FI34A/2 Semestre 2008/1 Profesor: Felipe Barra

Solución Ejercicio N° 6

P1/

a) Para plantear el problema, se sustituye el cuerpo negro por un sistema equivalente, constituido por osciladores desacoplados a temperatura T, cuyas frecuencias naturales son las frecuencias propias del campo electromagnético en el interior del cuerpo negro. Para evitar la Catástrofe Ultravioleta, se aplica la Cuantización de Bohr-Sommerfeld, según la cual un oscilador armónico de frecuencia natural ν sólo puede tener energías de la forma:

$$E_{\nu,n} = cte + h\nu n$$

b) Supondremos que la energía del horno está dada por:

$$E_{HORNO} = K T_{HORNO}$$

donde $T_{HORNO} = T \pm \Delta T$, $\langle T_{HORNO} \rangle = T$

Al enfriarse, el horno emite energía en forma de radiación:

$$\Delta E_{RADIACIÓN} = E^{FINAL}_{HORNO} - E^{INICIAL}_{HORNO} = 2K\Delta T$$

i) La frecuencia de la radiación es máxima si se emite un solo fotón:

$$E_{RADIACIÓN} = 2K\Delta T = h\nu_{MAX} \Rightarrow \nu_{MAX} = \frac{2K\Delta T}{h} = 4.165 \cdot 10^{10}\ Hz$$

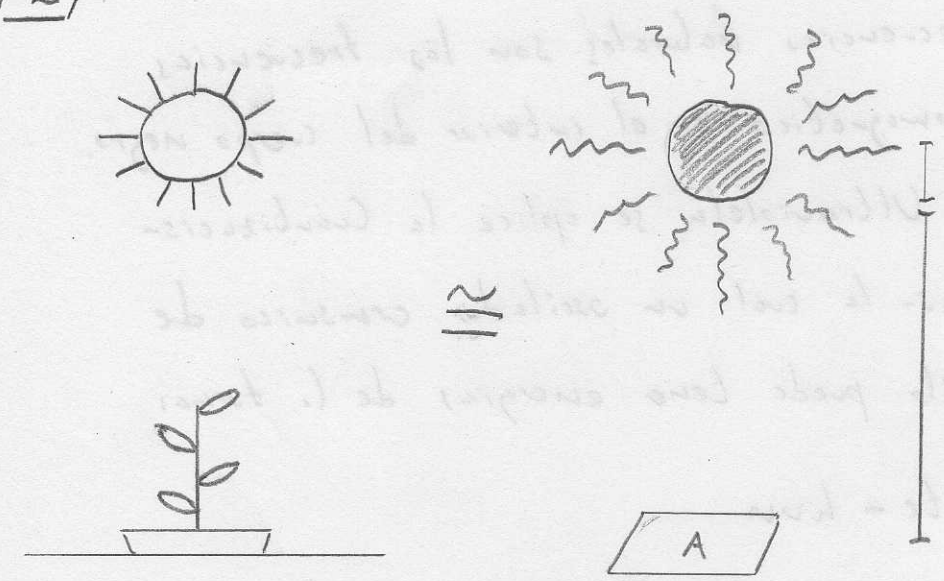
Si $h = 6.62 \cdot 10^{-34}\ J \cdot s$, $K = 1.38 \cdot 10^{-23}\ J/°K$, $\Delta T = 1°K$

ii) No es posible que el horno radie a $\nu = 10^{31}$ Hz, pues esta frecuencia es superior a ν_{max}.

En efecto, si suponemos que se emiten n electrones a frecuencia ν:

$$E_{RADIACION} = 2K\Delta T = h\nu n \Rightarrow n = \frac{2K\Delta T}{h\nu} = 4.165\cdot 10^{-21} << 1$$

P2/



Asemejamos la planta por una superficie plana de área A, y al Sol por un cuerpo negro a temperatura T

R: radio del Sol

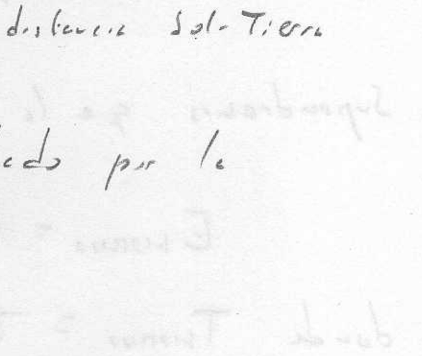
D: distancia Sol-Tierra

El flujo de energía en la superficie del Sol está dado por la Ley de Stefan-Boltzmann: $\|\vec{J}\| = \sigma T^4$

Sea $\vec{J}'$ el flujo que recibe la planta (tiene que ser menor que $\vec{J}$, pues se está más lejos).

La potencia radiada por el Sol es:

$$P_{TOT} = \iint_{B(R)} \vec{J}\cdot d\vec{S} = 4\pi R^2 J = 4\pi R^2 \sigma T^4$$



El flujo a distancia D (*) debe generar la misma potencia:

$$P_{TOT} = \iint_{B(D)} \vec{J}'\cdot d\vec{S} = 4\pi D^2 J' = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

* En realidad, R+D, pero $D \approx 200\cdot R$ así que $R+D \approx D$

$$\Rightarrow \quad J' = \left(\frac{R}{D}\right)^2 \sigma T^4$$

Energía recibida por la planta

$$\Delta E = t\cdot\iint_{\text{PLANTA}} \vec{J}'\cdot d\vec{S} = t\cdot J'\cdot A = \left(\frac{R}{D}\right)^2 A\, t\, \sigma T^4$$

Si $T_{sol} = 5960\ °K$, $A = 0.5\ m^2$, $\sigma = 5.6\cdot10^{-8}\ \text{Watt}/m^2\,°K^4$

$D = 1.5\cdot10^{11}\ m$, $R_{sol} = 7\cdot10^{8}$, $t = 12\ \text{Hrs} = 43200\ s$.

$$\Rightarrow \quad \Delta E = 70291200\ J \quad //$$

Obs. si el término $\left(\frac{R}{D}\right)^2$ se desprecia, estaríamos calculando la energía transferida a la planta si ésta estuviera sobre la superficie del Sol.

$\cancel{\Delta E = 3\cdot10^{12}\ J}$