# Pauta Auxiliar #4

**P0]** Asegurarse de tener bien claro los siguientes conceptos: (¡Si no, preguntar!!!)
→ Estado → Propiedad de Estado → Ecuación de Estado
→ Regla de fases → ¿Cómo se fija un estado?
→ Ecuación del gas ideal → Ecuación de otros gases
→ Diferencial Exacta → Diferencial no exacta → Proceso
→ Proceso reversible/irreversible → Energía Interna
→ Calor → Trabajo → 1° ley de la TD

$\boxed{\text{Tarea: ¿Qué es la energía y cómo podemos saber que se conservó? http://bit.do/fi20045}}$

**P1]** Como el motor se encuentra operando en estado estacionario, nos interesan las TASAS a las cuales se recibe o se entrega energía:

$$\underbrace{\frac{\Delta U}{dt}}_{0} = \underbrace{\dot{Q}}_{0} + \dot{W} \rightarrow \text{¿}\dot{W} = 0\text{?} \Rightarrow$$ Se entrega trabajo a la misma tasa de la que se recibe.

$$\dot{W}_{in} = \dot{W}_{out} \Rightarrow iV = \tau\omega = \vec{F}\cdot\vec{v}$$

(*) En el enunciado sale 1.6. Está demasiado aproximado. 1.637 es el número real.

$$2.5\,[A] \times 24\,[V] = 60\,[W]$$

$$(*)\ 1.637\,[N\cdot m]\cdot 350\ rpm = 60\,[W]$$

$$350\ rpm = \frac{350\times 2\pi}{60}\left[\frac{rad}{s}\right]$$

$$\vec{F}\cdot\vec{v} = m\vec{g}\cdot\vec{v} = 10\,[kg]\times 10\left[\frac{m}{s^2}\right]\times v\left[\frac{m}{s}\right] = 100\,v\,[W] = 60\,[W]$$

$$v = 0.6\,\frac{m}{s};\quad R = v/\omega = 0.6\,(m/s)\Big/\frac{350\times 2\pi}{60}\left[\frac{rad}{s}\right] \approx 1.637\,[cm]$$

¿Qué pasaría si la polea tuviera otro radio? En ese caso, la velocidad de la masa será distinta ($v = R\omega$), por lo que la potencia mecánica será distinta ($\dot{W} = mgR\omega$). Esto significa que, o bien se debe bajar la potencia eléctrica suministrada, o bien, la diferencia de energía saldrá o entrará del sistema en forma de calor.

P2) Nitrógeno Molecular: $N_2$ $\quad R = 10.73159 \left[\dfrac{ft^3 \cdot psi}{°R \cdot libra\text{-}mol}\right]$

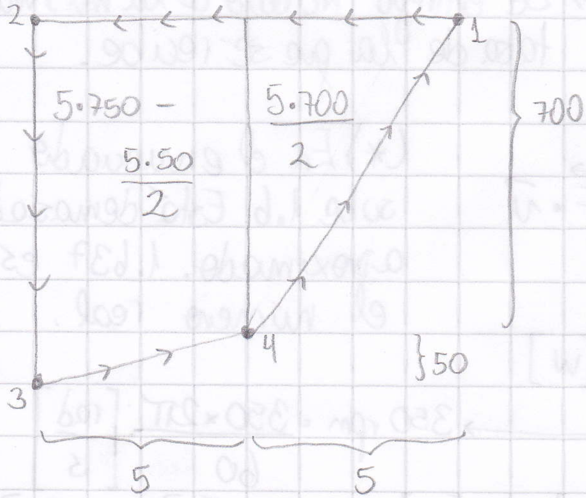
Peso Molecular del $N_2$: $MW_{N_2} = 14$

1 libra-mol $N_2 \rightarrow$ 14 libras $N_2$ $\quad$ [°R] = Grados Rankine.

14 libras-mol $N_2 \rightarrow$ 196 libras $N_2$ $\quad$ [psi] = libras por pulg. cuad.

Tenemos todas las unidades coherentes! Luego, $T_i = \dfrac{P_i V_i}{nR}$ $(n=14)$.

| | | |
|---|---|---|
| $P_1 = 1000$ psi | $V_1 = 15\ ft^3$ | $T_1 = 99.83875°R$ |
| $P_2 = 1000$ psi | $V_2 = 5\ ft^3$ | $T_2 = 32.27958°R$ |
| $P_3 = 250$ psi | $V_3 = 5\ ft^3$ | $T_3 = 8.31980°R$ |
| $P_4 = 300$ psi | $V_4 = 10\ ft^3$ | $T_4 = 19.96775°R$ |




$W = 5375\ psi \cdot ft^3$

Trabajo de Compresión es mayor al trabajo de expansión, por lo tanto, se ejerce trabajo sobre el gas

Como es un ciclo, $\Delta U = 0$,

luego $|Q| = |W|$, $|Q| = 5375\ psi\ ft^3$, que sale del sistema.

$1in = \frac{1}{12} ft \Rightarrow 1psi \cdot ft^3 = 1 \dfrac{lb}{(1/12\, ft)^2} ft^3 = 144\, lb \cdot ft$; $1\, ft \cdot lb = 1.3558\ J$

$W = 5375 \text{ psi} \cdot ft^3 = 5375 \times 144 \times lf \cdot ft = 5375 \times 144 \times 1.3558 [J]$

Si el proceso es politrópico, hay que hacer a mano las integrales:

$$W = \oint P dV = 1000(5-10) + P_{2\to3} \cdot 0 + \int_3^4 \frac{C_1}{V^{n_1}} dV + \int_4^1 \frac{C_2}{V^{n_2}} dV$$

$$W_T = -5000 + \frac{C_1}{1-n_1}\left(10^{1-n_1} - 5^{1-n_1}\right) + \frac{C_2}{1-n_2}\left(15^{1-n_2} - 10^{1-n_2}\right)$$

El signo del trabajo total dependerá de $C_1, C_2, n_1, n_2$.

Observación: ¿Qué convención se usó para este trabajo, si un trabajo de compresión (entra al sistema) da negativo?
→ Se usó la convención ingeniera: Trabajo es positivo cuando me sirve para empujar el pistón.

Convención Ingeniera: $W = \oint P dV$

Convención Física: $W = -\oint P dV$

Primera Ley Ing: $\Delta U = Q - W$

Primera Ley Física: $\Delta U = Q_{in} + W_{in}$

} Son la misma ley, sólo que los ingenieros consideran negativo que el trabajo se vaya al gas y no al pistón.

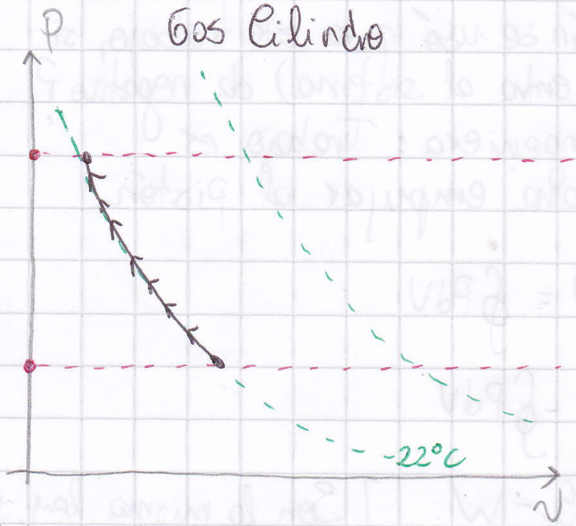
P3). Corrección: $P_b = P_{atm} + K_b V_b$ es una ECUACIÓN DE PROCESO, no de estado.

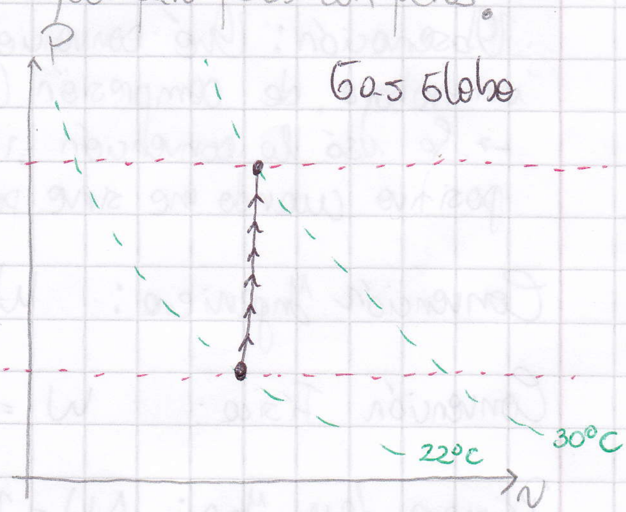
Por lo comentado en clases, convendrá escribir la ecuación del gas ideal usando sólo propiedades intensivas:

$PV = nRT \Rightarrow Pv = \frac{n}{m}RT$ Además, se definen los moles para que cuando $n=1$ (un mol), la medida en masa sea igual al peso molecular:

$m = nMW \Rightarrow Pv = \left(\frac{1}{MW}\right)RT$ ; ó, $\boxed{Pv = R_{gas}T}$, $R_{gas} = \frac{R_{univ}}{MW_{gas}}$

¡Comparo peras con peras!




Puedo comparar el diagrama P-v del cilindro y del globo porque son diagramas de la misma sustancia dibujado en propiedades intensivas.

$V_i^g = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{D_1}{2}\right)^3$ ; $V_f^g = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{D_2}{2}\right)^3$ ; $V_i^c = A_c Z_i$ → ¡Geometría!

$P_i = P_{atm} + K_b V_i^g$ ; $P_f = P_{atm} + K_b V_f^g$ → Ecuación del Proceso.

Tomaré $V_i^g$, $V_f^g$, $V_i^c$, $P_i$ y $P_f$ como datos en adelante.

a) $W_g = \int P dV = \int_{V_i^g}^{V_f^g} (P_{atm} + K_b V) dV$ ¿Signo? Sale del Helio.

b) $\Delta M = M_f^g - M_i^g = \frac{V_f^g}{v_f^g} - \frac{V_i^g}{v_i^g}$ Los volúmenes se conocen de la geometría. Bastará conocer los volúmenes específicos. $v_i^g = \frac{R_{He} T_i}{P_i}$ $R_{He} = \frac{R_{univ}}{2} \rightarrow MW_{He}$

$v_f^g = \frac{R_{He} T_f}{P_f}$ $T_i = 22°C \rightarrow 295K$

$T_f = 30°C \rightarrow 303K$

$$\Delta M = \frac{V_f^g}{\left(\frac{R_{He} T_f}{P_f}\right)} - \frac{V_i^g}{\left(\frac{R_{He} T_i}{P_i}\right)}$$ (Nota: Se define $v = \frac{V}{M}$)

c) Para saber $z_f$, necesito saber $V_f^c$. NO PUEDO asumir que el volumen ganado por el globo es igual al volumen perdido por el cilindro, pues sólo puedo prefijar DOS propiedades termodinámicas simultáneamente.

El el proceso del cilindro, la presión y la temperatura están prefijados: El volumen queda determinado. En el proceso del globo, el volumen y la presión están prefijados: la temperatura queda determinada.

Lo que sí puedo asumir es que los moles de gas se conservan, luego, los moles extra en el globo fueron moles perdidos por el cilindro.

$\Delta n = \frac{\Delta M}{MW_{He}} \rightarrow$ Moles transferidos al globo

$n_i = P_i V_i^c / R T_i \Rightarrow \boxed{n_f = n_i - \Delta n}$

$\xrightarrow{}$ ¡Isotérmico en el cilindro!

$V_f^c = \dfrac{n_f R T_f^c}{P_f}$ En el cilindro, $T_f = 22°C$, $P_f$ dato, $R = R$ universal, y $n_f$ de la masa transferida.

$$\boxed{z_f = \frac{V_f^c}{A_c}}$$

e) Para hacer este problema razonaré en reversa.....

Supongamos que el cilindro está en la altura $z$.

$V_c(z) = A_c z$. Los moles actuales en el cilindro serán:

$n_c(z) = \dfrac{V(z)P(z)}{RT_c}$. Los moles transferidos al globo serán:

$$\Delta n = \overbrace{n_i}^{\text{mismo } n_i \text{ de la parte anterior}} - n_c(z)$$

Los moles actuales en el globo serán:

$n_g = n_i^g + \Delta n = \dfrac{P_i V_i^g}{RT_i} + n_i - n_c(z)$. El volumen actual del globo será:

$V_g(z) = \dfrac{n_g R T(z)}{P(z)}$. El diámetro actual será:

$D(z) = \left(\dfrac{6 V_g(z)}{\pi}\right)^{1/3}$ → Falta un dato para poder despejar completamente esta ecuación: la dependencia de la temperatura en el proceso del globo. Sabemos que pasa de 22°C a 30°C, pero no sabemos a qué ritmo.