

*J'voudrais travailler encore - travailler encore
Forger l'acier rouge avec mes mains d'or
Travailler encore - travailler encore
Acier rouge et mains d'or*

B. Lavilliers Les Mains d'Or

Objectiu: exploteu l'espectre continu del cos negre

Mots Clau: temperatura, longitud d'ona, llei de Plank, llei de Stefan, llei de Wien, espectre continu.

Cos Negre



lava "Piton Fournaise"

És el mateix fenomen que explica el color de les brases del foc de camp, de la placa de vitroceràmica, de la lava del "Piton de la Fournaise" o dels estels de la Galàxia: la radiació de llum dels cossos negres.

Definició del cos negre:

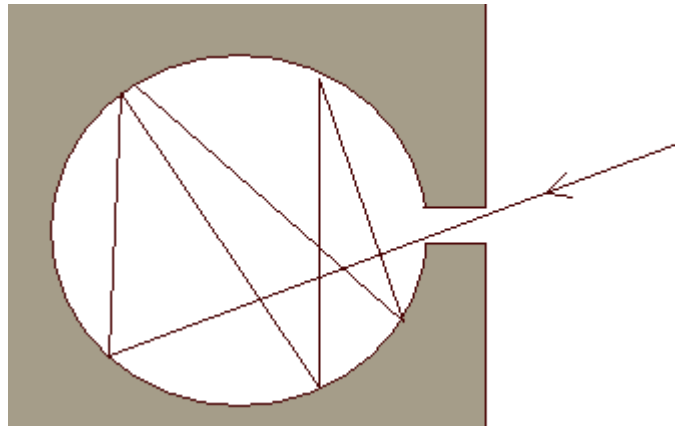
Un tros de carboni constitueix la primera aproximació al cos negre.

El seu color negre indica que absorbeix totes les longituds d'ona de la llum que rep .

No s'emeta cap longitud d'ona (visible) de la llum blanca que rep i el cos ens apareix **negre**.

Estem ben segurs però que cap longitud d'ona, ni tan sols una fracció, no s'emeta?

Per estar segurs que tenim un cos negre perfecte, es representa així: és una cavitat foradada en un material absorbent i comunicant amb l'exterior per un orifici molt petit.



Tot raig lluminós que entra per l'orifici està sotmès a reflexions i absorcions successives i no en pot sortir: cap llum no surt del forat que per fora sembla un orifici perfectament negre.



D'entre tots aquests objectes de sobre la taula, quin s'apropa més d'un cos negre perfecte?

Com dins d'un forn: quan mirem a l'interior d'un forn **fred** suficientment profund, ens sembla.... **negre**.



Tot canvia quan elevem la temperatura del forn, la cavitat (el cos negre) es posa a emetre llum.

✎ Si es suposa que la temperatura creix d'esquerra a dreta, classifiqueu, en l'ordre correcte, els colors que agafa el forn quan s'engega:
vermell fosc, negre, vermelló, taronja, blanc, vermell sang

Vermelló: Vermell viu ataronjat.

Repartició (luminància) espectral

La formula de Planck:

$$L_{\lambda} = \frac{1,19 \cdot 10^{-16}}{\lambda^5} * \frac{1}{e^{\frac{1,438 \cdot 10^{-2}}{\lambda T}} - 1}$$

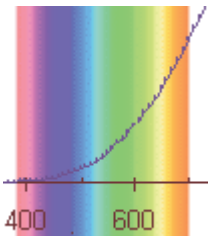
dóna la luminància espectral en funció de la longitud d'ona λ i de la temperatura T.



Utilitzeu el fitxer planck.xls per observar la influència de la temperatura del cos negre sobre la luminància espectral.

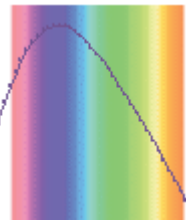
Feu variar la temperatura en la cèl·lula de fons vermell: 6000 o 3000 K. Observeu la modificació de la repartició espectral .

Interpretació:

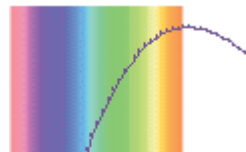


La temperatura és de 2000K. La repartició espectral demostra que la luminància és veïna de zero pel violeta i pel blau: no hi ha blau. La luminància és màxima pel vermell. La llum emesa pel cos negre és vermell (fosc).

La temperatura és de 6000K. La repartició espectral demostra que la luminància és màxima pel blau i el violeta, i més baixa pel vermell (però no nul·la). La llum és un blanc (totes les longituds d'ona visibles són presents) ric en blau: blanc blavós.



✎ Quina és la temperatura que dóna un màxim pel color vermell?

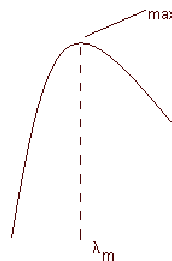


Llei de Wien:

La luminància espectral passa per un màxim.


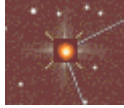




La longitud d'ona corresponen a aquest màxim λ_m la dona la llei de Wien.

$$\lambda_m T = 2,8978 \cdot 10^{-3} \text{ m.K}$$

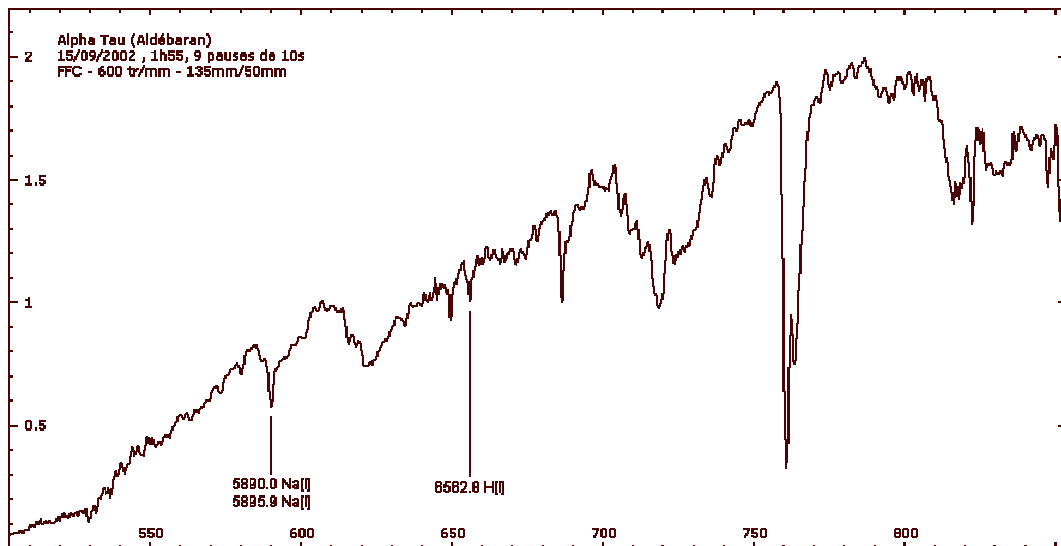


Quina és la temperatura corresponent al color vermell de longitud d'ona 700nm?

 Completeu la taula següent :

	Lava del Piton de la Fournaise 	Bételgeuse Constel·lació d'Orió 	Planxa 	Superfície del Planeta Terra 	Rigel Constel·lació d'Orió 	Sol 
Temperatura (K)	1500					
Temperatura (°C)		3100	300	25	12000	
λ_m (nm)						470
Visible /UV /IR						Visible

La imatge següent representa la repartició espectral per l'estel Aldébaran de la Constel·lació del Taure



 Deduïu el color d'Aldébaran i la seva Temperatura de superfície.

A la Terra, el diòxid de carboni i el metà són els gasos responsables de l'efecte hivernacle (escalfament del planeta).

La taula següent dóna un extracte de les propietats dels gasos d'efecte hivernacle.


gasos d'efecte hivernacle	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Abundància en l'atmosfera	de l'ordre de 1%	feble	rar
Poder relatiu a l'absorció de la radiació INFRAROJA (per unitat de volum, portat al del CO ₂)	1	32	160
Contribució a la intensificació de l'efecte hivernacle	alta	feble	molt feble

 Per què només es parla d'irradiació infraroig en la taula?

Llei de Stefan :

La potència irradiada per unitat de superfície, totes les longituds d'ona confoses:

$$M = 5,67 * 10^{-8} * T^4$$

 Utilitzant les dades de la taula de la pàgina precedent, demostreu que si el Sol és només 20 vegades més calent que la Terra, la seva potència irradiada per unitat de superfície és 160.000 vegades més gran.

 Els habitants d'un planeta extra solar ens poden veure?

Material: tros de carbó de llenya, una bola de Nadal amb l'interior ennegrit, una placa de vitroceràmica, un bec elèctric, una bombeta a incandescència i el seu generador variable, un ordinador amb Excel, una fotografia de la Constel·lació d'Orió.