

La llum que pot veure (detectar) l'ull humà, és el que anomenem la llum visible, que inclou tots els colors de l'arc de Sant Martí.

El concepte

La llum forma part d'un concepte més ampli que anomenem radiació electromagnètica. A banda de la llum visible, que com hem dit comprèn tots els colors des del violeta fins al vermell, aquesta radiació electromagnètica també inclou altres tipus de radiacions. Per exemple, més enllà del violeta, amb una energia més gran trobem la radiació ultraviolada, que és la que ens posa morenos o ens crema si no ens hem posat protecció solar a la platja. Per altra banda, més enllà del vermell, amb una energia més petita, trobem la radiació infraroja que és la que ens fa sentir l'escalfor del Sol. Altres tipus de radiació que també formen part de la radiació electromagnètica, que tenen característiques semblants a les de la llum i que podem trobar a casa nostra són, per exemple, la radiació de microones, que l'utilitzem cada dia per escalfar els aliments, o la radiació de radiofreqüències, que a banda d'utilitzar-la per poder escoltar la ràdio, també la fem servir quan volem canviar el canal del televisor a través del comandament a distància.

La llum consta de diferents característiques. Entre elles la intensitat, que utilitzem per il·luminar-nos amb fonts de llum artificials, com els LEDs o els fluorescents. Aquesta



intensitat de la llum va disminuint a mesura que ens anem allunyat de la font emissora de llum (LED, fluorescent, Sol, etc.) fins que arriba un punt que aquesta intensitat és tan petita que no ens permet veure. Per això, una llanterna, no permet veure-hi més enllà d'uns pocs metres.

La llum no s'utilitza només per il·luminar-nos. Li podem donar altres usos. Per exemple el làser, que és una llum molt intensa que ens permet realitzar accions tan diverses i tan precises i delicades com tallar metalls o realitzar cirurgia en l'ull humà. Una altra aplicació molt estesa de la radiació electromagnètica, tot i que els nostres ulls no la puguin veure, són els sensors de moviment que detecten si una persona ha entrat, per exemple, al replà de l'escala i que fan que la llum s'encengui automàticament!

La científica pionera

Hedwig Kohn



Va néixer el 1887 a Breslau, avui Wrocław al sud-oest de Polònia, però que en aquell moment era part d'Alemanya, en el si d'una família jueva. La Hedwig va ser una de les dones pioneres en l'estudi de la llum al món i una de les tres primeres professores de Física en una universitat alemanya. Amb 20 anys va començar a estudiar a la Universitat, tot i que només hi podia anar a escoltar, perquè com era una noia, no la reconeixien com a alumna. Tot i això, va aconseguir el seu títol de doctora en Física l'any 1913, i es va centrar en investigar sobre la intensitat de la llum. No va ser fins l'any 1930 que li van permetre ser professora a la Universitat, però tres anys més tard, amb l'arribada d'Adolf Hitler al poder, li van prohibir fer classes perquè era jueva. Inquieta com era, es fa refugiar en un petit traster de la Universitat, on els estudiants i els seus companys de feina encara l'anaven a visitar per demanar-li consell. L'any 1938, davant l'ofensiva Nazi contra els jueus, va poder escapar d'Alemanya cap a Suècia. Des d'allà va travessar tota Rússia fins la frontera amb Xina, des d'on va poder arribar als Estats Units, tot i que molt malalta. Als Estats Units va esdevenir professora de la Universitat de Carolina del Nord. La Hedwig va fer grans aportacions científiques sobre com mesurar la intensitat de la llum i va rebre molts premis.

La científica actual

Laura Lechuga



La Laura va néixer a Sevilla el 1962. És química i es reconeguda pel desenvolupament de sensors de llum molt petits per fer anàlisis mèdiques. Actualment treballa a l'Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (Bellaterra), després d'haver treballat a Noruega. També

es professora convidada en una universitat de Brasil. Ella creu que aquests sensors tan petits ens permetran curar als diferents pacients d'una forma feta a mida per cada persona. En un futur, espera que es pugui saber amb aquests sensors si una persona té una malaltia concreta, si un aliment està contaminat o si l'aigua de la platja no està contaminada i ens hi podem banyar, per exemple. De fet, investiga per desenvolupar nous sensors que ens permetin diagnosticar malalties com el càncer o la malària. Ha fundat diverses empreses per comercialitzar aquest tipus de sensors. Ha rebut diversos premis i reconeixements a nivell internacional, entre ells, la seva inclusió en el Portal de Dones Acadèmiques Excel·lents l'any 2017.

Viatge en el temps



HEDWIG KOHN

1887-1964

Hedwig Kohn va mesurar la intensitat de la llum.



MARTHA JANE BERGIN THOMAS

1926-2006

Va fer que la llum de les bombetes fluorescents fos més semblant a la llum natural.



MARY LOUISE SPAETH

1938

Va inventar el làser basat en un líquid que pot canviar de color.



LAURA LECHUGA

1962

Fa sensors per fer anàlisis mèdiques mesurant el canvi d'intensitat de la llum.

La cullera màgica

Dificultat: molt fàcil

Durada: 5 minuts

Preu: 1 euro

Objectiu:

Estudiar les imatges creades per la reflexió de la llum en les dues cares d'una cullera.

Material necessari:

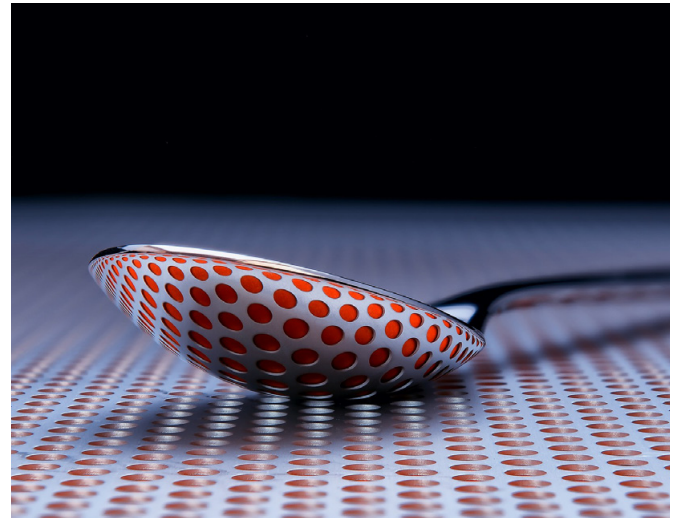
> Una cullera metàl·lica.

Procediment

1. Els alumnes es miren a la cullera, pel cantó còncav. Anoten al full de notes/llibreta la imatge que veuen (augmentada o no; invertida o no).
2. Giren la cullera, i es tornen a mirar per la part convexa. Anoten al full de notes/llibreta la imatge que veuen (augmentada o no; invertida o no).

Resultat

Els objectes els podem veure perquè la llum que incideix en ells rebota i ens arriba a l'ull. Un cas molt especial és el del mirall, en el qual els raigs de llum que han rebotat en la nostra cara són reflexats i ens tornen la nostra imatge. Si el mirall és pla, la imatge la veiem tal com és l'objecte, és a dir la mateixa orientació i la mateixa mida.



La cullera actua com un mirall, però no és un mirall pla, sinó que és un mirall corbat, convex o còncav, depenent del costat per on ens mirem. El mirall convex es forma quan ens mirem a la cullera pel costat on no podem posar la sopa i el mirall còncav es forma en la part de la cullera que contindria la sopa. Degut a la curvatura d'aquest mirall, els raigs de llum reflexats pel mirall canvien la direcció del seu camí, enganyant al nostre ull de forma que veu una imatge deformada d'aquell objecte. Així, per exemple, el mirall còncav fa que la imatge es vegi cap per avall, per tant que s'inverteixi, mentre que el mirall convex manté la orientació de la imatge, però en modifica la mida.

Qüestions

1. Et veus igual en els dos costats de la cullera?

Fem llum blanca!

Dificultat: mitjana

Durada: 30 minuts

Preu: 20 euros

Objectiu:

Observar la suma de llums de colors per formar llum blanca.

Material necessari:

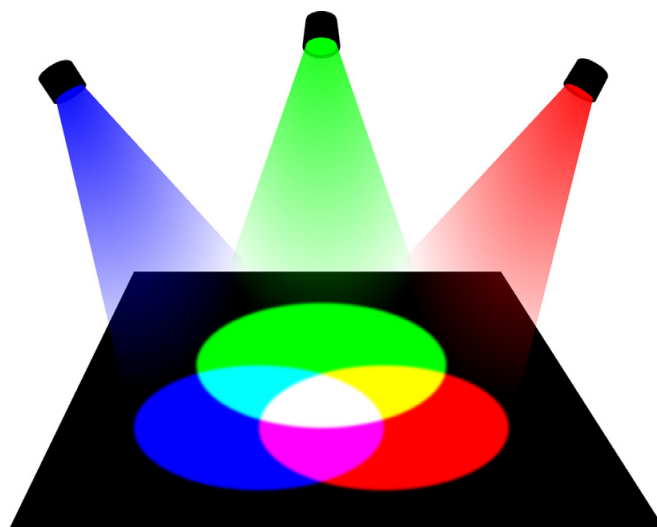
- > 3 llanternes iguals.
- > 3 carpètes classificadores de plàstic transparent de colors: una vermella, una blava i l'altra verda.
- > Tisores.
- > Cinta adhesiva.
- > Pantalla blanca o paret blanca.

Procediment

1. Retallem un disc de cada carpeta de plàstic de la mida de la boca de la llanterna.
2. Enganxem cada disc a una llanterna diferent.
3. Il·luminem amb aquestes llanternes la pantalla o paret blanca, mantenint les llanternes sempre a la mateixa distància de la pantalla o paret. Mentre mantenim fixa la posició del feix vermell, fem que el feix blau es superposi només sobre un terç del feix vermell. Finalment, afegim el feix verd perquè es superposi un terç sobre el feix blau i un terç sobre el feix vermell. El que pretenem és reproduir el patró de colors que s'observa en la imatge. Observem què passa quan els colors s'afegeixen l'un a l'altre.

Resultat

Quan barregem llum blava i vermella, el nostre ull percep el color magenta. Quan barregem llum blava i verda, el que observem és el color cian. Quan barregem llum vermella i llum verda, el nostre ull percep el color groc.



Si finalment barregem llum blava, vermella i verda simultàniament en les proporcions adequades, el que observem és la formació de llum blanca. Això és així si la intensitat de la llum de diferents colors és la mateixa (en el nostre experiment, si les llanternes són iguals i fem que la distància entre les llanternes i la paret o la pantalla sigui sempre la mateixa). Si la intensitat de les llums vermella, blava i verda són diferents, llavors podem veure una multitud de colors diferents. Aquest és l'efecte en el que es basen les pantalles dels televisors, que contenen minúscules "bombetes" de llum de colors vermell, verd i blau. Jugant amb la mescla d'aquestes llums es generen els diferents colors que formen les imatges que veiem al televisor. També la llum del Sol diem que és llum "blanca", però com ja sabeu aquesta està formada per la barreja de la llum dels colors de l'arc de Sant Martí.

Qüestions

1. Què succeeix quan superposem els feixos de llum blau i vermell?
2. Què succeeix quan hi afegim el feix de llum verda? Què passa a la superposició amb el feix de llum vermella? I a la superposició amb el feix de llum blava? I si mirem on se superposen els tres feixos, què hi observem?

EXPERIMENTS

LA LLUM

La fletxa desorientada

Dificultat: fàcil

Durada: 15 minuts

Preu: 1 euro

Objectiu:

Observar les imatges formades per lents.

Material necessari:

- > Un got de vidre transparent incolor cilíndric.
- > Un paper amb dues fletxes horitzontals dibuixades en la mateixa direcció i mateix sentit, una a sobre de l'altra.
- > Aigua.

Procediment

1. Col·loquem el paper amb les fletxes dibuixades darrera el got i n'observem la imatge a través d'ell.
2. Omplim mig got amb aigua, de forma que aquesta només cobreixi la imatge d'una de les fletxes.
3. Tornem a observar la imatge de les fletxes formada pel got, i ajustem la posició del paper, endavant i endarrere, fins que la imatge de la fletxa que queda coberta per l'aigua canviï de sentit. Segons la curvatura del got, la distància entre el got i el paper variarà perquè es pugui observar aquest efecte òptic, degut a que hem d'ajustar el que anomenem la distància focal, que és la distància òptima perquè es pugui formar bé la imatge a través del vidre del got, que actua com una lent.

Resultat

Tots hem vist alguna vegada que quan posem un llapis o un bolígraf dins d'un got ple d'aigua, i ens el mirem des de fora, sembla que estigui trencat. Aquest efecte és degut a la refracció de la llum, un fenomen que fa que quan la llum viatja a través de dos medis diferents (per exemple,



aire i aigua) canviï de direcció degut a que viatja a una velocitat diferent en cada medi. Com que la llum que rebota en aquell objecte canvia de direcció, quan arriba al nostre ull, l'enganya i sembla que vingui d'un altre lloc, i per això ens sembla que el llapis estigui trencat.

En el nostre experiment juguem amb aquest efecte, combinat amb l'efecte de la lent o efecte lupa, que concentra els raigs de llum en un punt que es troba a una determinada distància de la lent, el que coneixem com a distància focal. Aquest efecte l'aprofitem en les ulleres graduades per corregir la vista i poder veure amb nitidesa les imatges.

Quan combinem aquests dos efectes tornem a enganyar el nostre ull, i ens sembla que la fletxa ha canviat de direcció, però en realitat, si mirem el paper sense fer-ho a través del got, veurem que la fletxa continua sent exactament la mateixa que a l'inici. Per tant tan sols canvia la imatge que nosaltres rebem.

Qüestions

1. Què li passa a la fletxa de sota quan posem aigua al got?
2. Si moum el paper endavant i endarrere, la imatge de la fletxa de sota sempre es veu igual? Anota la distància que has de tenir entre el got i el paper perquè la fletxa de sota canviï la direcció cap on apunta quan la mires a través del got.

Fem desaparèixer l'ampolla!

Dificultat: fàcil

Durada: 15 minuts

Preu: 5 euros

Objectiu:

Observar com el canvi de la velocitat amb la que la llum es propaga en diferents medis es pot aprofitar per fer invisible un objecte a l'ull humà.

Material necessari:

- > Ampolleta de vidre (de salsa de Tabasco per exemple).
- > Got de vidre suficientment gran perquè hi càpiga l'ampolleta de vidre a dins.
- > Aigua.
- > Glicerina (es pot trobar fàcilment a les farmàcies).

Procediment

1. Omplim el got, fins un terç de la seva capacitat, amb aigua.
2. Introduïm l'ampolleta dins el got i observem el que succeeix.
3. Traiem l'ampolleta de dins del got, i també l'aigua. Tornem a omplir el got, fins un terç de la seva capacitat, aquest cop, però amb glicerina.
4. Tornem a introduir l'ampolleta dins el got i observem el que succeeix.
5. Tornem a treure l'ampolleta de dins del got.
6. Omplim l'ampolleta amb glicerina, i la tornem a introduir dins el got (que continua amb un terç de la seva capacitat ple de glicerina). Observem el que succeeix.



Resultat

En aquest experiment tornem a jugar amb la velocitat a la que la llum es propaga en diferents medis. La velocitat a la que la llum es propaga dins el vidre i dins la glicerina és molt semblant. Per tant els raigs de llum no es desvien quan passen del vidre a la glicerina o a la inversa. Això fa que la frontera entre el vidre i la glicerina sigui invisible per l'ull humà. Així, quan tenim aire o aigua en el got o en l'ampolla, podem distingir clarament l'ampolla dins el got, perquè la velocitat de propagació de la llum al vidre, a l'aigua o a l'aire és molt diferent. En canvi, quan l'ampolleta està plena de glicerina i el got també conté glicerina no observarem l'ampolla. Aquesta s'haurà fet invisible! Però no és màgia, recordeu que és simplement perquè la velocitat a la que la llum es propaga en el vidre i en la glicerina és molt semblant!

Qüestions

1. Què succeeix quan introduïm l'ampolleta buida al got que conté aigua?
2. Què succeeix quan al got hi tenim glicerina enlloc d'aigua? És el mateix que l'ampolla sigui buida o plena de glicerina?
3. I si al got hi tenim aigua i l'ampolla està plena d'aigua, què creus que passarà? Desapareixerà l'ampolla en aquestes condicions? Per què? Respon a aquesta pregunta un cop la professora t'hagi explicat perquè desapareix l'ampolla quan l'omplim de glicerina.