

Introducción a la Astrofísica Relativista 2018

Práctica 5

Procesos radiativos 1.

1. ¿Cuál es la temperatura de un cuerpo negro que emite fotones con una energía media de 1 TeV ? ¿Cuál es la densidad de estos fotones?
2. Observaciones en radio indican que un remanente de supernova emite radiación sincrotrón producida por electrones relativistas con una distribución $N_e(E) \propto E^{-2.2}$. Observaciones polarimétricas, a su vez, indican que el grado de polarización de la radiación sincrotrón es del 10%. ¿Cuál es el grado de turbulencia del campo magnético, medido como la razón de la componente aleatoria a la componente homogénea del campo?
3. ¿Cuánto vale el tiempo de enfriamiento por radiación sincrotrón, para un electrón de 1 TeV en un campo magnético de 1 mG? ¿Cuál sería el valor correspondiente para un protón con el mismo factor de Lorentz?
4. El radio de curvatura de las líneas de campo en la región polar de un pulsar es $R_c \sim (cR_*/\Omega)^{1/2}$. Para un pulsar de período $P = 0.1$ s, hallar la energía típica de los fotones que emite un positrón que fue acelerado hasta 10 TeV en la región polar. Utilizar $R_* = 10^6$ cm.
5. Un electrón relativista atraviesa un medio en el cual la densidad de fotones es la de un cuerpo negro con temperatura $kT = 1$ eV (¿qué rango del espectro es este?). El campo magnético en ese ambiente es de 1000 G. Determinar cuál será el mecanismo de enfriamiento dominante. Supongamos ahora que en forma simultánea el electrón gana energía por un mecanismo difusivo de tipo Fermi de primer orden. Si la eficiencia del mecanismo de aceleración vale $\eta = 0.01$, ¿cuál es la energía máxima que pueden alcanzar los electrones?
6. Mostrar que la energía máxima de los fotones dispersados por efecto Compton inverso es $E_\gamma^{\max} = 4\gamma^2 E_{\text{ph}}$, donde γ es el factor de Lorentz del electrón y E_{ph} la energía inicial del fotón.
7. La eyección en forma de chorro (*jet*) de un microquasar inyecta electrones relativistas en la región donde es frenado por el medio interestelar (el *hot spot*), con una densidad de energía de $U_e = 100$ eV cm⁻³. Los electrones se distribuyen en energía según $N(E) \propto E^{-p}$ con $p = 2$ entre $E_{\min} = 1$ GeV y $E_{\max} = 10$ TeV. El *hot spot* tiene un tamaño lineal de 0.1 pc y el campo magnético allí es $B = 10^{-5}$ G.

- a) ¿Cuál es la potencia sincrotrón que se emite en la región ópticamente delgada del espectro ($\nu > 0.17$ MHz)? Graficar la SED.
- b) Calcular y graficar la SED sincrotrón para valores de p , E_{\min} , E_{\max} y B diferentes a los del inciso anterior. Variar estos parámetros de a uno y analizar cómo se modifica la SED en cada caso.