol de oxigeno (asumir que es gas ideal) se expande isotermicamente a 310 K desde un volúmen de 12 L a un voúmen de 19 L.

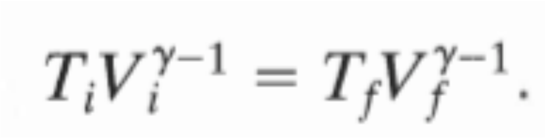
Cuál sería la temperatura final si el gas se hubiera expandido adiabáticamente a el mismo volúmen final ?

El O_2 es diátomico, y tiene rotación pero no oscilación

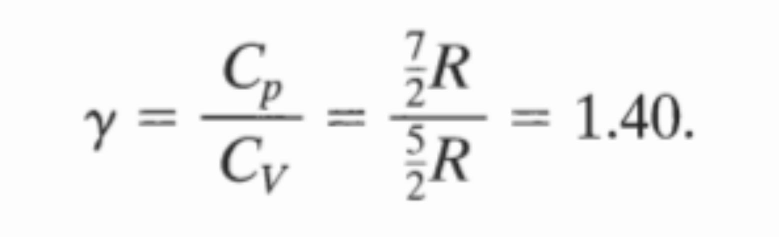
Ejercicio

Un mol de oxigeno (asumir que es gas ideal) se expande isotermicamente a 310 K desde un volúmen de 12 L a un voúmen de 19 L.

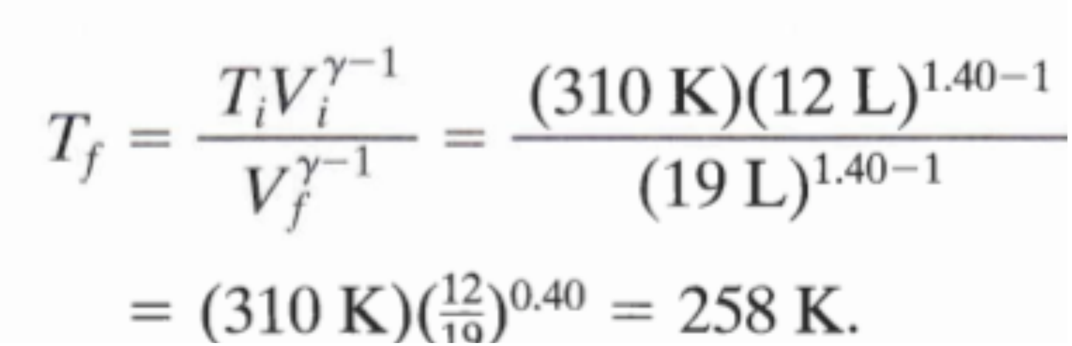
Cuál sería la temperatura final si el gas se hubiera expandido adiabáticamente a el mismo volúmen final ?



$$T_iV_i^{\gamma-1} = T_fV_f^{\gamma-1}.$$



$$\gamma = \frac{C_p}{C_V} = \frac{\frac{7}{2}R}{\frac{5}{2}R} = 1.40.$$



$$T_f = \frac{T_iV_i^{\gamma-1}}{V_f^{\gamma-1}} = \frac{(310\ \mathrm{K})(12\ \mathrm{L})^{1.40-1}}{(19\ \mathrm{L})^{1.40-1}}$$

$$= (310\ \mathrm{K})(\tfrac{12}{19})^{0.40} = 258\ \mathrm{K}.$$

Ejercicio

Un mol de oxigeno (asumir que es gas ideal) se expande isotermicamente a 310 K desde un volúmen de 12 L a un voúmen de 19 L.

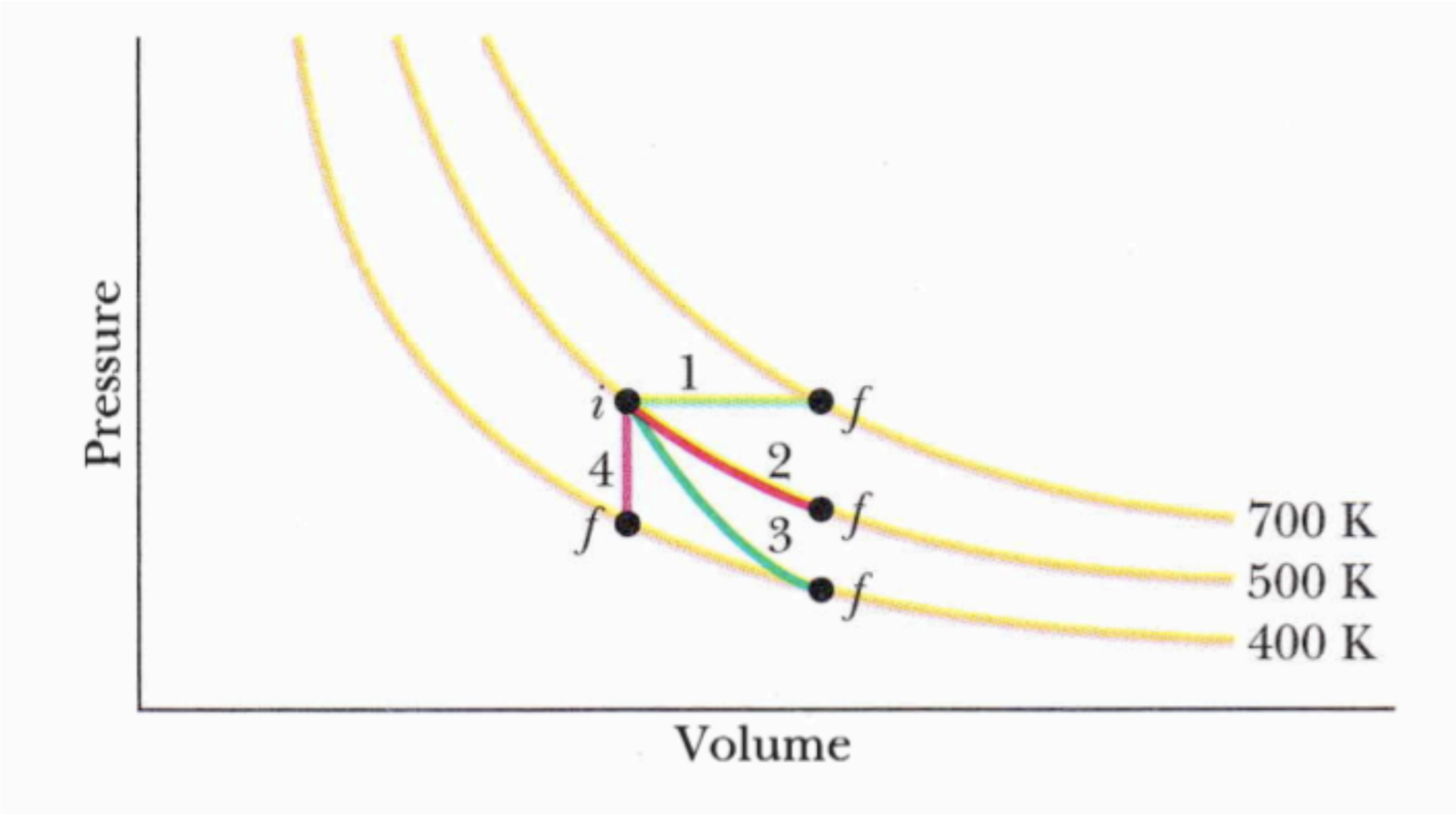
Cuál sería la la presión y temperatura final si el gas se expandiera libremente al nuevo volúmen desde una presión inicial de 2.0 Pa ?

$$T_f = T_i = 310\ \mathrm{K}.$$

$$p_f = p_i \frac{V_i}{V_f} = (2.0\ \mathrm{Pa}) \frac{12\ \mathrm{L}}{19\ \mathrm{L}} = 1.3\ \mathrm{Pa}.$$

Resúmen

Path in Fig. 19-16	Constant Quantity	Process Type	Some Special Results ($\Delta E_{\text{int}} = Q - W$ and $\Delta E_{\text{int}} = nC_V \Delta T$ for all paths)
1	p	Isobaric	$Q = nC_p\,\Delta T; W = p\,\Delta V$
2	T	Isothermal	$Q = W = nRT\ln(V_f/V_i);\ \Delta E_{\text{int}} = 0$
3	$pV^\gamma,\ TV^{\gamma-1}$	Adiabatic	$Q = 0;\quad W = -\Delta E_{\text{int}}$
4	V	Isochoric	$Q = \Delta E_{\text{int}} = nC_V\,\Delta T;\quad W = 0$


Pressure
Volume
i
1
f
2
f
4
f
3
f
700 K
500 K
400 K