

Els colors del blanc



Què et semblen els colors irisats d'un CD quan la llum del Sol es reflecta en la seva superfície? Bonics, oi?

És clar que són bonics. Però són molt més que això: el fenomen físic que els produeix resulta a més extremadament útil. Es tracta d'un mètode molt eficaç per separar diferents longituds d'ona. La llum de cada longitud d'ona té la seva pròpia història: la seva font de llum, la seva procedència i el material pel que ha passat en la seva trajectòria. Per tant, si la llum fos un llibre, examinar l'espectre (les diferents longituds d'ona) seria com llegir les seves pàgines.

Material: un CD, font de llum blanca, xarxa de difracció.

En l'experiment de la doble esclatxa vàrem descobrir que les direccions dels màxims depenen de la longitud d'ona de la llum. En conseqüència, diferents longituds d'ona produiran màxims en diferents direccions. Però hi han dos aspectes importants que distingeixen la difracció en un CD de la doble esclatxa:

- 1) enlloc de dues esclatxes, es poden utilitzar moltes, sempre que la distància entre elles sigui idèntica. D'aquesta manera, pot passar més llum a través de la retícula.
- 2) La llum no ha de passar necessàriament a través de la retícula; l'efecte és el mateix en la reflexió: enlloc de zones transparents, tenim superfícies reflectants i altres que absorbeixen o dispersen la llum.

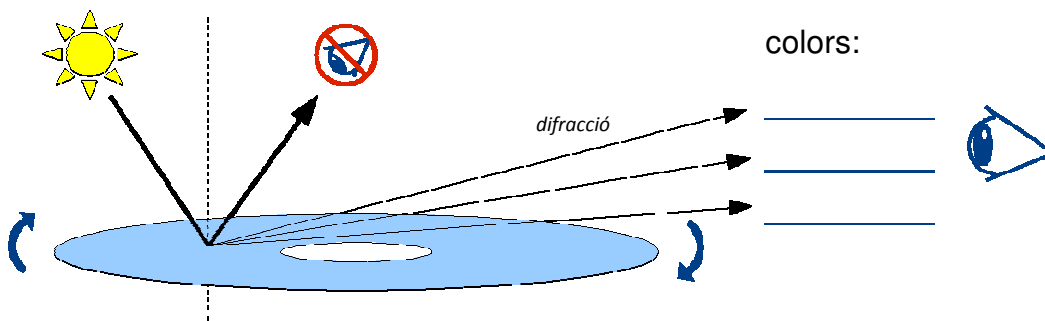
Un CD és bàsicament un mirall pla amb osques diminutes. En aquestes osques es reflecta menys llum que en les zones buides en les que està codificada la informació. Les osques descriuen una llarga espiral amb espais regulars d'exactament $1,6 \mu\text{m}$ entre les línies. L'exactitud de la disposició de les línies de dispersió sobre la seva superfície reflectora fa dels CD excel·lents esclatxes de difracció i genera els colors que podem veure.



- 1) Agafa un CD i subjecta'l de forma que puguis veure reflectada la làmpada. **Inclina el CD** lentament cap a tu. Més o menys quan el reflex de la làmpada desaparegui de l'extrem superior (el més allunyat de tu), podràs veure el primer ordre de difracció, que és una franja allargada de llum dels colors de l'arc de sant Martí. A mesura que inclinis el CD, quin color apareix primer i quin és el darrer?



- 2) Quina longitud d'onda divergeix quan l'angle és major, la més curta (blava) o la més llarga (vermella)?



- 3) Un mètode tan senzill com inclinar un CD permet analitzar els espectres de diferents fonts de llum. Fixa't bé: quina diferència estimes entre la llum del Sol i la llum d'un tub fluorescent o d'una bombeta de baix consum?

4

Segurament t'has fixat que l'espectre d'un tub

fluorescent o una bombeta de baix consum no és continu, sinó que està format per unes poques longituds d'ona. Quins **colors diferents** has vist? Escribeu cada color en una línia i deixa una mica d'espai a la dreta.

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

En el següent experiment mesurarem les longituds d'ona que es corresponen amb els colors que acabes d'enumerar. Encara que un CD resulta molt útil per veure l'espectre, no és el millor instrument per *mesurar-lo*. Ara construiràs **el teu propi espectròmetre**. Enlloc d'un CD, farem servir una làmina transparent amb moltes ranures paral·leles a una distància exacta de 1 μm entre si. Agafa la làmina amb compte, per les vores, i mira al teu voltant a través de ella. Pots veure fragments de color?

5

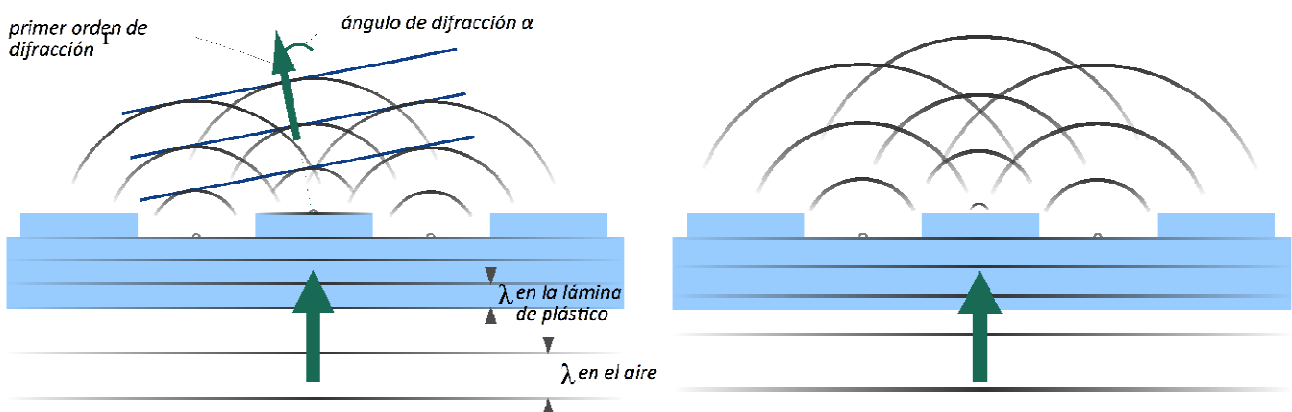
Com actua la difracció sobre aquesta làmina? El fenomen físic que podem descobrir és el mateix que en l'experiment de la doble esclatxa. La diferència més important és que la làmina permet que passi més llum.

Els ordres de difracció són, per tant, més brillants i més fàcils de veure.

En l'experiment de la doble esclatxa la màscara bloqueja la majoria de la llum. El primer que s'ha de fer per evitar que ocorri és utilitzar més esclatxes. Aquestes s'han de situar a intervals exactament iguals. Tot i així, tota la llum que incideix en les barres negres es perd i no la podem observar. A la làmina de difracció, aquestes barres negres se substitueixen per barres en què la làmina és una mica més ampla. La llum passa a través de la làmina un 33% més lent que a través de l'aire. Per tant, quan la llum que entra a les zones més espesses arriba a la cara posterior de la làmina, la llum que ha passat per les zones més fines ja passa per davant. Si la diferència de gruix està ben calibrada respecte els intervals de les barres, les ones d'ambdues zones interferiran de forma constructiva en un angle que depèn de la longitud d'ona de la llum.

6

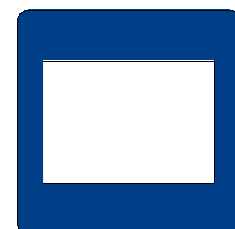
La següent figura mostra els fronts d'ona de la llum que travessa una xarxa de difracció com la làmina que tens a la mà. Utilitza la representació de la dreta per predir el canvi en l'angle de difracció α per a una longitud d'ona superior: com més gran sigui la longitud d'ona, _____ serà l'angle de difracció.

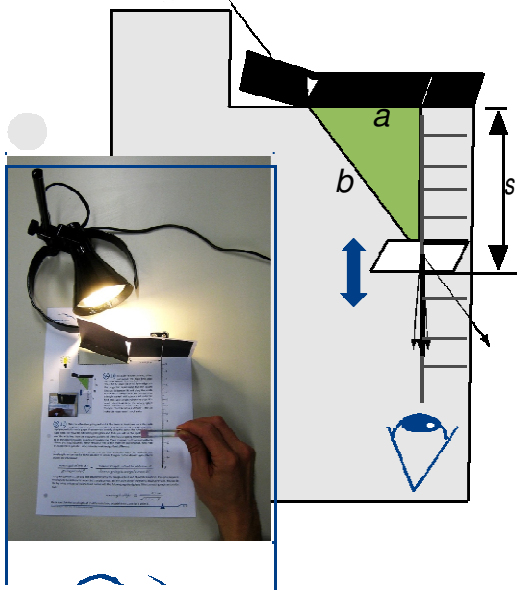
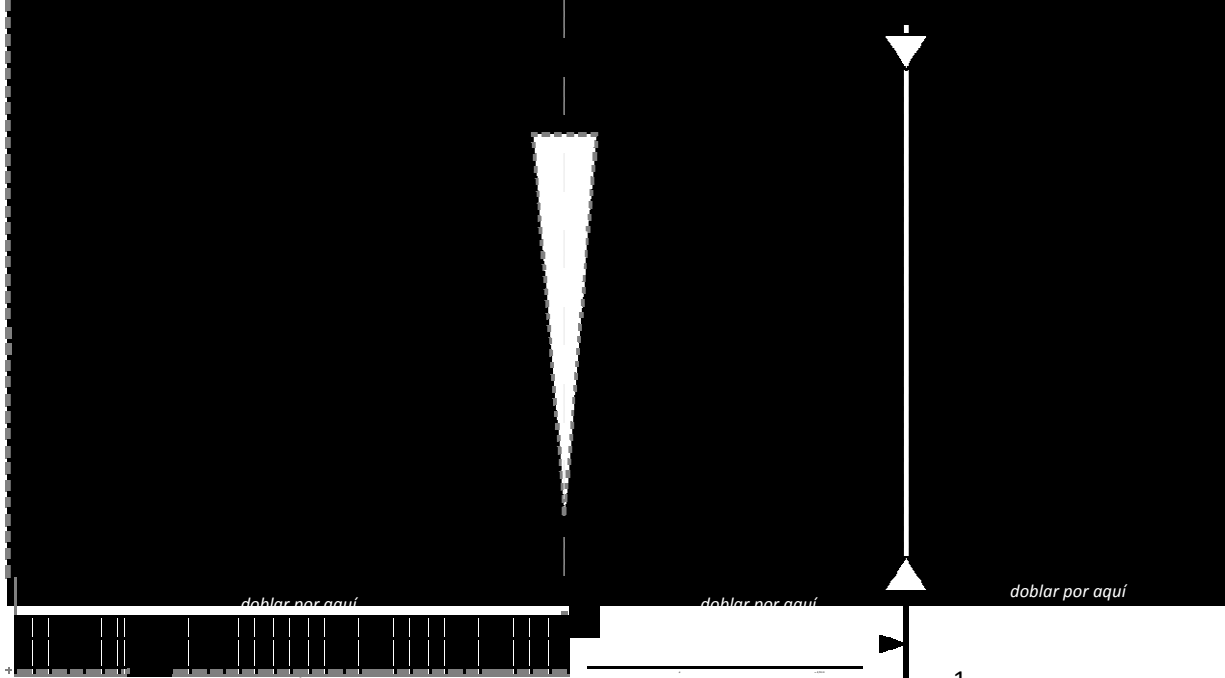


7

Les ranures de la làmina són massa fines perquè les puguem veure a simple vista. De totes maneres, es pot saber

com estan **orientades** a la làmina. Recorda l'experiment de la doble esclatxa: com estaven orientades les esclatxes respecte el patró de difracció? En el marco de la dreta, traça línies per representar l'orientació de les ranures i fletxes per indicar la direcció de la difracció de l'espectre:





Per construir l' espectròmetre, retalla amb unes tisores el camp negre per les línies grises de punts marçades. Després plega el camp negre per la vora inferior sobre la pàgina. Torna a plegar-lo per les línies de punts fines de la part inferior esquerra i pel mig del triangle blanc. A continuació, retalla el triangle blanc marcat amb unes tisores i posa el camp de peu en un angle adequat respecte la pàgina. El resultat s'ha d'assemblar al que mostra la il·lustració. Col·loca cinta adhesiva translúcida a la part del darrere de l'orifici triangular perquè actuï com a difusor i faciliti la mesura.



Agafa la xarxa de difracció i sostén-la com s'indica a la il·lustració. Demana a un/a company/a que comprovi que el camp negre i la xarxa estan perpendiculars

a la pàgina mentre realitzes la mesura. Si observes amb deteniment l'escala de la línia blanca del camp negre i mous la xarxa de difracció cap endavant i cap enrere, veuràs com canvia l'espectre sobre la línia blanca. Marca les diferents posicions de la xarxa de difracció en les que la punta dels triangles de colors se superposen a la línia blanca. Aquests triangles s'han de correspondre amb els colors que has apuntat abans (4). Anota el color a prop de la marca de posició corresponent. Fes-ho amb la major precisió possible, un mil·límetre suposa una gran diferència.

Els triangles de colors que veus són el primer ordre de difracció. Per calcular la seva longitud d'ona, podem utilitzar el sistema de triangles semblants que ja vàrem aplicar a l'experiment de la doble esclatxa:

$$\frac{\text{longitud d'ona de la llum } (\lambda)}{\text{interval de l'esclatxa } (d)} = \frac{\text{distància entre l'orifici triangular i la línia blanca } (a)}{\text{distància entre la xarxa i l'orifici triangular } (b)}$$

Els intervals de la xarxa són de 1 μm i la distància entre l'orifici triangular i la línia blanca és de 4,5 cm. Per tant, només has de calcular la distància entre l'orifici triangular i el punt en el que la xarxa travessa l'escala. Pots utilitzar el teorema de Pitàgores. Obtindràs la següent equació (indica el valor que falta a la línia blava):

$$\text{longitud d'ona de la llum} = \frac{\text{_____} \cdot 4,5 \text{ cm}}{S^2 + (4,5 \text{ cm})^2}$$

Calcula la longitud d'ona dels diferents colors i anota-la a la llista del punt 6.