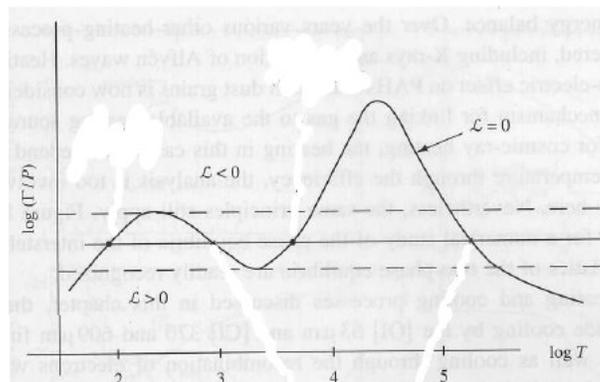


(Desarrolle sus respuestas y **cuide la presentación**. Con calculadora, sin apuntes.)

## I Phases del ISM y equilibrio termal.

1. Defina las fases del medio interestelar, dando densidad y temperaturas típica. Dé ejemplos de diagnósticos para cada fase. Calcule las presiones de las fases que definió, expresandolas como densidad de energía en unidades de eV.
2. Definimos la función de enfriamiento neta  $\mathcal{L} = n^2\Lambda - n\Gamma$ .  $\Lambda$  y  $\Gamma$  son constantes que sólo dependen de  $n, T$  a través de la composición del gas y efectos de transfer radiativo.  
¿Cómo puede identificar cuál de  $\Lambda$  o  $\Gamma$  es el término de enfriamiento o calentamiento? ¿A qué se deben, en función de las distintas fases del ISM?
3. Equilibrio termal corresponde a  $\mathcal{L} = 0$ , o sea  $\frac{\Gamma}{P} = \frac{\Lambda}{P} = \frac{\Lambda}{kT}$ . Consideramos un elemento de gas en el ISM, mantenido a  $P$  constante por su nube ambiente. En la figura a continuación la curva describe la función  $\Lambda/kT$  para la componente atómica/molecular del ISM. At  $\log(T) < 2,4$  hay un aumento exponencial debido a excitación de líneas moleculares por colisiones, la cual satura en  $\log(T) \sim 2,5$ , arriba de lo cual la función de enfriamiento esta dominada por recombinaciones ( $\Lambda \propto \sqrt{T}$ ), y luego vuelven a excitarse líneas atómicas en  $T \sim 10^4$  K. El calentamiento  $\Gamma/P$  es constante a  $P$  constante, y corresponde a la línea horizontal sólida.
  - a) ¿Cuales son los puntos de equilibrio termal? Comente acerca de la estabilidad de esos equilibrios (ayuda: considere una pequeña perturbación en  $T$ , y evalúe las consecuencias para  $\mathcal{L}$ )
  - b) ¿Cuántas fases espera para la componente atómica/molecular? Si la densidad de la fase más fría es del orden de  $10^4 \text{cm}^{-3}$ , estime la(s) densidad(es) de la(s) otra(s) fase(s) usando argumentos básicos. Concluya.



## II Retorno energético de SNe

*Esta pregunta es optativa para el pregrado.*

1. Describa la evolución y posibles estructuras de remanentes de SNe (SNRs).
2. Escriba la conservación de momentum para un SNR esférico, en la última fase de evolución, cuando el SNR ha evacuado una cavidad de radio  $r_s$  en un medio homogéneo con densidad  $\rho_0$ , y su velocidad es  $v_s = dr_s/dt$ .
3. Si al entrar en esta última fase,  $t \sim 10^4$  yr y  $r_s \sim 10$  pc en un medio con  $\rho_0 = 1 \text{ cm}^{-3}$ , obtenga la edad del remanente al final de su evolución, cuando su velocidad es  $v_f$ .
4. Calculemos ahora la eficiencia del input de energía mecánica al ISM por una SN con energía mecánica  $E$ . Si al entrar en la última fase la energía cinética del remanente es 28 % del total (la solución de Sedov), estime  $\eta = \frac{M_f v_f^2}{2E}$ , la eficiencia de retorno energético por SNe.

## III La nube molecular de Orion

Apoyese en sus conocimientos generales, y use las figuras a continuación, para responder las siguientes preguntas:

1. ¿Cuál es el ancho de la capa molecular en el disco galáctico?
2. Describa la cinemática de la nube de Orion.
3. Estime el tamaño de la nube, dando una distancia aproximada al centro de la nube. ¿Cuál es su lado cercano? ¿A qué distancia está?.
4. Calcule una masa aproximada para la nube usando,  $N(\text{H}_2)/W_{\text{CO}} = (1,8 \pm 0,3) 10^{20} \text{ cm}^{-2} \text{K}^{-1} \text{ km s}^{-1}$ , explicando y criticando el método usado (nota:  $W_{\text{CO}} = \int T dv$ ).
5. Explique la naturaleza del arco  $\text{H}\alpha$  (“Barnard’s Loop”).

La escala de colores sigue intensidad de  $H\alpha$ .

