ICFO

The Institute of Photonic Sciences

1er Congrés de Fotònica per a Joves

20 de novembre 2015

ECOP

European Centres for Outreach in Photonics

GoPhoton!

Photonics: Discover the Power of Light

INTERNATIONAL YEAR OF LIGHT 2015

Procés construcció Eye Tracker DIY i ús d'aquest per a l'estudi de la hipòtesi ull-ment	1	*Joan Vendrell Gallart*
Jugant amb la fotònica - Experimentació i avaluació del toolkit "Photonics Innovator"	2	*Anna Aguareles Azanuy, Marc Salazar Pinyero, José Antonio Lerma*
L'electroluminiscència i l'efecte fotoelèctric, dos mètodes per a determinar la constant de Planck	3	*Elisabet Roda Salichs*
Estudi teòric i experimental de l'espectre d'emissió de l'àtom d'Hidrogen	4	*Júlia Calvet Girart, Júlia Cao Sánchez Gerard Castro Castillo*
El Grafè aplicat a l'energia solar fotovoltaica i la creació d'un mòdul fotovoltaic amb pasta de dents	5	*Ismael Pérez Solf*
El futur en mans dels Fotons	6	*Glòria Boqué Estil·les*
Estudi dels fotons i de les seves aplicacions	7	*Júlia Santasusagna*
Experimento para medir la velocidad de la luz	8	*Alejandro Corchón Franco*
Veure el so amb un globus i un làser	9	*Joaquín Touron Morris*
Cercant la invisibilitat	10	*Víctor González Chirivella*
L'espectrometria: identificació de la composició de diversos objectes mitjançant la creació d'un espectròmetre casolà	11	*Guillem Romea Miquel*
Llum, pinces òptiques... acció.	12	*Cinta Gomis*
Desenvolupament d'un sistema de reconeixement facial	13	*Pau Font Salat*
La llum: els fenòmens de la dispersió, la reflexió i la refracció.	14	*Oriol Masdeu, Iván Sánchez*
¿Cómo obtener la longitud de onda de un haz de un láser a partir de métodos interferométricos?	15	*Blanca Puche Perna*
Max Planck a l'aula	16	*Lidia Navarro Amill, Leia Varas Lugilde, Basma Essalhi, David Morgadas Palau, Paul Pustai*
Com es fa un nanomaterial?	17	*Miquel Minguillón Rosa, Xavier Minguillón Rosa*
El Grafè: el material del futur	18	*Laia Sánchez Tolo*
Estudi de la capacitat d'emmagatzematge en els CDs i DVDs	19	*Pau Matarrodona Moragas*
Copper nanoparticle study for later application in thin film solar cells	20	*Pau Batlle Franch*
Música a la velocidad de la luz	21	*Manel Moruno Marasanz, Oriol Teller Ferreti*
Les propietats físiques dels LED: la corba I-V i la il·luminació	22	*Albert López Huertas*
Simulating Randomness	23	*Mar Benavides i Nebot*

How to design lenses to manipulate the emission of LEDs	24	*Laura Moreno Carbonell*
Saps el què és realment la llum?	25	*Laura Aniento Medina, Maria Fernández Martín, Guillem Pérez Rigau, Ariadna Torrado Aragón*
La Llum: Tot el que ens envolta	26	*Roger Conesa Ribas, Carlota Losada Hernández*
Aplicacions del làser: La reflexió total	27	*Miquel Marín Medina, Guillem Martínez Sardà, Eduard Mauri Rodríguez, Joel Quiles Romero*
La màgia de l'òptica geomètrica	28	*Albert Dorca Cifuentes, Nuria González Lacueva, Marta Segura Aymerich, Queralt Vilaseca Gramunt*
2015 l'Any Internacional de la Llum. La fibra òptica	29	*Ainhoa Peñas Jiménez, Júlia Rey Vilches, Clàudia Río Bergé, Marta Valencia Marimon*
L'avantpassat de la nostra càmera fotogràfica	30	*Guillem Bernal Fernández, Biel Castaño Segade, Marc Vallverdú Domenech*
2015 Any de la Llum	31	*Oriol Molina López, Eloi Yerpes Santos*
Propagació de la llum	32	*Pau Milán Romeu, Pau Ortega Castro, Raúl Pérez González*
Els colors de la llum	33	*Núria A. Bartrolí Giménez, Laia Bisbal Gonzàlez*
Projecte la llum	34	*Michelle Estupiña Castaño, Eloi González Valencia, Samuel Marín Salcedo, Samya D. Nogales Bustos*
Com els científics esbrinen la composició química dels estels?	35	*Antoni Bonet Díez, Ainoa Camacho González, Paula De Aróstegui Sirvent, Marc Perera Aguado, Maria Ana Stoian*
Construcció d'un espectroscopi d'absorció molecular de llum visible amb materials casolans com a recurs didàctic a l'aula	36	*Marta Llagostera Magrans, Javier Pastor Bautista*
La càmera Schlieren	37	*Carles Ibáñez Trullén*
L'ull o la càmera fotogràfica? Estudi comparatiu sobre la seva agudesa visual	38	*Cristina Aransay Urrios*
Com influeix la llum en les plantes?	39	*Hillari S. Zarco Canido*
Fotònica per a tots els públics	40	*Judit Río López*
Síntesi i estudi del color de nanopartícules d'or	41	*Marta Perxés Perich*
Demodulating signals in order to understand the motion of a SiC nanotube in interaction with light	42	*Marc Fuster Codina*
Autoimmune encephalitis and super-resolution fluorescence microscopy	43	*Adrián Barreros Pérez*

Projecte EyeTool :

Procés de construcció d'un Eye Tracker DIY i ús d'aquest per a l'estudi de la hipòtesi ull - ment.

ICFO The Institute of Photonic Sciences

GoPhoton! The Young Photonic Congress

Joan Vendrell Gallart

Ex-alumne de l'Escola Intermunicipal del Penedès (EIP)

1

Introducció

Els sistemes Eye Tracking són uns aparells que capturen els moviments oculars. Aquesta informació és útil per:

> **Ús actiu:** Basat en la Interacció humà - computadora (HCI)

> **Ús passiu:** Basat en l'estudi d'aquests moviments per vessants pedagògiques, neurològiques o publicitàries.

Objectius

En aquest projecte s'intentarà construir un Eye Tracker DIY i '*low-cost*' que sigui funcional tant per HCI com per realitzar un estudi sobre la hipòtesi ull-ment dels psicòlegs Just & Carpenter.

Metodologia

El treball s'ha realitzat en tres fases:

PART TEÒRICA

On s'ha recollit, explicat i comprès informació sobre aquesta tecnologia.

PART PRÀCTICA

On s'ha construït l'*EyeTool* . Partint d'un prototip inicial, es van anar modificant els errors per assolir un aparell funcional. Tot per un mòdic preu de 20€.

PART EXPERIMENTAL

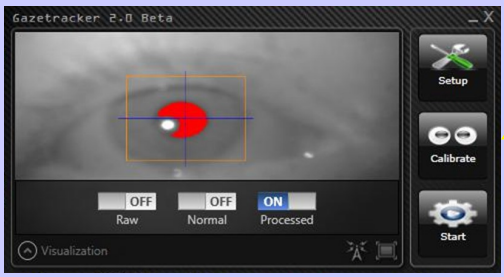
On s'ha realitzat la comprovació de la hipòtesi ull-ment a partir de realitzar un seguit de proves a diferents subjectes. D'aquests subjectes se n'extreia informació a partir de l'Eye Tracker i del que m'anaven explicant.

2

Part pràctica

L'*EyeTool* és un sistema no invasiu *HeadMounted*.

Utilitza la tècnica de la pupil·la fosca, on gràcies a l'ajuda d'un filtre infraroig i la il·luminació externa de 4 leds IR, detecta el moviment de la pupil·la per contrast ja que per pigmentació ressalta per la seva fosc or. La il·luminació, al no estar coaxial a la pupil·la, genera un reflex (*glint*) que també és rastrejat.



Com ha software de rastreig he usat el programa ITU Gaze Tracker (el de la foto). Aquest , després de processar la imatge de l'ull, utilitza un procés de calibratge que a partir d'algoritmes matemàtics de comparació de seqüències permet la interacció amb l'ordinador mitjançant la mirada.

3

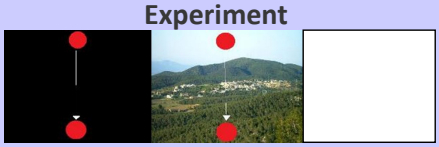
Part Experimental

> **Hipòtesi ull-ment:** només captem informació de l'entorn en les fixacions (+200ms)

> **Hipòtesi personal:** també podem captar-ne en les sacades (30-120ms)

Subjectes : 30 persones (15 homes i 15 dones) de diferents procedències entre 10 i 67 anys.

Experiment



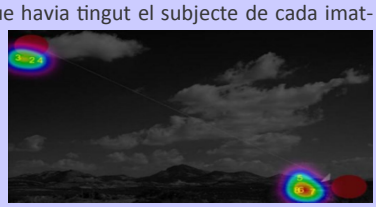
Es constitueix de 18 diapositives agrupades de tres en tres. En cada *pack* hi ha una imatge amb uns punts vermell que marquen el moviment que ha de fer el subjecte amb la mirada. Per tant consisteix en fer un cop d'ull a unes imatges.

Obtenció de dades

He usat dues formes per recollir informació:

> **'Think-aloud':** feia preguntes als subjectes per saber que havien captat de la imatge en 120ms.

> ***Heatmaps* i dades posicionals:** el programa que vaig usar, Ogama, em permetia analitzar la visió que havia tingut el subjecte de cada imatge.



Conclusions

> **Podem captar informació en els moviments sacàdics.**

>Els homes capten millor les formes i les dones els colors.

>Es capta més informació en moviments horitzontals i verticals que en els diagonals.

>És més fàcil captar informació d'una imatge que d'un text. I encara més quan la imatge és amb colors vius.

Per veure vídeos sobre el funcionament de l'*EyeTool* i sobre la seva constitució:

Interessant...

EyeTool és el nom que he donat al meu sistema Eye Tracking ja que per mi aquesta tecnologia és una 'eina ocular' per ajudar a l'home.

les escola intermunicipal del penedès

JUGANT AMB LA FOTÒNICA

EXPERIMENTACIÓ I AVALUACIÓ DEL *TOOLKIT "PHOTONICS INNOVATOR"*

Aguareles, A., Salazar, M., Torres, J.A.; Cavero, A. (tutor)

annaguareles@gmail.com; msalazar1691998@gmail.com; josea_torres@msn.com, acavero@xtec.cat

Institut de Castellar, Castellar del Vallès

Introducció

•Amb motiu de ***l'Any Internacional de la Llum***, i dins del projecte ***GoPhoton!,*** en el qual participa l'ICFO, s'està elaborant el ***Toolkit "Photonics Innovator"***, que actualment està en fase d'experimentació amb tests de camp en diversos llocs d'Europa.

•A diferència del ***Toolkit "Photonics Explorer"***, ja en distribució, que només es dirigia a alumnes d'escoles i instituts, "***Photonics Innovator"*** està dissenyat per poder divulgar la fotònica fora o dintre de les aules, amb joves en general o amb estudiants particularment dotats, i també amb potencials emprenedors. En col·laboració amb l'ICFO, el ***Toolkit*** s'ha experimentat al nostre centre, Ins Castellar, en el projecte específic que aquí es presenta.

•Els objectius del nostre projecte han estat:

1. Realitzar les activitats proposades al ***Toolkit***, utilitzant EXCLUSIVAMENT els guions i els materials proposats.
2. Dissenyar i posar a punt instruments per realitzar una avaluació, qualitativa i quantitativa, del ***Toolkit***.
3. Avaluar el ***Toolkit***, qualitativa i quantitativament.

Materials i mètodes

Materials del Toolkit

El ***Toolkit*** es presenta en una caixa compacta i consta de materials per realitzar experiments pràctics, materials didàctics imprimibles i vídeos. Materials físics: polaritzadors, fibres òptiques, plaques solars, mòduls làser, mòduls de LEDs, motors, xarxes de difracció, filtres de color i miralls flexibles.

Materials didàctics: manual per l'organitzador, full de treball i alguns altres documents, apart d'un power point general sobre fotònica.

El kit consta de 5 mòduls, amb tallers bàsics (Bs) o avançats (Av):

	Títol/Tema	Taller	Tema
1	Optical communication	Bs	Fibres òptiques
		Av	Sistemes de detecció làser
2	Display and imaging	Bs	Polarització de la llum. Cristalls líquids
		Av	Formació d'imatges
3	Smart lighting	Bs	Espectroscopia
		Av 1	Habitatges sostenibles
		Av 2	Teoria del color
4	Solar energy	Bs	Plaques fotovoltaïques
		Av	
5	Photonics entrepreneurs	Bs	La professió de científic

Instruments dissenyats per l'avaluació

1) Una taula amb 11 indicadors que es puntuen de l'1 al 5.

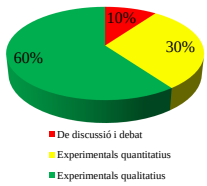
Caràcter motivador
Temporalització correcta
Viabilitat de la realització pràctica
Adequació dels guions
Adequació dels materials experimentals
Capacitat de ser utilitzat sense coneixements previs
Adequació a l'edat proposada
Possibilitat d'arribar a resultats rellevants
Adequació de la "background information"
Generació d'interès en l'aspecte corresponent de la fotònica
Connexió amb algun aspecte frontera de la fotònica

2) Un qüestionari que informa sobre els següents aspectes:

•Objectius
•Materials que venen amb el kit
•Materials que cal posar afegits
•Realització del taller
•Equacions i magnituds utilitzades
•Relació amb el camp de la fotònica
•Instruccions escrites
•Resultats: qualitatius i quantitatius
•Valoració de la temporalització proposada
•Valoració de l'adequació de les instruccions
•Valoració de la idoneïtat dels materials
•Valoració de les explicacions addicionals per aprofundir en el tema
•Valoració general de l'experiència
•Observacions addicionals
•Propostes de millora

Resultats

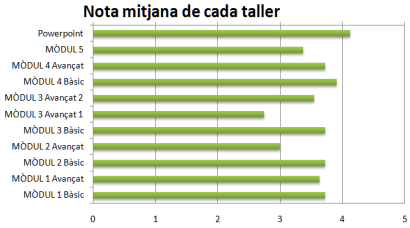
Tipus de taller



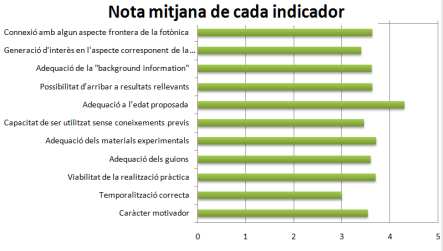
Qualificació dels diferents mòduls per cada indicador

	Caràcter motivador	Temporalització correcta	Viabilitat de la realització pràctica	Adequació dels guions	Adequació dels materials	Adequació dels guions	Capacitat de ser utilitzat sense	Adequació a l'edat proposada	Possibilitat d'arribar a resultats rellevants	Adequació de la "background	Generació d'interès en l'aspecte corresponent	Connexió amb algun aspecte frontera de la	TOTAL
M1 BÀSIC	4,0	2,0	4,0	4,0	3,0	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	5,0		3,7
M1 AVANÇAT	5,0	3,0	3,0	2,0	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	4,0	4,0		3,6
M2 BÀSIC	3,0	5,0	3,0	3,0	3,0	4,0	5,0	4,0	4,0	3,0	4,0		3,7
M2 AVANÇAT	2,0		4,0	5,0		3,0	5,0	3,0		1,0	1,0		3,0
M3 BÀSIC	4,0	4,0	3,0	4,0	4,0	2,0	5,0	4,0	3,0	4,0	4,0		3,7
M3 AVANÇAT 1	1,0	1,0		2,0		4,0		4,0	4,0	2,0	4,0		2,8
M3 AVANÇAT 2	4,0	2,0	3,0	5,0	4,0	2,0	4,0	4,0	3,0	4,0	4,0		3,5
M4 BÀSIC	5,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	3,0	4,0	4,0	4,0		3,9
M4 AVANÇAT	4,0	3,0	4,0	3,0	4,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0		3,7
M5 BÀSIC	3,0	1,0	4,0	4,0		5,0	4,0	5,0			1,0		3,4
POWER POINT	4,0	5,0	5,0			4,0	4,0	2,0		4,0	5,0		4,1

Nota mitjana de cada taller



Nota mitjana de cada indicador



Conclusions

La diversitat dels indicadors utilitzats, acuradament seleccionats, garanteix que els resultats numèrics obtinguts són representatius.

La puntuació mitjana del Toolkit, considerats tots els indicadors, és de 3,6 sobre 5.

Per la seva naturalesa, el Power Point sobre la fotònica ha de ser considerat separadament, ja que no involucra materials experimentals ni manipulació. Obté una qualificació destacada, 4,1.

El taller més valorat és el de la construcció d'un vaixell impulsat per plaques solars. En general, són ben valorats els tallers que impliquen experimentació pràctica (que utilitzen làsers, fibres òptiques, polarímetres, espectroscopis, plaques solars...) i no tant els que són de debat, anàlisi o simulació per ordinador.

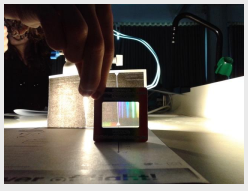
Per indicadors, deixant de banda l'aspecte d'adequació a l'edat, molt puntuat però no tan rellevant, la major part dels altres aspectes obtenen puntuacions entre 3 i 4, excepte el que fa referència a la temporalització correcta, que surt més deficient.

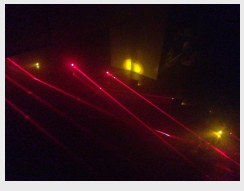
En una apreciació qualitativa, hem valorat molt la idoneïtat dels materials experimentals, la viabilitat de la realització pràctica i el caràcter motivador, tot i que algun d'aquests indicadors no surt massa alt perquè en algun taller concret aquests aspectes no estan prou reeixits.

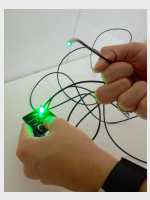
Com a elements destacables, per la seva simplicitat i funcionalitat, podem citar el mòdul làser, el de leds, i també els fulls de treball del polarímetre i l'espectroscopi, solucions intel·ligents i senzilles.

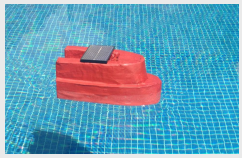
En el capítol d'aspectes millorables:

- El temps previst és en general massa reduït, com ja hem dit.
- Alguns materials com els polaritzadors o els miralls flexibles presenten deficiències.
- Falten alguns dels materials que s'indiquen a les instruccions: miralls plans, alguns powerpoints i algun vídeo.
- El taller avançat del mòdul 2 o l'avançat 1 del mòdul 3 tenen poc interès i no són tan motivadors, apart del caràcter provisional o inacabat dels seus manuals.









Bibliografia

http://gophoton.eu/kits-and-apps/
http://www.eyest.eu/Programs/Photonics-Innovator

Agraïments

- A l'Ins Castellar, per haver-nos proporcionat materials addicionals que ens hauria estat difícil aconseguir per nosaltres mateixos.
- A l'ICFO, per haver-nos lliurat el Toolkit i per l'oferiment de col·laboració en aquesta tasca d'avaluació.

L'electroluminescència i l'efecte fotoelèctric, dos mètodes per a determinar la constant de Planck.

Roda, Elisabet.
Escola Garbí Pere Vergés Badalona

Introducció

La fascinació que des de sempre m'ha despertat la Física es manifesta en l'elecció de la hipòtesi-objectiu que encapçala el meu Treball de Recerca. Amb la fi d'indagar en el naixement de la Física Quàntica vaig plantejar-me: *verificar el valor de la constant de Planck per diferents mètodes: a través d'una simulació que permet l'estudi de l'efecte fotoelèctric i un altre d'experimental mitjançant l'electroluminescència*, i en conseqüència, estudiar la naturalesa quàntica de la radiació.

Termes específics:

Electroluminescència: mecanisme emprat pels LEDs a fi d'emetre radiació òptica mitjançant la transició d'electrons de la banda de conducció a la banda de valència.

Materials i mètodes

La metodologia emprada en aquesta recerca és la hipotètica-deductiva.

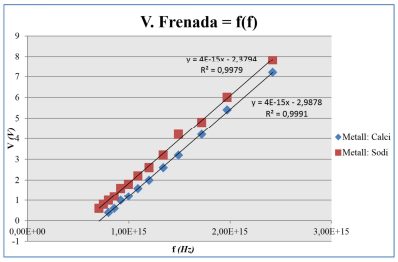
Efecte fotoelèctric: l'estudi s'ha dividit en quatre grans blocs amb hipòtesis servides de la teoria quàntica postulada per Einstein. Com a material, només s'ha usat la simulació de la Universitat de Colorado.

Electroluminescència: s'ha calculat la banda prohibida de cada LED, la seva λ, f i a partir de la seva relació, la constant de Planck. Materials rellevants:

Xarxa de difracció (500 línies x mm), LEDs de baixa intensitat, font d'alimentació, font de tensió regulable, dos multímetres.

Resultats

Efecte fotoelèctric:



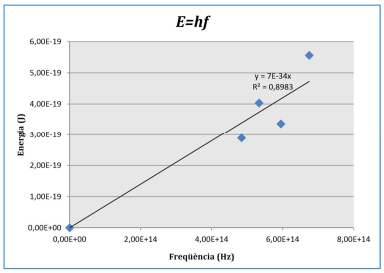
Relació entre el voltatge de frenada i la freqüència de la radiació incident sobre les plaques metàl·liques. El pendent és la constant de Planck en eV.

Electroluminescència

Observació dels espectres dels diferents

Color	λ (m)	f (Hz)	$E_G = E$ (J·s)
Vermell	$6,193x10^{-7}$	$\mathbf{4,844x10^{14}}$	$\mathbf{2,8885x10^{-19}}$
Groc	$5,623x10^{-7}$	$\mathbf{5,335x10^{14}}$	$\mathbf{3,3552x10^{-19}}$
Verd	$5,041x10^{-7}$	$\mathbf{5,951x10^{14}}$	$\mathbf{4,0344x10^{-19}}$
Blau	$4,445x10^{-7}$	$\mathbf{6,749x10^{14}}$	$\mathbf{5,5613x10^{-19}}$

Taula de les dades necessàries per determinar la constant de Planck mitjançant el següent



Relació entre l'energia fotònica i la freqüència de la radiació de cada LED. El pendent és la constant de Planck.

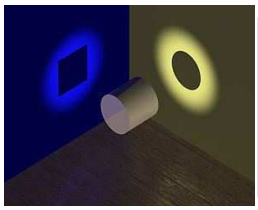
Conclusions

Amb els experiments realitzats s'ha validat la hipòtesi-objectiu, al obtenir-se el següent:

1. L'estudi de l'efecte fotoelèctric ha permès trobar aquest valor de la constant: $(6,408 \pm 1,601)x10^{-34}$ J·s

2. En l'experiment dut a terme mitjançant l'electroluminescència el valor adquirit ha estat: $(7,000 \pm 0,949)x10^{-34}$ J·s. Malgrat no és el valor acceptat internacionalment, $6,626x10^{-34}$ J·s, es troba en el mateix ordre de magnitud i el marge d'error l'inclou.

3. La transcendència de la constant rau en què demostra, en bona part, que l'univers és quàntic i no continu. D'aquí la seva repercussió en la Física i importància en la naturalesa de la radiació:



Una mateixa realitat pot mostrar-se de diverses maneres. La radiació electromagnètica també ho pot fer ja que té doble naturalesa: ona-partícula.

Informacions Addicionals

Un cop assolit l'objectiu central de la recerca, aquesta se singularitza per haver-se finalitzat amb succés. No obstant, encara hi ha un munt de preguntes sense resposta. Doncs, per què la constant de Planck es caracteritza per aquest valor? Què passaria si n'adoptés un altre?

Bibliografia

PLANCK, M. 1984. *El coneixement del món físic*. Edicions 62.

SÀNCHEZ RON, J. 2001. *Historia de la física cuántica. I. El período fundamental (1860- 1926)*. Crítica.

VALLS, J.,SEGURA, M. *La clau de volta*. Escola Pia de Catalunya 2005.

UNIVERSITY OF COLORADO BOULDER. *El efecto fotoeléctrico*. [En línia] <http://phet.colorado.edu/es/simulation/photoelectric>

Agraïments

A Mariona Bassedas pel seu recolzament i ajuda en la direcció d'aquest Treball de Recerca.

A Josep Maria Valls per la seva col·laboració en la part empírica de la memòria.

GARBÍ PERE VERGÉS
50 ANYS

ESTUDI TEÒRIC I EXPERIMENTAL DE L'ESPECTRE D'EMISSIÓ DE L'ÀTOM D'HIDROGEN

J. Calvet, J. Cao, G. Castro

ABSTRACT

Far from heinous and complicated calculations, the wavelengths of the radiation emitted by hydrogen excited electrons are computed using the Bohr model. Besides, in this project is explained how to observe the emission spectrum of the hydrogen, in order to compare which stripes belong to each electronic transition.

OBJECTIUS

- Calcular les longituds d'ona teòriques de les radiacions emeses en cada transició electrónica de la sèrie de Balmer, segons el model atòmic de Bohr.
- Dissenyar un mètode per poder observar les línies de l'espectre d'emissió de l'àtom d'hidrogen.
- Comparar els valors obtinguts experimentalment de les longituds d'ona amb els teòrics.
- Esbrinar si el model atòmic de Bohr explica l'espectre d'emissió de l'àtom d'hidrogen.

MARC TEÒRIC

SÈRIES ESPECTRALS

Les diferents línies que apareixen en l'espectre d'emissió de l'hidrogen es poden agrupar en diferents sèries espectrals. La sèrie de Balmer es pot observar amb un espectroscopi al pertànyer a la zona visible. de l'espectre electromagnètic.

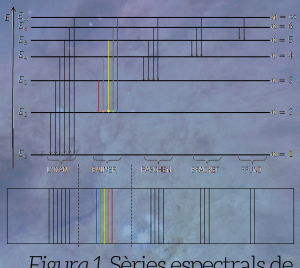


Figura 1. Sèries espectrals de l'àtom d'hidrogen.

MODEL ATÒMIC DE BOHR (1913)

Es fonamenta en tres postulats:

1. Els electrons giren al voltant del nucli, descrivint òrbites circulars per a les quals la força d'atracció electrostàtica proporciona una força normal o centrípeta necessària perquè doni lloc a un moviment circular uniforme.

$$F_e = \frac{K \cdot Z_p \cdot e}{r^2} = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

v = velocitat de l'òrbita
Z_p = càrrega nuclear
e = càrrega de l'electró
F_e = força electrostàtica
$K = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{c^2}$

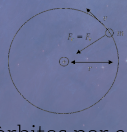


Figura 2. Representació gràfica del primer postulat.

2. Només són possibles aquelles òrbites per a les quals s'acompleix que: $2\pi r \cdot m \cdot v = n \cdot h$ (essent n=1, 2, 3...).
3. L'emissió o absorció d'energia radiant es realitza quan l'electró passa d'una òrbita a una altra més allunyada i a l'inrevés. Aquesta absorció o emissió té lloc en forma de quantitat de radiació (fotó).

CÀLCUL DE LES LONGITUDS D'ONA D'UNA TRANSICIÓ ELECTRÒNICA

A partir dels postulats de Bohr, es dedueix que la freqüència de la radiació emesa en una transició electrònica es pot calcular a partir de:

(1) $$f = R_y \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right) \begin{cases} f = \text{freqüència (Hz)} \\ R_y = \text{constant de Rydberg} = 3{,}29 \cdot 10^{15}\ (Hz) \\ n_1 \text{ i } n_2 = \text{nombres naturals } (n_2 > n_1) \end{cases}$$

A part, i per definició:

(2) $$\lambda = \frac{c}{f} \begin{cases} f = \text{freqüència (Hz)} \\ c = \text{velocitat de la llum} \cong 3 \cdot 10^8\ (m/s) \\ \lambda = \text{longitud d'ona (nm)} \end{cases}$$

CONCLUSIONS

1.- Es pot fer un estudi experimental de l'espectre d'emissió de l'àtom d'hidrogen amb estris senzills i a l'abast de tothom.
2.- El model atòmic de Bohr explica satisfactòriament l'espectre d'emissió de l'àtom d'hidrogen.
3.- S'han pogut identificar tres transicions electròniques : de n=5, n=4 i n=3 a n=2.

INTRODUCCIÓ

Després del fracàs que suposà el model de Rutherford, Bohr proposà el seu model atòmic recolzat per tres postulats. Amb aquest, i malgrat que sols era aplicable a l'àtom d'hidrogen, es va poder avançar molt en la comprensió de la naturalesa quàntica de la matèria. Entre altres coses, permetia calcular les longituds d'ona que corresponen a cadascuna de les radiacions emeses per la desexcitació dels electrons entre diferents orbitals d'un àtom d'hidrogen. Així doncs, a partir de les formulacions matemàtiques de tals postulats, es farà una estimació teòrica de les longituds d'ona corresponents a la sèrie de Balmer. Posteriorment, es procedirà a comparar les longituds d'ona teòriques amb les obtingudees experimentalment, per tal d'identificar les diferents transicions electròniques.

DISSENY EXPERIMENTAL

PART TEÒRICA

1. A partir de la fòrmula de Rydberg (1) calculem la freqüència de les diferents línies espectrals de la sèrie de Balmer per a l'àtom d'hidrogen. Tindrem en compte que n1 sempre serà 2, i sols canviarem n2 començant per 3 i augmentant amb la resta de nombres naturals. Amb quatre càlculs serà suficient, donat que no serem capaços de visualitzar gaires línies espectrals més.
2. Com que l'espectròmetre sols ens proporcionarà la longitud d'ona de les línies, trobarem les respectives a partir de les freqüències anteriors i de la relació (2).

PART PRÀCTICA

Després de muntar l'utillatge com indica la Figura 3, s'han d'anotar la longitud d'ona i el color de les diferents línies espectrals que s'observin.

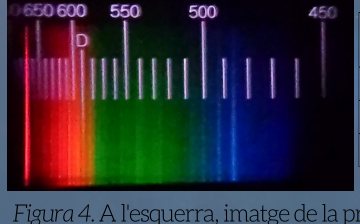
Utillatge:
- Tub de Geissler
- Pinces de cocodril
- Lot
- Bobina de Ruhmkorff
- Espectroscopi
- Suports i pinces
- Font d'alimentació

Figura 3. Esquema del muntatge final.

RESULTATS OBTINGUTS

TRANSICIÓ ELECTRÒNICA	$f \cdot 10^{14}\ (Hz)$	$\lambda = \frac{c}{f}\ (nm)$
$n_3 \rightarrow n_2$	4,57	656
$n_4 \rightarrow n_2$	6,17	486
$n_5 \rightarrow n_2$	6,91	434
$n_6 \rightarrow n_2$	7,31	410

Taula 1. Freqüències i longituds d'ona teòriques.



COLOR	VALOR EXPERIMENTAL
Vermell	666
Blau-lila	465
Verd	490

Figura 4. A l'esquerra, imatge de la projecció a l'espectroscopi (les línies més fortes són les representatives; l'espectre és continu per la llum residual). A la dreta, es recull el color i la longitud d'ona real de les línies espectrals observades.

AGRAÏMENTS

Aquest treball no hagués estat possible sense l'ajuda i els valuosos consells del nostre professor Anicet Cosialls. Cal mencionar, també, la proposta per part de la nostra professora d'anglès Rosa Borrell, de realitzar el pòster amb el programari online: canva.com .

BIBLIOGRAFIA

CASTELLS I ESQUÉ, P.; RIBA SOLDEVILA, N.; ANDREU MATEU, F. (2012). "Estructura de la matèria". DINS: Química 1: Batxillerat. 2 ed. Madrid: Mc Graw Hill Education. p.244-246. ISBN: 978-84-481-8137-6.

Institut Guindàvols
El millor de tu

El Grafè aplicat a l'energia solar fotovoltaica i la creació d'un mòdul fotovoltaic amb pasta de dents.

Ismael Pérez Solf

Escola Pia de Sarrià-Calassanç (EPSC)

Introducció

Els objectius d'aquest treball són; analitzar els mòduls fotovoltaics convencionals amb la nova generació de mòduls de grafè i com a part pràctica dissenyar i construir un mòdul fotovoltaic amb materials tan bàsics com suc de llimona, pasta de dents...

Materials i mètodes

Els materials per construir el mòdul fotoelectroquímic son:

- Paper d'alumini
- Pintura d'esmalt
- Fil de coure de 0,2 (monopolar)
- Pasta dentífrica i llimona

Metodologia :

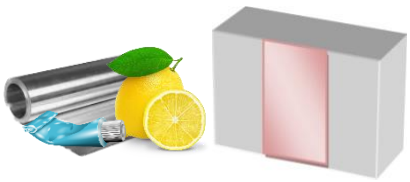
1. Folrem una superfície amb paper d'alumini.
2. En el centre delimitem una franja transversal pintada amb esmalt sintètic sobre la qual es muntarà una resistència per un fil de coure disposat en "ziga zaga" i es ruixarà una barreja de suc de llimona, pasta de dents i fluorur de sodi.
3. A banda i banda (zones encara d'alumini) es cobriran amb una dissolució de clorur sòdic i sulfat de coure i sobre la qual posteriorment s'escamparan encenalls d'acer.

Per el treball teòric vaig realitzar un anàlisi comparativa de les cèl·lules fotovoltaiques convencionals i les que contenen grafè, mitjançant les darreres dades obtingudes per centres d'investigació.

Resultats

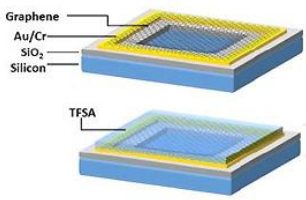
El mòdul fotoelectroquímic construït, en contacte amb el Sol, produirà un voltatge de 2,5 V.

Aquest mòdul tindrà una vida útil de 40 a 60 dies amb un funcionament decreixent.



Com a resultats del treball teòric he elaborat una taula comparativa segons: eficiència , cost de producció i vida útil de diverses celles fotovoltaiques convencionals i de grafè.

Tipus:	% Eficiència	€/W Preu	Anys Vida útil
Cèl·lules de silici monocristal·lí	16,5%	+1 €/w	40
Cèl·lules de silici policristal·lí	13%	1 €/w	40
Grafè + perovskita	(2015) 20,1 %	0,07/0,15 €/w	-40



Conclusions

És possible construir un mòdul fotoelectroquímic amb materials al nostre abast encara que aquest no assolirà una eficiència energètica rentable en relació costs de producció-eficiència-vida útil energètica en relació amb les cèl·lules solars fotovoltaiques que avui dia podem comprar.

En els nostres resultats del treball teòric observem que el grafè ,actualment, està revolucionant el camp de les energies fotovoltaiques i es comencen a obtenir en els mòduls de grafè més eficiència energètica per un cost de producció molt més econòmic.

Podem garantir un futur de grafè en aquest sector si aquest troba l'element que millor el complementi, la recerca d'aquest és possible i amb la incorporació de més centres d'investigació i les inversions ambicioses per la investigació d'aquest acceleren el moment en el qual el grafè substituirà per complet al Silici.

Informacions Addicionals

Actualment centres d'investigacions d'arreu del món investiguen possibles combinacions de grafè i altres materials per assolir una eficiència energètica superior a les que actualment trobem.

Agraïments

Agraeixo a la meva tutora de recerca Marisol Sánchez que va guiar-me en les pautes d'investigació , va proposar-me i facilitar-me informació i va motivar-me en tot moment donant-me l'energia suficient per desenvolupar el treball de recerca. Centres d'investigació com l'ICFO o l'UJI van facilitar-me informació essencial i en tot moment van oferir-me el seu ajut i les seves instal·lacions per la recerca.

Bibliografia

Javier Ma. Méndez y Rafael Cuervo(2011) ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Bureau Veritas

Tomás Diaz y Guadalupe Carmona (2010) INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS Mc Grau Hill

ICFO Institut de Ciències Fotòniques

Escola Pia Sarrià-Calassanç

UNIVERSITAT JAUME·I

EL FUTUR EN MANS DELS FOTONS

Boqué Estil-les, G.
Institut Joan Guinjoan i Gispert de Riudoms

Introducció

Tal i com és conegut la fotosíntesi és el procés que utilitzaven les primeres formes de vida, els arqueobacteris o els bacteris porpres. Des d'aquell moment ha estat present a la terra. No és només l'assimilació de l'energia lumínica procedent del Sol el que més captiva als estudiosos sinó l'eficiència en la conversió d'aquesta en qualsevol altre tipus d'energia per l'ésser.
Primerament, per poder realitzar la conversió s'ha d'estudiar la captació d'energia lumínica. Per això s'observa LHCII(Light harvesting Complex II). Situat a la membrana tilacoïdal LHCII capta l'energia lumínica del fotó i la cedeix a un complex antena (agregat a les molècules de pigment). Aquesta transferirà la seva energia d'excitació a una més pròxima, així sucessivament fins que l'energia d'excitació arribi al centre de reacció fotosintètica on es produirà la donació de l'electró.
Cal definir doncs ara, l'objectiu del pòster, que és estudiar LHCII per tal de poder-ne realitzar una còpia sintètica amb nanoantenes i aplicar-les en les cèl•lules fotovoltaiques per millorar-ne l'eficiència energètica en base la que presenta LHCII.

Materials i Instrumentalització

- **Làser d'alta freqüència:** Situat dins d'una caixa gris hi havia el generador del làser d'alta freqüència.
- **Quantum objects:** conjunt d'objectes que fan divergir o convergir els feixos del làser.
- **Miralls:** els miralls són de quars que han d'estar perfectament nets perquè no hi hagi cap mena d'interferència. Els miralls permeten reflectir totalment el feix i per tant no hi ha cap pèrdua d'energia.
- **Peus:** els peus estan subjectes a la plataforma base. Aquests permeten que tot es produeixi al mateix nivell i, per tant no hi hagi problemes de seguretat.
- **Plataforma Base:** La plataforma base és una superfície de dos metres i mig per un i mig. Aquesta està plena de forats formant una quadrícula de dos cm de costat.
- **Fibra òptica:** la fibra òptica permet transportar el feix infraroig a la part superior del nanoscopi sense cap inconvenient.
- **Nanoscopi:** aparell a través del qual es fan passar els feixos a diferents longituds d'ona per travessar una mostra.
- **Mostra:** la mostra és el que s'ha d'observar. S'utilitzen dues mostres: la mostra blanca, que és un portaobjectes amb una solució, i una del compost LHCII cristal•litzat.
- **Comptador de fotons:** El comptador de fotons és un instrument que compta la quantitat de fotons que rep i analitza la seva vida (per poder extreure'n una imatge).
- **Pulsòmetre:** amb un aspecte molt similar a un pulsòmetre que es pot trobar a un hospital, aquest pulsòmetre visualitza la freqüència del làser per tal de poder-lo posar en "Loocking mode" i fer que no variï durant la captura de fotons.

Programes d'ordinador

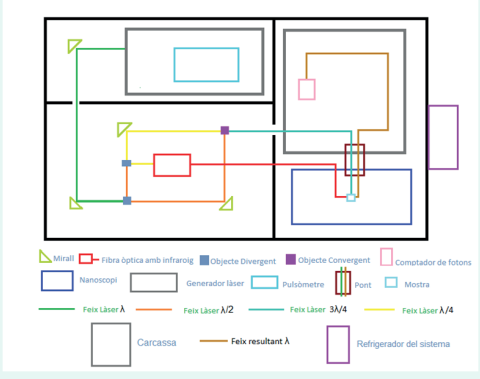
Com no tota aquesta informació ha d'estar analitzada per un programa informàtic que la catalogui i interpreti tota la informació rebuda per poder ser útil als científics.
- **SymPhoTime:** programa utilitzat.

Metodologia

La pràctica es va dividir en dos subapartats:

ABANS DE L'OBSERVACIÓ

Per tal de poder realitzar correctament l'experiment es va haver d'alinear un làser per tal que el feix de llum que travesses la mostra fos el suficientment petit per poder-la veure.
El làser sortia del generador a 13cm de la plataforma base en un to verd. Els miralls estaven situats per tal que els girs fossin de 90º. Per poder subjectar els miralls a una mateixa alçada aquests tenien uns peus regulables que s'enganxaven a la plataforma base gràcies a uns forats i a uns imants.
Després del segon mirall que hi havia fora de la caixa del generador hi anava un Quantum Object. Aquest dividia el feix lluminós en dos (λ/2) i amb molta més energia. El feix que seguia recte es trobava amb un mirall que el feia girar i tornar a un altre Quantum Object que unia els feixos que s'havien dividit primerament. En canvi, el feix que havia girat un angle de 90º s'havia trobat un altre Quantum Object que tornava a dividir la seva longitud d'ona en dos (λ/4). Dels dos que en sortien un es troba un mirall que el feia arribar al Quantum Object que unia els feixos, i l'altre anava directament a una fibra òptica que anava connectada a la part superior del nanoscopi. Els feixos que estaven reagrupats anaven directament a la part inferior del nanoscopi. Els dos rajos s'havien d'alinear i fer passar per un mateix punt. Un cop estaven tots dos alineats s'havia de bloquejar el làser en una mateixa freqüència.



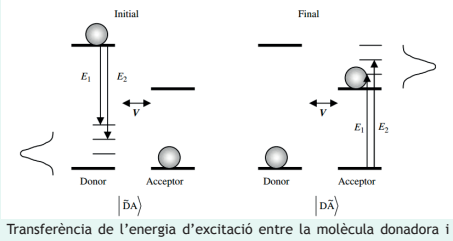
OBSERVACIÓ LHII

Un cop el pulsòmetre està fixat es situa la mostra en el seu lloc i es comença a bombardejar amb els fotons del làser.
D'aquest procés se n'extreu una imatge que es forma en el comptador de fotons i que processa un ordinador. Aquest ordinador té un programa anomenat SymPhoTime que és l'encarregat de processar la imatge per tal de poder-la reconèixer i analitzar. Com que la mostra és molt gran en comparació el que es veu en una imatge es fa una separació per àrees per poder identificar cada molècula. La imatge conté molta informació com ara: densitat de la molècula, mida, forma, espectre d'absorció, espectre d'emissió... Però com que amb una sola imatge no es pot comparar res se n'ha d'extreure una altra. En aquest cas de la mateixa zona i en les mateixes condicions. Així es pot observar si han variat alguna de les característiques anteriors. També es pot deduir d'aquesta forma si una molècula és sensible a la llum, a l'energia, si pateix alguna alteració, algun moviment... per així poder-ne establir més característiques i estudiar-la des d'un altre punt de vista.
Aquest programa deixa analitzar cada àrea al gust de l'investigador i centrar la imatge només en el punt en el que es tingui interès. Les imatges de les àrees grans permeten captar l'organització del conjunt mentre que les zones petites són capaces de definir la molècula. Cada imatge s'emmagatzema automàticament i el programa permet tenir una barra d'accés ràpid a les últimes imatges. Aquest programa també pot fer gràfiques a través de la imatge que informen de la fluorescència de la mostra.
A l'hora de posar la mostra de LHCII es van captar imatges per situar les molècules i fer-ne un mapa per àrees. Al centrar el nanoscopi una d'elles se'n podia veure la forma i la capacitat de transportar els fotons mesurada pel comptador situat al final del camí que seguia la llum.

Resultat

El resultat que s'extreuen de l'experiment és el següent:

Que LHII observat és capaç de deixar passar l'energia d'una antena a l'altre amb molt baix percentatge de pèrdua d'energia.



Transferència de l'energia d'excitació entre la molècula donadora i receptora.

Conclusió

Amb el resultat que hem obtingut podem afirmar que si LHCII és capaç de transportar l'energia lluminosa fins a un centre de reacció sense patir grans pèrdues d'energia, un conjunt d'antenes nanomètriques creades per l'home serien capaces d'aplicar el mateix en una placa fotovoltaica i fer-la més eficients.
Per no captar només un rang de longitud d'ona es podrien fer diverses mides d'antena i captar encara més energia, capaç d'alliberar més electrons i, per tant, passar al flux de la placa fotovoltaica i esdevenir energia elèctrica o qualsevol altre tipus d'energia aprofitable per l'home.

Bibliografia

Richard J. Codgell, Andrew Gall and Jürgen Köhler (2006). The architecture and function of the light-harvesting apparatus of purple bacteria: from single molecules to *in vivo* membranes. Quarterly Reviews of Biophysics 39, pp.227-324, Cambridge University Press.

Agraïments

Agraïm a Prof. Dr. Niek van Hulst i al seu equip d'investigació per l'oportunitat donada i a l'ICFO per l'acollida rebuda.

ICFO Institut de Ciències Fotòniques

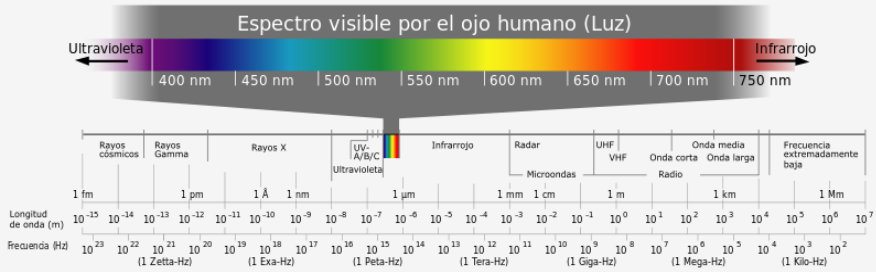
ESTUDI DELS FOTONS I DE LES SEVES APLICACIONS

Júlia Santasusagna Català
Veduna Vall – Terrassa
Tutora: Nieves del Río

INTRODUCCIÓ

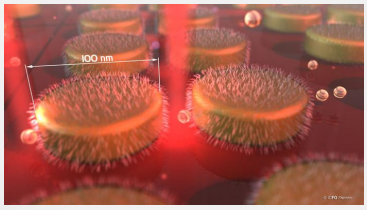
Tot i que pugui no semblar-ho, estem rodejats de fotons i mai està de més saber de què està format el nostre entorn. Aquests són una partícula elemental subatòmica responsable de les manifestacions de l'espectre electromagnètic, que és la mínima fracció possible de llum propagable en buit sense massa i amb una velocitat constant. Els trets que fa que siguin una partícula tan admirada per molts científics són les seves qualitats característiques, com la seva facilitat de producció i la seva fàcil manipulació, la precisió amb la qual la vista humana es capaç de percebre diferents longituds d'ones dels fotons i l'ampli interval d'energia que comprenen els fotons.

Els objectius d'aquest treball són resumir d'una manera amena una gran part de la teoria i la història dels fotons, el seu procés de creació i el seu funcionament. Una altra finalitat és veure quines són les seves principals aplicacions i veure si realment són tant essencials i importants com estan considerats.



Espectre electromagnètic de menys a més longitud d'ona-

Procés de despigmentació d'una alberginia



Xip SPEDOC

Imatge que mostra el dany tèrmic que causen l'incidència de diferents raigs.

METODOLOGIA

El treball consta de dues parts, una primera part teòrica, on els objectius són aprendre què són, com es creen i quins tipus de fotons hi ha a través d'una extensa recerca, i una part més pràctica, per analitzar-ne les aplicacions i els usos que se'n fa. La metodologia emprada per desenvolupar cada una de les parts esmentades ha estat primerament, un estudi i una recerca sobre els conceptes fonamentals del tema, la seva història i els personatges clau en el seu desenvolupament. Seguidament, hi ha un estudi de l'espectre electromagnètic i els usos dels fotons en medicina i teràpies amb l'objectiu d'anar preparada a les pràctiques a les quals vaig anar uns mesos més tard. La segona part la vaig realitzar gràcies a la col·laboració de la plataforma làser de l'Hospital Quirón Teknon amb el Sr. Buendía i a l'Insititut de Ciències Fotòniques (ICFO).

CONCLUSIONS

-L'estudi de les ciències fotòniques té moltes aplicacions en diversos camps.

- Un d'ells és el camp mèdic, on he vist que gràcies a l'ús dels fotons ha estat possible la creació de:

  - •El xip SPEDOC que permet la detecció precoç del càncer
  - • El descobriment de la nanocirurgia, que consisteix en uns procediments quirúrgics molt menys invasius.
  - • El grup d'òptica difusa també utilitza les ciències fotòniques com a principal recurs a l'hora de detectar malalties.
  - • Han sorgit teràpies i tractaments, com és ara la fototeràpia, que utilitzen l'ajuda dels fotons.

Veiem així que els fotons ocupen un paper molt important de cara a desenvolupar un futur mèdic més esperançador, rendible i segur per a tots.

AGRAÏMENTS

Cal agraïr l'Institut de Ciències Fotòniques per la seva col·laboració en la part pràctica, en especial a la Sra. Kyra Bourgman i a la Míriam Martí que em van obrir les portes a molts treballs de recerca que s'estan duent a terme avui dia amb fotons. També al Sr. Gabriel Buendía, de la plataforma làser de l'Hospital Quirón Teknon que va ser qui em va proporcionar la major part de la informació sobre els diferents tipus de làsers i les seves aplicacions.

Per a més informació, podeu consultar la presentació que hi ha penjada en el següent enllaç:
https://prezi.com/xhoajnmekk-6/estudi-dels-fotons-i-de-les-seves-aplicacions/

BIBLIOGRAFIA

FOTOMEDICINA
Informació per la part pràctica de l'Hospital Quirón Teknon
Disponible a:
http://fotomedicina.com/quienes-somos-3.html

EL TAO DE LA FÍSICA
Característiques dels fotons i els seus avantatges
Disponible a:
http://vicente1064.blogspot.com.es/2007/03/fotones-las-partculas-elementales-ms.html

ASÍ FUNCIONA; JOSÉ ANTONI GARCÍA ÁLVAREZ
Com es creen els fotons?
Disponible a:
http://www.asifunciona.com/fisica/af_luz/af_luz_4.htm

BIOCAT
Informació sobre el projecte del ICFO d'òptica fotònica
Disponible a:
http://www.biocat.cat/sites/default/files/Nota_de_prensa_L4H2011_v2.pdf

LUIS PUEYO (22 d'octubre de 2007)
Definició de fotònica i pinzellades de la seva història
Disponible a:
http://blogpruebaluis.blogspot.com.es/2007/09/fotnica.html

CLÍNICA OMEGA ZETA
Fototeràpia
Disponible a:
http://www.clinicaomegazeta.com/es/tratamiento/Fototerapia/40

Vedruna Vall Terrassa

Instituto de Fotomedicina plataformalaser

ICFO
The Institute of Photonic Sciences

Experimento para medir la velocidad de la luz

Alejandro Corchón Franco
1º de ESO, Escola Virolai de Barcelona

Introducción

La velocidad de la luz ha sido siempre una incógnita hasta que el paso del tiempo, junto con las mejoras tecnológicas, han logrado hacer viable su medición.

A demás, el avance de la tecnología y el incremento del conocimiento, nos ha permitido crear innovadores métodos para que, hasta en nuestra casa, podamos demostrar difíciles ecuaciones de manera sencilla.

El objetivo de este experimento es medir la velocidad de la luz a través de las dunas lácteas generadas al calentar un huevo en un microondas.

SIrva este experimento para apoyar la presentación sobre fotónica, la cual está planeada presentarse el 25 de noviembre de 2015.

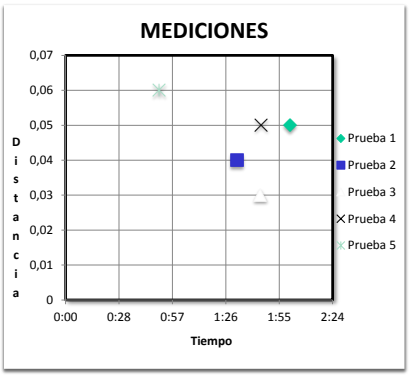
A su vez, el objetivo de este experimento es demostrar que todos podemos ser investigadores sin necesidad de trabajar en un laboratorio, usando pequeños materiales disponibles en cualquier hogar.

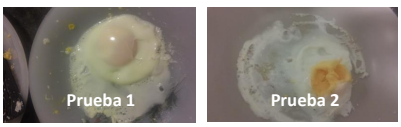
Materiales

Como ya se ha mencionado antes, el experimento ofrece la posibilidad de realizarse y comprobarse únicamente con materiales que todas las personas encontramos en nuestro día a día.

Resultados

Los resultados obtenidos a través de las múltiples pruebas son los siguientes:





Conclusiones

La metodología de este experimento se fundamenta principalmente en imaginar que el espacio en el interior del microondas es el universo… El horno de microondas emite luz invisible para los humanos, se trata de radiación infrarroja (IR) de 2450Hz de frecuencia.

Dentro del microondas las ondas se superponen en un fenómeno que se conoce como ondas estacionarias. En algunos puntos estas ondas se refuerzan produciendo calor y en otros se anulan.

Si medimos la distancia entre los puntos donde se ha cocido más el huevo (puntos de máxima intensidad) tendremos con esta distancia los datos necesarios de la longitud de onda para poder introducirlos en la siguiente ecuación.

$$C = L \cdot f(\lambda) = R$$

Que en este caso, después de haber hecho las respectivas pruebas y calcular medias, la formula numérica pasa a ser la siguiente:

$$C = 2 \cdot 0'05 \cdot 2{,}45 \cdot 10 = 245.000.000\ m/s$$

Con lo que tras el experimento, y teniendo en cuenta que las pruebas están realizadas con elementos que no han sido explícitamente comprados como material científico, se aproxima realmente a la cifra de la velocidad de la luz que es 299 792 458 m/s.

Información adicional

Este experimento esta basado en información disponible en la página web de la bibliografía principal.

https://www.madridmasd.org/experimentawiki/feria/Velocidad_de_la_luz

Referencias

El experimento fue hallado a través de la ayuda de buscadores localizados en internet, sin embargo, la bibliografía principal ha sido obtenida a través de la IV Feria de las Ciencias de Madrid, realizada en el año 2005.

- Carlos J. Sierra
- VI Feria de Madrid por la Ciencia de 2005 (Rafael Valbuena, Laura Antúnez)

Agradecimientos

Hay que añadir que este experimento ha sido realizado gracias a la inestimable colaboración de los profesores y profesoras de la Escola Virolai de Barcelona.

A su vez, también hay que agradecer la colaboración en cuanto al experimento a la familia Vicente Franco.

escola virolai

Veure el so amb un globus i un làser

Joaquín Tourón Morris
2n d'ESO, Escola Virolai

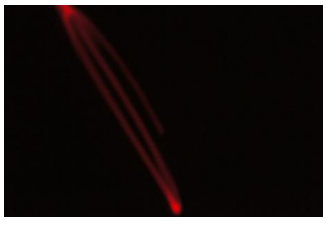
Introducció

El so és una vibració invisible però podem veure-la si construïm un mecanisme que sigui sensible al so. Hi ha mecanismes que són sensibles al so com els micròfons i els altaveus. Però també podem fer un nosaltres amb coses que trobem a casa.

Per a detectar el so és necessari una membrana que es mogui amb la vibració que produeix el so. El moviment de la membrana pot ser molt petit però si fem servir la llum d'un làser podrem fer que el moviment sigui visible de manera fàcil.

Resultats

Si es projecta sobre una paret la llum del làser reflectida pel mirall (CD) i parlem sobre la boca de la llauna veurem que la llum del làser dibuixa formes rares. A vegades fa cercles, a vegades fa ovals i a vagades línies i altres dibuixos més estranys. D'aquesta manera podem veure el so.



Materials i mètodes

Els materials utilitzats són:
•Llauna de tomàquets sense les tapes.
•Globus
•Làser i bateria
•CD (farà de mirall)
•Cinta adhesiva
•Suport de fusta
•Clip

Construcció:
Tallem el globus i el posem com a tapa de la llauna. Tallem un tros petit del CD que farem servir con a mirall i l'enganxem al globus amb celo. El pal de fusta el fem servir de suport per al làser que dirigim cap al tros de CD. La llum es reflecteix al CD i es projecta sobre una paret. Qualsevol moviment del globus es pot veure sobre la paret.

Conclusions

El so es produeix pel moviment de l'aire que fa vibracions molt ràpides i petites. Per a comprovar que és així hem construït un aparell que permet fer les vibracions visibles.
Les vibracions que produeix el so en un globus es poden veure ampliades sobre una paret si fem servir un làser reflectit sobre un mirall enganxat al globus.

Si fem sorolls forts el dibuix sobre la paret és més gran que si fem un soroll més fluix.

El globus es mou més fàcil si el so és greu que si el so és agut.

Si canviem el globus per un plàstic de cuina podem veure sons més aguts.

Si fem servir un CD en comptes d'un mirall es veuen 3 o més imatges en comptes d'una. Aquest efecte es deu a la difracció de la llum.

Bibliografia

http://didacticaenlaciencia.blogspot.com.es/2008/06/qu-vamos-hacer-vamos-construir-un.html

Agraïments

Agraeixo la meva professora de Science, la Tània Noguerol i al meu pare José Luis Tourón per l'ajuda que m'han donat.

També agraeixo l'ICFO per l'oportunitat de presentar aquest treball.

escola virolai

CERCANT LA INVISIBILITAT

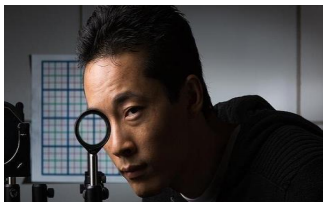
Víctor González Chirivella
Escola Virolai, 2n de Batxillerat

Introducció

El meu experiment pretén aconseguir fer invisible quelcom mitjançant lents.

Científics de la universitat de Rochester van anunciar la creació d'un aparell format per quatre lents que, col·locades d'una forma específica, feien desaparèixer les coses que posaves al mig sense distorsionar el fons.

L'objectiu de l'experiment és reproduir el realitzat per els científics, aconseguint així una sensació d'invisibilitat.



Imatge extreta de l'article publicat per la mateixa Universitat anunciant la creació d'una "capa de invisibilitat"

Procediment

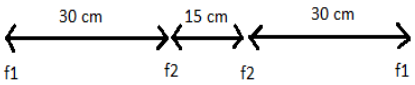
Per començar, vaig buscar per internet com dur a terme l'experiment i vaig trobar una guia on et posava els passos de forma clara i senzilla:

- Compra dos sets de dos lents amb diferent distàncies focals f_1 i f_2 (quatre lents en total, 2 amb distància focal f_1 i dos amb distància focal f_2)
- Separa les primeres dues lents per la suma de les seves distàncies focals (Per tant la lent amb distància focal f_1 es la primera lent i la f_2 és la segona lent, i estan separades per $t_1 = f_1 + f_2$)
- El pas 2 s'ha de fer altre cop per les altres dos lents
- Separa les dues parelles de lents per $t_2 = 2\ f_2\ (f_1 + f_2)\ /\ (f_1 - f_2)$ de manera que les dues lents de f_2 estiguin separades per t_2

Procediment

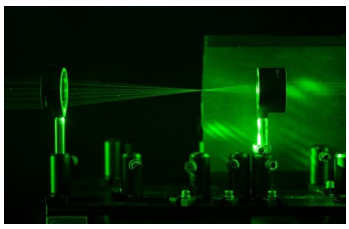
Els dos tipus de lents que vaig comprar tenien distàncies focals de f_1 = 5cm i f_2 = 25 cm per tant (seguint els passos anteriors) em va donar el següent:

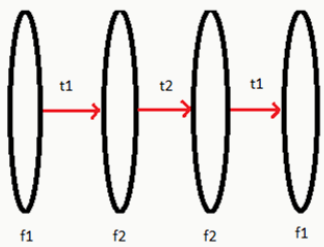
- ✓ $t_1 = f_1 + f_2$ per tant $t_1 = 25+5 =$ <u>30 cm</u>
- ✓ $t_2 = 2\ f_2\ (f_1 + f_2)\ /\ (f_1 - f_2)$ per tant $t_2 = 2 \cdot 5\ (30)\ /\ (20) = 300\ /\ 20 =$ <u>15 cm</u>



Resultat

Les lents convexes fan que tots els rajos es concentrin en un punt anomenat focus i després aquests es dispersin. Gràcies als càlculs que he dut ha terme he fet que els focus de les lents coincideixin, aconseguint que els rajos que es dispersen després d'arribar al focus siguin "atrapats" per la següent lent i així successivament fins que arriba als ulls de l'observador.

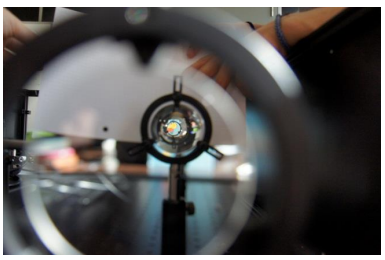




Resultat

Com tots els rajos es concentren en un punt (el focus), per la resta d'espai que es troba al voltant d'aquell punt no hi passa ningun raig i per tant per molt que hi col·loquis la mà, la cara o el que sigui no taparàs ningun dels rajos de la imatge del fons.

Així doncs, mentre no tapis els rajos i no impedeixis que aquests passin, pots col·locar qualsevol objecte que quan algú miri per la lent només podrà veure el que hi hagi darrere del tot.

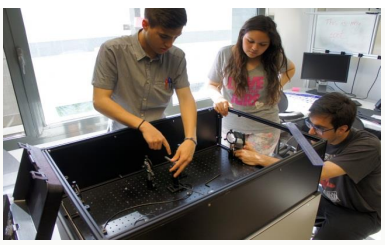


Vam col·locar el forat d'un full de paper en el focus, per tant res impedia el pas dels rajos i semblava que el full fos invisible.

Conclusions

Vaig aconseguir reproduir l'experiment de forma satisfactòria i per tan vaig fer que, mitjançant lents, quelcom desaparegués.

La meva experiència va ser increïble i fascinant. Cal remarcar que veure com una cosa desapareix davant teu tot i sabent el perquè i el truc és molt impressionant i recomano a tothom que pugui que faci l'experiment.



Bibliografia

- http://www.abc.es/ciencia/20140930/abci-fisicos-crean-capa-invisibilidad-201409301707.html
- http://www.rochester.edu/newscenter/watch-rochester-cloak-uses-ordinary-lenses-to-hide-objects-across-continuous-range-of-angles-70592/
- http://arxiv.org/pdf/1409.4705v2.pdf
- https://www.youtube.com/watch?v=vtKBzwKfP8E

Agraïments

Agraeixo moltíssim a Jordi Morales, Alican Noyan i Miriam Martí de l'ICFO la oportunitat que m'han donat de col·laborar amb ells i de utilitzar les seves instal·lacions per dur a terme el meu experiment.
També vull agrair-li el meu professor de física i tutor del meu treball de recerca José Luis Touron el haver-me ajudat tant a desenvolupar el treball i haver-me guiat tan bé.

ICFO The Institute of Photonic Sciences

escola virolai

L'ESPECTROMETRIA: Identificació de la Composició de Diversos Objectes mitjançant la creació d'un Espectròmetre Casolà

Guillem Romea Miquel

Escola Virolai (Barcelona)

INTRODUCCIÓ

L'Espectrometria és una branca de la ciència que ens permet determinar la composició de diversos objectes mitjançant l'anàlisi de la llum que incideix en ell.

L'espectrometria és un camp "químico-físic" que juga amb els isòtops dels elements, les longituds d'ona i les freqüències.

L'espectrometria es remonta al s.XVII quan Hans Lippershey i Galileo Galilei van dissenyar el telescopi. Newton també va formar-ne part.

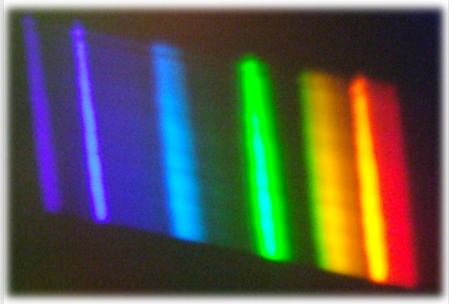
MATERIALS i METODOLOGIA

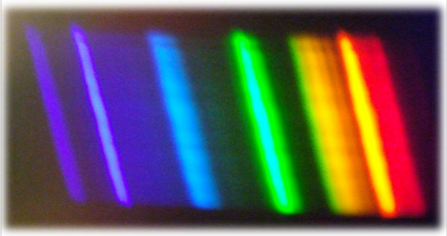
Durant el transcurs del treball he estat capaç de crear 3 espectròmetres casolans diferents (amb elements de PVC, caixes...).

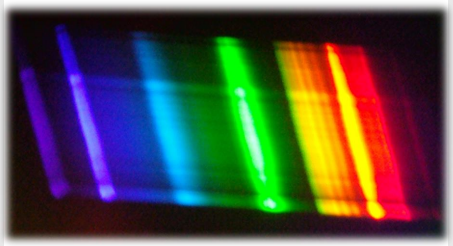
També he fullejat 3 llibres per entrar en matèria i dominar els coneixements bàsics.

Un cop iniciat el procés pràctic i saber que m'era totalment impossible arribar a obtenir resultats amb els planetes, vaig calibrar el meu espectròmetre amb bombetes de sodi i hidrogen i he prosseguit amb l'anàlisi d'altres elements.

RESULTATS







CONCLUSIONS

I. Amb aquest Treball he pogut ampliar els meus coneixaments sobre la física, la química i el món de l'Espectrometria.

II. En un primer moment, l'objectiu d'aquest treball consitia en la creació d'un espectròmetre i poder analitzar (amb l'ajuda d'un telescopi) la composició de diversos planetes i/o satèl·lits. Però arribar-hi era del tot impossible amb els recursos dels quals disposava. Fins i tot la NASA a vegades té problemes avui en dia!!

III. Tot i que no he pogut centrar el meu treball en el cosmos, vaig decidir centrar-lo en simples objectes que qualssevol pot tenir a casa com per exemple, bombetes.

IV. I finalment, aquest treball m'ha ajudat a seguir i mirar endavant en aquells moments en que les condicions no eren les més favorables.

Referències

M. Harrison, Ken (2010): *Astronomical Spectroscopy for Amateurs*

M. Harrison, Ken (2011-2012): *Grating Spectroscopes and How to Use Them*

NASA, ESA (2015): *A Quarter-Century of Discovery with the Hubble Space Telescope*

AGRAÏMENTS

M'agradaria agrair l'ESA (European Space Agency), la RACAB (Reial Aacadèmia de Ciències i Arts de Barcelona), Jordi Núñez (Director del Observatori Fabra) i en especial al Dr. Ignasi Ribas (de L'Institut de Ciències de l'Espai) i al meu tutor del treball, en Jose Luís Tourón.

Llum, pinces òptiques... acció.

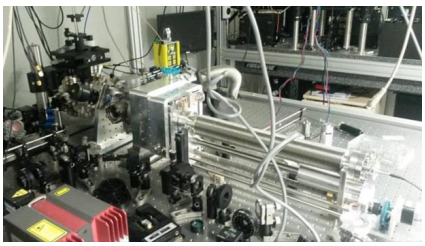
Captura òptica i estudi de les propietats de nanopartícules de quatre materials.

Cinta Gomis López

https://sites.google.com/site/pincesoptiques/

Introducció

Aprofitant les propietats dels làsers, les **pinces òptiques** tenen la capacitat de moure objectes microscòpics sense tocar-los físicament. Mitjançant la llum generen forces que permeten subjectar i manipular cossos com ara partícules col·loïdals i cèl·lules vives.



Quan es treballa amb pinces òptiques, el material més utilitzat és el diòxid de silici (SiO_2). Ara bé, existeixen materials que presentin característiques més òptimes per ser atrapats? La **hipòtesi** defensa que és possible atrapar partícules de mida comparable d'altres materials i que, en determinades condicions, certs cossos oferiran millors prestacions que el SiO_2.

Aquesta investigació pretén estudiar les propietats de nanopartícules de materials diferents centrant-se en tres aspectes: la **polaritzabilitat** a partir de la permitivitat (tendència a polaritzar-se), que permet entendre les interaccions entre el cos i un camp elèctric, la seva **freqüència en la màxima oscil·lació**, ja que la partícula es comporta com un oscil·lador harmònic, i la **constant elàstica**, relacionada amb la força restauradora que manté l'objecte atrapat.

Materials i mètodes (I)

En la investigació prenen part partícules de quatre materials diferents: diòxid de silici de 73,5nm de radi, òxid d'alumini (Al_2O_3) de 67,5nm de radi, diòxid de titani (TiO_2) de 50nm de radi i diòxid d'hafni (HfO_2) amb un radi oscil·lant considerat de 35,25nm.

L'estudi de la **polaritzabilitat** es duu a terme a partir de la següent fórmula teòrica:

$$\alpha = 3V\varepsilon_0 \frac{(\varepsilon_p - \varepsilon_m)}{(2\varepsilon_m + \varepsilon_p)} \rightarrow \alpha = 3V \frac{4\pi}{9 \cdot 10^9} \frac{(n^2 - 1)}{(2 + n^2)}$$

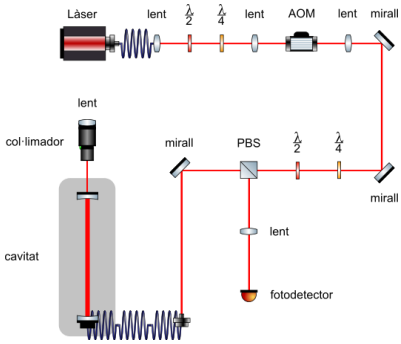
on V és el volum de la partícula, ε_0 és la permitivitat dielèctrica del buit, ε_m es correspon a la permitivitat relativa del medi i ε_p és la permitivitat relativa de la partícula, relacionada amb l'índex de refracció (n).

Bibliografia

Ashkin, A. (1970). *Acceleration and trapping of particles by radiation pressure*. Phys. Rev. Lett. 24, 156–159 / Padgett, M. J., Molloy, J. E. (2002). *Lights, action: optical tweezers*. / Padgett, M. J., Molloy, J. E., McGloin, D. (2010) *Optical Tweezers: Methods and Applications*, Taylor and Francis Group. / Mensa-Kwao, S., Tymofyeyeva, E., (2009) *Optical Tweezers: The Power of Light*. / Petrov, D. (2011) Lecture: *Advanced Experimental Techniques in Biology*.

Materials i mètodes (II)

La freqüència i la constant elàstica s'obtenen de manera experimental emprant el següent sistema:

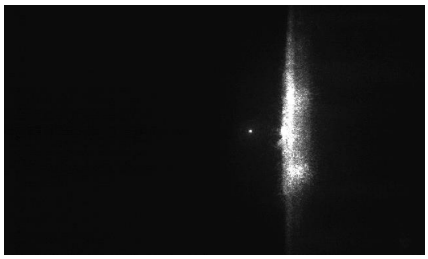


Per a la introducció la cavitat, les nanopartícules en pols es preparen en suspensió col·loïdal, es sonoquen i es dilueixen en etanol. Dins de la cavitat hi ha una càmera que permet apreciar a simple vista la captura de la partícula. Els monitors connectats al fotodetector processen els gràfics que dibuixen el **senyal de les oscil·lacions** de la nanopartícula atrapada i el seu **espectre de freqüències**, és a dir, quanta energia té la partícula a cada oscil·lació.

Així, es tracta d'obtenir tres valors diferents per a cadascun dels materials, tots tres proporcionals: el primer es correspon a la polaritzabilitat (α), el segon s'obté observant la freqüència de la partícula en la seva màxima oscil·lació (ν) i el darrer, la constant elàstica (k), s'obté veient que: $k = 4\pi^2 m\nu^2$.

Finalment, els tres paràmetres s'estandarditzen prenent com a referència els valors de la partícula de SiO_2 de 73,5nm de radi.

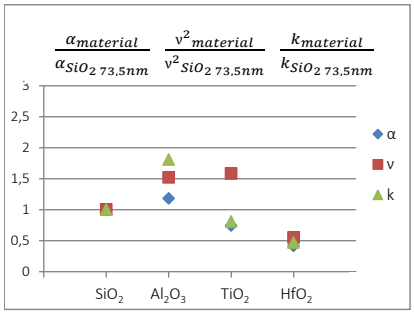
Resultats



La captura òptica ha estat possible per a tots els materials. A la imatge, una nanopartícula de SiO_2.

	α $(C \cdot m^2 \cdot V^{-1})$	ν (KHz)	k (N/m)
SiO_2	$1{,}874794 \cdot 10^{-30}$	67,7013	$7{,}222975 \cdot 10^{-10}$
Al_2O_3	$2{,}211907 \cdot 10^{-30}$	83,4274	$1{,}306182 \cdot 10^{-9}$
TiO_2	$1{,}389873 \cdot 10^{-30}$	85,0964	$5{,}837742 \cdot 10^{-10}$
HfO_2	$7{,}735726 \cdot 10^{-31}$	50,2205	$3{,}384236 \cdot 10^{-10}$

Una vegada interpretats els gràfics i realitzats els càlculs, aquests són els valors obtinguts.



Prenent com a referència el SiO_2, els resultats s'han escalat per observar el rendiment de l'experiència.

Conclusions

En relacionar els paràmetres estudiats s'aprecien algunes variacions. Aquestes poden ser conseqüència d'irregularitats en la forma de les partícules, d'impureses en els materials, del fet que el TiO_2 pot presentar dues estructures cristal·lines i de la dispersió en la mida en el cas de l'HfO_2. Per a obtenir uns resultats més ajustats a la realitat, caldria realitzar múltiples rèpliques de l'experiment amb un ampli ventall de mides per a cada material.

Definitivament, la hipòtesi es confirma: és possible atrapar nanopartícules de materials diferents de SiO_2 i de mida comparable i, a més, els altres materials poden resultar més interessants a l'hora de treballar amb les pinces òptiques. Si els resultats s'adapten a partícules hipotètiques de mida coincident, es conclou que:

- Les nanopartícules d'Al_2O_3, d'TiO_2 i, especialment, d'HfO_2 tenen una polaritzabilitat major que les de SiO_2.
- La freqüència del SiO_2 no és la que ofereix un valor màxim més elevat. De fet, el TiO_2 la supera amb escreix.
- La constant elàstica del material més utilitzat tampoc és la més gran. L'Al_2O_3 presenta una k força superior.

Tot això ens porta a determinar que, en principi, les partícules de SiO_2 no haurien de ser les més estables una vegada capturades. Ara bé, el fet que la majoria d'experiments es desenvolupin amb SiO_2 es deu a que aquest material és l'únic que realment permet obtenir partícules esfèriques i projecta el senyal de millor qualitat.

Per poder aprofitar les característiques que ofereixen els altres materials, caldria aconseguir mostres més pures i totalment esfèriques, és a dir, perfeccionar el disseny de les nanopartícules. Això permetria, per exemple, treballar amb làsers d'intensitats menors o assolir una major estabilitat dins la cavitat.

Agraïments

He tingut el luxe de desenvolupar l'experiment a les instal·lacions de l'ICFO. Vull agrair al Pau Mestres tot el seu ajut i el suport del Jose Luis Touron, el meu tutor.

escola virolai

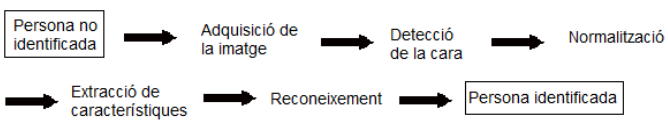
ICFO Institut de Ciències Fotòniques

Desenvolupament d'un sistema de reconeixement facial

Pau Font Salat
2n de Batxillerat, Escola Virolai

Introducció

La visió per computador és el procés de crear una capacitat visual en els ordinadors similar a la de la vista humana i, a ser possible, millorar-la.
L'objectiu principal d'aquest treball és utilitzar les possibilitats de la visió per computador per desenvolupar un sistema de reconeixement facial que, en un futur, es pugui implementar a l'Escola Virolai i ser utilitzat tant per millorar la seguretat (a l'hora d'entrar a aules concretes) com el control (de nens que es queden a dinar, per exemple).
La recerca s'ha basat en estudiar les etapes principals d'un sistema de reconeixement facial, les quals es poden veure en la figura següent, i comprendre les diferents tècniques utilitzades en cada una d'elles. Un cop adquirits els conceptes teòrics, el repte ha estat programar un codi en Python per fer possible el reconeixement de persones a partir d'una imatge del seu rostre.



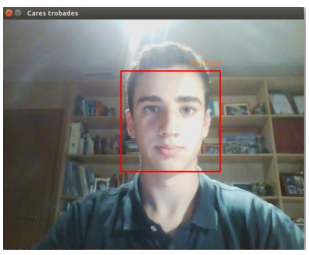
Materials i mètodes

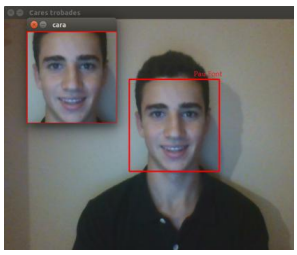
El treball es basa en escriure un codi que permeti el reconeixement de rostres en temps real.
Primer de tot, cal tenir una base de dades amb més de deu fotografies de la cara de cada individu. La fase inicial del codi consisteix en obtenir una fotografia, detectar si apareix alguna cara, i en cas afirmatiu, extreure les seves coordenades. Això és dut a terme mitjançant la implementació de l'algoritme Viola & Jones a OpenCV.
Aleshores comença la fase d'extracció de les característiques principals de la cara. En aquest treball, s'ha utilitzat el mètode *eigenfaces*. El que fa aquesta tècnica és estudiar la informació i els punts més rellevants de la cara i retornar-te un vector, que representa el rostre.
La última fase és la de classificació, és a dir, depenent de la semblança del vector amb aquells de les imatges de la fase de dades, el sistema li posa una identitat a la cara, la reconeix. Si la semblança és inferior a un llindar establert, es considera desconeguda.
Software utilitzat:

- Sistema operatiu Linux, mitjançant la distribució Ubuntu.
- Llenguatge de programació Python.
- Biblioteca OpenCV.
- Diferents eines, programes i paquets per a la programació del codi (Numpy, Scipy, MatplotLib, Spyder...).

Resultats

Quan s'ha posat a prova el sistema s'ha observat, que tot i que el sistema de detecció funciona amb encert, el reconeixement de cares és un àmbit més difícil.
Per tant, els resultats que es poden extreure del projecte es poden separar en la fase de detecció i la de reconeixement.
La detecció d'un rostre funciona amb un rendiment força elevat, sempre i quan la cara estigui en posició frontal, i tot i que variïn les condicions, com per exemple la distància de la cara a la càmera. El nombre de falsos positius és baix.
En la fase de reconeixement els resultats no han sigut tan satisfactoris i el sistema ha presentat un millor rendiment quan hi havia tant més quantitat com més qualitat d'imatge en les fotografies de la base de dades.
A continuació es mostren alguns dels resultats visuals del sistema.





Conclusions

Els resultats obtinguts ens permeten afirmar que:

1. Els mètodes de detecció utilitzats presenten una taxa de d'encert força alta.
2. Pel fet que les cares són estructures que presenten formes, colors i en definitiva característiques molt similars entre elles, el reconeixement és molt més complicat que en altres objectes o éssers, com per exemple les flors, on la taxa de reconeixement és molt més elevada.
3. El sistema de detecció funciona encara que els individus a identificar presentin lleugeres variacions en l'expressió de la cara i que vesteixin complements com una gorra o ulleres.
4. El sistema pateix quan hi ha canvis d'il·luminació.
5. Ja no podem parlar de la visió per computador com el futur, sinó com el present. Aviat els sistemes de reconeixement facial substituiran tots els altres sistemes de seguretat, com ara els números PIN, les contrasenyes, el reconeixement d'empremtes dactilars, etc.

Treball futur:

- Com a treball futur, a part de la implementació en sistemes amb arquitectura ARM, com Raspberry Pi i així fer possible el posterior ús en l'escola, alguns aspectes es poden canviar per tal d'obtenir un percentatge d'identificació més elevat, sobretot es poden considerar de nou els canvis d'il·luminació.

Bibliografia

Gloria Bueno Garcia, Oscar Deniz Suarez, Jose Luis Espinosa Aranda, Jesus Salido Tercero, Ismael Serrano Gracia. "Learning Image Processing with OpenCV"
Joseph Howse. "OpenCV Computer Vision with Python".
Philipp Wagner. "Face Recognition with Python". Disponible a: http://www.bytefish.de/pdf/facerec_python.pdf
Pàgina de documentació d'OpenCV sobre el reconeixement facial: http://docs.opencv.org/modules/contrib/doc/facerec/facerec_tutorial.html
Curs per aprendre a programar amb Python: https://www.codecademy.com/

Agraïments

Agrair al José Luis Touron , el meu tutor de recerca, per les hores que ha dedicat en aquest treball, resolent-me dubtes i portant-me pel bon camí des de l'inici.
A la meva família i a tots aquells que m'han ajudat en el projecte i alhora m'han transmès la il·lusió per aprendre.

escola virolai

La llum: els fenòmens de la dispersió, la reflexió i la refracció.

Oriol Masdéu i Ivan Sánchez

Escola Virolai (Barcelona)

Introducció

A partir d'un capítol del programa "Dinamiks" ens va sorgir la curiositat d'esbrinar més coses sobre la llum. Aquest projecte busca respondre les següents preguntes:

1. Què passa quan un raig de llum arriba a una superficie?
2. Què passa quan observem objectes a través de diferents medis transparents?
3. La llum és de color blanc? Com podem veure els colors?

Les nostres hipótesis van ser que:

1. Segons de quin material sigui la superficie el raig de llum la pot travessar, rebotar o absorbir.
2. Podem obervar els objectes transparents perquè la llum passa a través seu.
3. Nosaltres veiem la llum de color blanc però en realitat és de tots els colors.

Materials i mètodes

Cada experiment que hem dut a terme requeria d'un material diferent.

EXPERIMENT 1:

- Punter de llum
- Miralls
- Cartolina
- Plàstic
- Material de Lego®

EXPERIMENT 2:

- Aigua
- Llapis
- Oli
- Recipient vidre
- Objecte petit
- Pedres d'hidrogel

EXPERIMENT 3:

- Prisma
- Cd
- Llanterna
- Cartolina blanca
- Ventilador
- Disc de Newton

Resultats

Els experiments que vam dur a terme per a comprovar les nostres hipòtesis no requerien cap presa de dades sinó que els resultats van ser de caire descriptiu.
Això és el que vam observar a cada un d'ells:

1. Quan el raig de llum arriba a una superfície **brillant** (un mirall) canvia de direcció. Quan arriba a una superfície **transparent**, passa a través seu. Quan el reig arriba a una superfície **opaca** es dispersa.

2. Quan observem un objecte a través d'un **vidre** i el submergim en **aigua** i/o en **oli**, veiem que canvia la forma, sembla que estigui trencat.

Quan observem un objecte a través de les **boles d'hidrogel** no el veiem; al afegir aigua ens apareix.

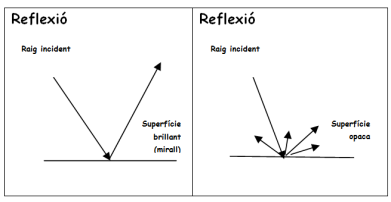
3. Quan passem un raig de llum blanca sobre un **prisma** es descompon en colors (els 7 colors de l'arc de Sant Martí).
Quan fem rodar el **disc de Newton** (amb els 7 colors de l'arc de Sant Martí) veiem el disc de color blanc.

Conclusions

Observant el **camí de la llum** hem après dues propietats:

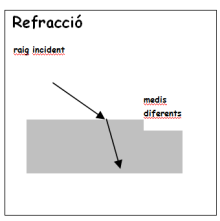
REFLEXIÓ

Quan es dóna la reflexió la llum canvia de direcció.



REFRACCIÓ

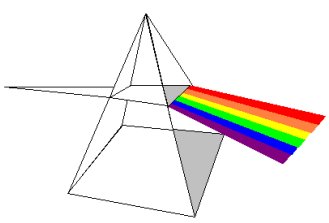
Es dóna la refracció quan la llum passa d'un medi a un altre i la velocitat de propagació de la llum en els dos medis és diferent.



Observant el **color de la llum** hem après la propietat:

DISPERSIÓ

En realitat la llum blanca és una barreja de llums de diferents colors. La dispersió es produeix quan un raig de llum es refracta en algun medi i queden separats els seus colors.



Bibliografia

- https://www.educaixa.com/documents/10180/1765575/Experimentant+amb+llum+i+color+CATpdf.pdf/add61b94-17fb-4603-88e5-1e78c12d2d52
- http://www.larioja.org/upload/educarioja/html/docs/premios_innovacion/2011/2_infantil_primaria.pdf
- http://laserclassroom.com/wp-content/uploads/2013/08/Activity-Guide-CATALAN.pdf
- http://cienciaslacoma.blogspot.com.es/search/label/Refracci%C3%B3n

Agraïments

Agraïm als nostres pares per haver-nos guiat durant tot el procés, a la nostra professora Carol de Britos per haver-nos ajudat a preparar tant aquest póster com l'abstract i als membres del jurat de la Fira de la Ciència de la nostra escola per haver-nos animat a presentar el nostre projecte al Congrés.

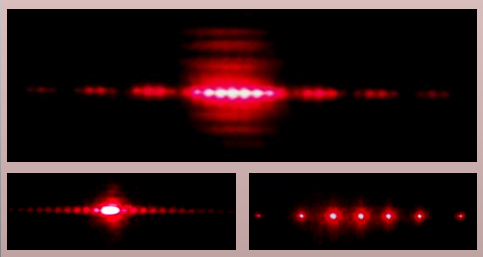
¿Cómo obtener la longitud de onda de un haz de un Láser a partir de métodos interferométricos?

Puche, B.

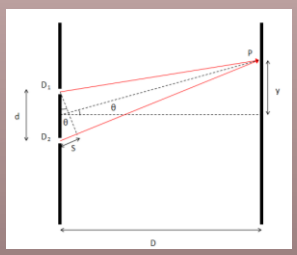
Institut Jaume Vicens Vives, Girona

INTRODUCCIÓN

El Láser será la herramienta usada a lo largo del trabajo para medir la longitud de onda mediante diferentes métodos. Así, nos proponemos una doble vía de investigación: ¿Es posible conocer la longitud de onda emitida por una fuente de luz coherente y monocromática a partir de métodos como las interferencias y la difracción? ¿Cuál sería el mejor método experimental utilizado?



$$\lambda = \frac{yd}{nD}$$



RESULTADOS

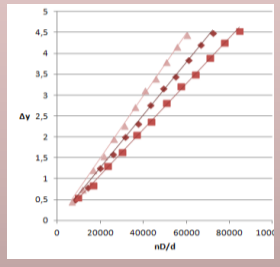
El fabricante ha proporcionado la longitud de onda del Láser (6,30-6,80)·10^2nm.

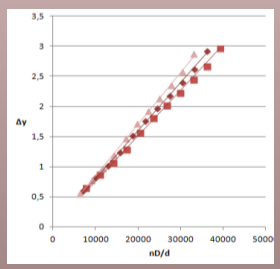
En el método 1 en la rendija A se obtuvo (8,1±1,9)·10^2nm y en la B (6,2±1,8)·10^2nm, con incertidumbres relativas de 23% y 29%.

En el método 2 en la rendija A (9,7±3,4)·10^2nm, en la B (6,5±2,1)·10^2nm y en la C (4,9±1,8)·10^2nm, con 35%, 32% y 38%.

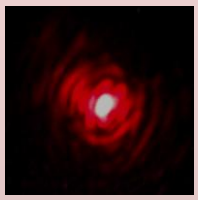
En el método3 los resultados han sido estos: para la red de difracción A_0 corresponde (6,5±0,2)·10^2nm, la A_1 (7,0±1,6)·10^2nm y la A_2 (7,1±1,6)·10^2nm, con 3%, 23% y 23%.

Finalmente, en el método 4 se ha obtenido (8,3±4,9)·10^2nm y (1,13±0,69)·10^3nm, con una incertidumbre relativa de 59% y 61%.





CONCLUSIONES



El problema principal a la hora de la realización de este proyecto ha sido la elevada precisión necesaria. La mayoría de resultados tienen un error relativo muy grande, debido a la realización de las prácticas en un laboratorio no especializado.

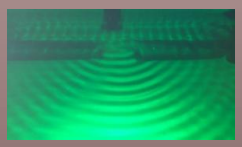
Otro problema fue la difracción producida por la misma apertura del Láser, factor que ha hecho aumentar el error de los resultados provocando una divergencia considerable en la pantalla.

El resultado de la red de difracción es el más preciso porque presenta ranuras de anchura del orden más parecido a λ. Se debe destacar la disminución de la incertidumbre relativa.

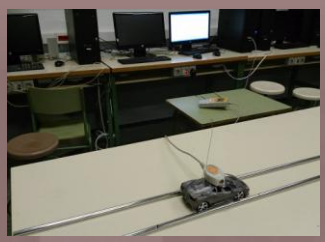
Los resultados obtenidos al medir la lambda a partir de la intensidad no han sido satisfactorios.

La realización de este proyecto ha sido un desafío que me ha permitido comprobar si estos métodos son suficientemente precisos para llegar a obtener la longitud de onda. Este hecho me ha llevado a que ahora pueda afirmar claramente que a partir de estas cuatro experiencias interferométricas se puede obtener la longitud de onda del Láser.

Finalmente, se podría repetir el estudio de los fenómenos de interferencia y difracción con una fuente de luz blanca. Es posible separar la luz blanca en el espectro de las franjas de colores que la forman y obtener un sistema de franjas de interferencia para cada color, con una franja central blanca.



MATERIALES Y MÉTODOS



MÉTODO 1. Experimento de Young

Se estudian las interferencias al pasar la luz a través de dos rendijas, demostrando el comportamiento ondulatorio de la luz. Para la realización se utilizaron tres sistemas diferentes de rendijas.

MÉTODO 2. Experimento de difracción por una sola rendija

Se quiere observar la difracción realizada en las condiciones impuestas por Fraunhofer, los frentes de onda son considerados planos y los rayos paralelos. Cada punto de la rendija actúa como una nueva fuente emisora de ondas. Se estudiará la difracción y a partir de aquí se volverá a medir la longitud de onda.

MÉTODO 3. Experimento de la red de difracción

La red de difracción consiste en una lámina llena de aperturas verticales que serán atravesadas por el haz del Láser provocando el fenómeno de difracción.

MÉTODO 4. Obtención de la longitud de onda del Láser a partir de la intensidad

Se mide la intensidad del Láser con el recolector de datos Multilab y un sensor de luz móvil. Al realizarlo se sabrá donde están los picos de máxima intensidad en función del tiempo y al conocerlos se puede calcular la distancia entre ellos si se conoce la velocidad a la que se ha movido el sensor. Para saberlo se ha acoplado el sensor a un coche teledirigido que se movía a la velocidad prácticamente constante. Para el tiempo del MultiLab no se considerará incertidumbre, ya que esta es despreciable comparada con la incertidumbre de la velocidad.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a Mª Lluïsa González, mi tutora del trabajo, por aconsejarme, orientarme y ayudarme a lo largo del trabajo. Asimismo, cabe añadir a Luis Carlos Pardo, profesor de la Universidad Politécnica de Catalunya, por la oportunidad para participar en el proyecto Fisidabo. Finalmente, nada de esto hubiese sido posible sin la financiación de la beca CiMs-Cellex.

BIBLIOGRAFÍA

ADAMS, Steve; ALLDAY, Jonathan. 2000. *Advanced Physics.* Oxford.

DITCHBURN, R. W. 1982. *Óptica.* Reverté.

PORTIS, Alan M.; YOUNG, Hugh D. *Óptica del Láser, Volumen 9.* Editorial reverté.

SERWAY, Raymond A.; JEWETT, John W. 2008. *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics.* Cengage Learning EMEA.

SLAWINSKI, Michael A. 2003. *Seismic waves and rays in elastic media, Volume 34.* Elsevier.

SOBEL, Michael I. *Light.* University of Chicago Press.

CiMs + CELLEX

Institut Jaume Vicens Vives

FISIDABO

atracció per la física

Max Planck a l'aula

Pérez, S.; Navarro, L.; Varas, L.; Essalhi, F.; Morgadas, D.; Pustai, P.
Institut de l'Arboç (L'Arboç, Tarragona)

Introducció

Aquest projecte d'aula consisteix en realitzar una pràctica dins del camp de la física moderna amb els alumnes de Batxillerat.

L'objectiu d'aquesta experiència és determinar la constant de Planck (h) utilitzant díodes emissors de llum (Leds).

L'energia (E) d'un fotó i la seva freqüència (f) es relacionen mitjançant l'equació: $E = h f$

Per tant, s'han de conèixer la freqüència dels fotons emesos pel LED i l'energia amb la que emet aquest.

Materials i mètodes

En aquest treball s'han utilitzat 4 leds en la regió de l'espectre visible (vermell, taronja, verd i blau).

I) Determinació de la freqüència

En primer lloc s'ha de determinar la longitud d'ona (λ) d'emissió del led utilitzant una xarxa de difracció (600 línies/mm) enganxada a una webcam (figura 1).

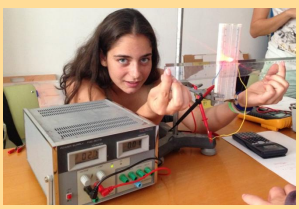


Figura 1. Muntatge emprat per determinar la λ.

En la pantalla de l'ordinador apareix la imatge de difracció (figura 2). Col·locant un regle al davant, tocant la sortida del led, es fan coincidir els dits amb els dos màxims de difracció de primer ordre fotografiats.

Figura 2. Imatge de difracció del led vermell captada per la webcam.

Amb una cinta mètrica es mesura la distància entre el led i la xarxa de difracció. Obtingudes aquestes dues mesures, es podrà calcular la tangent de l'angle que ha format el raig de llum en difractar-se i, a continuació, el sinus del mateix.

Finalment només caldrà aplicar la fórmula de difracció per calcular la longitud d'ona del led.

$$d \cdot \sin \alpha = \lambda \quad (d = 1667 \text{ nm})$$

La freqüència s'obté utilitzant l'expressió $f = c/\lambda$.

II) Determinació de l'energia

És necessari conèixer com varia la corrent que hi circula pel led al variar el voltatge. Per determinar aquestes dues magnituds es va realitzar el muntatge representat en la figura 3.

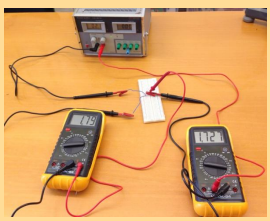


Figura 3. El dispositiu que es va fer per mesurar intensitat i voltatge. L'amperímetre es connecta en sèrie al led i el voltímetre en paral·lel.

A partir de l'anàlisi de les corbes intensitat – voltatge aplicat, es determina el voltatge llindar (V_o), és a dir, aquell a partir del qual la corrent comença a ser no nul·la. Aleshores l'energia (E) es pot calcular a partir de l'expressió:

$$E = q\, V_o \quad (\text{on } q = 1{,}602 \cdot 10^{-19} \text{ C})$$

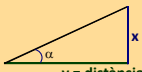
on es considera que l'energia del fotons prové de l'energia dels electrons i l'energia d'aquests depèn del voltatge.

III) Determinació de la constant de Planck

La representació gràfica energia – freqüència és una línia recta la pendent de la qual correspon a la constant de Planck (h).

Resultats

I) Determinació de la freqüència



x = distància entre els dos màxims de difracció/2

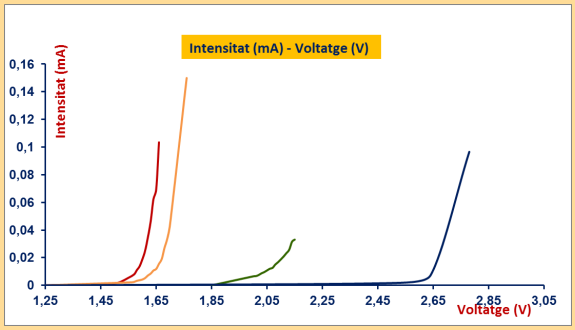
y = distància entre la xarxa de difracció i el led

Taula 1. Freqüències d'emissió dels leds obtingudes experimentalment.

LED	α	λ_{exp} (nm) = 1667 nm· sin α	$\lambda_{teòrica}$ (nm) Segons el fabricant	f (en Hz) = $3 \cdot 10^8 / \lambda_{exp}$ (en m)
Vermell	21,83°	620 nm	620 – 630 nm	$4{,}84 \cdot 10^{14}$ Hz
Taronja	21,17°	602 nm	600 – 610 nm	$4{,}98 \cdot 10^{14}$ Hz
Verd	17,99°	515 nm	515 -525 nm	$5{,}83 \cdot 10^{14}$ Hz
Blau	16,56°	475 nm	465 – 475 nm	$6{,}32 \cdot 10^{14}$ Hz

II) Determinació de l'energia

Figura 4. Gràfic Intensitat (mA) – Voltatge (V) per cadascun dels leds. El color de la corba correspon al led utilitzat.



Mirant el gràfic de la figura 4 es pot trobar el valor del voltatge llindar (V_o) a partir del qual comença a circular corrent pel led. També es pot obtenir el valor de V_o per cada led ajustant amb una recta la última part del gràfic, en la qual la intensitat augmenta linealment amb el voltatge. La intersecció d'aquesta recta amb l'eix x es pren com el valor V_o. Els valors obtinguts de l'energia es mostren en la taula següent (taula 2).

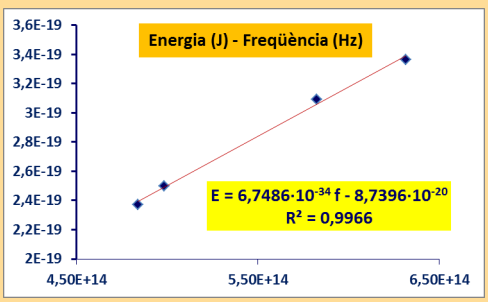
Taula 2. Energies obtingudes per cada led emprat.

LED	V_o (en V)	E (en J) = $1{,}602 \cdot 10^{-19} \cdot V_o$
Vermell	1,48	$2{,}37 \cdot 10^{-19}$ J
Taronja	1,56	$2{,}50 \cdot 10^{-19}$ J
Verd	1,93	$3{,}09 \cdot 10^{-19}$ J
Blau	2,10	$3{,}36 \cdot 10^{-19}$ J

III) Determinació de la constant de Planck

Figura 5. Gràfic Energia (J) – Freqüència (Hz). La constant de Planck correspon a la pendent de la recta.

El valor obtingut de la constant de Planck (h) és $h = 6{,}75 \cdot 10^{-34}$ J·s



Conclusions

Aquest projecte d'aula tenia per objectiu determinar la constant de Planck utilitzant 4 leds dins de la regió visible. La primera part de l'experiència consistia en determinar la longitud d'ona dels fotons emesos pels diferents leds. Els valors obtinguts són similars als indicats pel fabricant.

La segona part de l'activitat es basava en obtenir l'energia del díode emissor de llum, la qual es va determinar buscant el potencial llindar, és a dir, el voltatge a partir del qual la intensitat ja no comença a ser nul·la.

El valor obtingut de la constant de Planck $h = 6{,}75 \cdot 10^{-34}$ J·s és similar al valor teòric $6{,}626 \cdot 10^{-34}$ J s. Per tant, es pot concloure que s'ha trobat el valor de la constant de Planck amb un error del 2%.

Bibliografia

C. Artuso i A. Satz, *Determinación de la constante de Planck utilitzando leds*, Laboratorio 5, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires-2001. www. fisicarecreativa.com

Agraïments

Volem agrair al professor Lluís Nadal i Balandras (INS Lluís de Requesens, Molins de Reis, Barcelona) la seva ajuda en la realització d'aquest treball.

Institut de l'ARBOÇ

Com es fa un nanomaterial?

Minguillón, M., Minguillón, X.

Escola Frederic Mistral -Tècnic Eulàlia

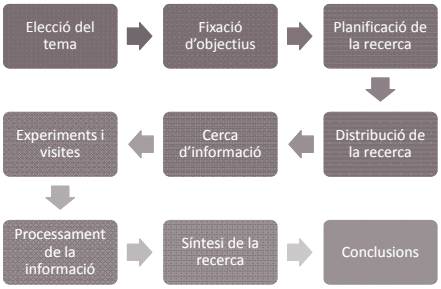
INTRODUCCIÓ

El treball de té els següents objectius:

a. Conèixer la nanotecnologia
b. Conèixer diferents tipus de nanomaterials
c. Conèixer diferents processos de fabricació de nanomaterials
d. Conèixer algunes de les eines de fabricació d'alguns nanomaterials
e. Experimentar amb la nanotecnologia
f. Cercar quines institucions científiques i acadèmiques treballen en nanotecnologia a Catalunya
g. Saber si la nanotecnologia ens agrada i motiva
h. Esbrinar quins són els estudis universitaris relacionats amb la nanotecnologia i on es poden cursar a Catalunya

Els principals tipus de nanomaterials són:
a. Nanocapa, que és un recobriment amb un espessor de mida nanomètrica.
b. Nanotub, que és una estructura tubular que té dues dimensions nanomètriques. Té un diàmetre al voltant d'1 nm i una longitud que pot ser >1cm.
c. Nanopartícula o nanosfera, que és una càpsula microscòpica que té les tres dimensions nanomètriques.
d. Materials nanocompostos, que són materials creats mitjançant la introducció, en baix percentatge, de nanopartícules a un material base anomenat matriu.
e. Materials nanoporosos, que són materials amb porus de mida nanomètrica similar a una esponja.

METODE DE TREBALL

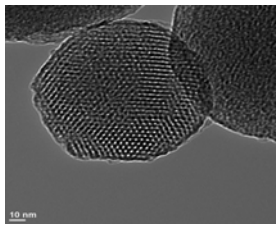


EXPERIMENT 1: Síntesi de nanopartícules inorgàniques d'or i de plata (ARGÓ)

L'objectiu d'aquesta pràctica va ser preparar unes nanopartícules d'or i de plata de 10 nm de diàmetre i observar el seu comportament.

Per a sintetitzar les nanoparticules de plata es va seguir una adaptació de Steve Ng i Chris Johnson d'un procediment desenvolupat per S. D. Solomon, M. Bahadori, A.V. Jeyarajasingam, S.A. Rutkowsky, C. Boritz i L. Mul Finger.

Després es va observar els seus comportaments amb el espectofotòmetre



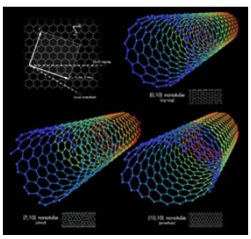
EXPERIMENT 2: Preparació d'un ferrofluid (ARGÓ)

L'objectiu d'aquesta pràctica va ser preparar un ferrofluid aquós format per nanopartícules de ferro i observar el seu comportament quan se'l sotmet a camps magnètics.

Vam produir les nanopartícules de magnetita (Fe_3O_4) barrejant sals de Fe^{2+} i de Fe^{3+} en medi bàsic. Per tal de mantenir les nanopartícules en suspensió, aquestes havien de ser petites i s'havien de mantenir separades. Per aconseguir aquesta separació es podien utilitzar substàncies surfactants o tensioactives

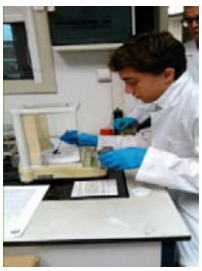
EXPERIMENT 3: Purificació de nanotubs de carboni (ICMAB)

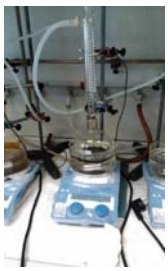
L'objectiu d'aquesta pràctica era eliminar les sals i el ferro d'un conjunt de nanotubs de carboni del tipus *Single Wallet NanoTubes* (SWNT's).

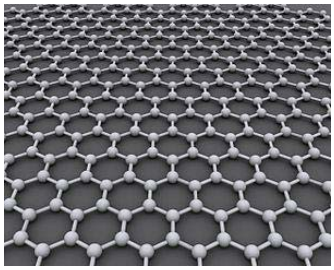


EXPERIMENT 4: Síntesi d'òxid de Grafè (ICMAB)

L'òxid de grafè es va obtenir de l'oxidació del grafit normal en pols utilitzant àcid sulfúric, permanganat de potassi i nitrat de sodi. També es va utilitzar aigua destil·lada com a dissolvent ja que la faríem servir per passar la dissolució a pH neutre. Aquesta síntesi la vam fer segons el mètode de Hummers modificat.







CONCLUSIONS

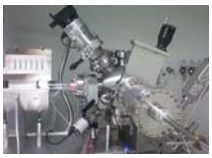
Aquest treball de recerca ens ha estat molt útil en quant a resoldre els diferents dubtes i preguntes que teníem envers als estudis de nanotecnologia i les possibles sortides en el món del treball, augmentant-nos les ganes de cursar aquest grau en un futur.

Per altra banda, la part que ens ha agradat més és la part experimental ja que ens ha transmès el coneixement d'una manera més amena que no pas la part de síntesi, però que ha fonamentat les parts pràctiques del treball doncs ens ha ajudat tant a aclarir conceptes com a incorporant-ne de nous. Per altra banda creiem que fer aquest treball de recerca ens ha proporcionat, d'una manera més enriquidora, un aprenentatge de nous conceptes relacionats amb allò que més ens agrada. Per últim, malgrat les dificultats trobades, creiem que hem conegut un món que pensem que és i serà tractor de la tecnologia actual i futura.

ACTIVITATS REALITZADES

1.- Visita a l'empresa Advanced Nanotechnologies

2.- Visita a la facultat de Física de la UB



3.- Visita al mNACTEC

4.- Visita a l'ICFO

5.- Visita al BSC

6.- Visita al Sincotró

7.- Visita a l'ICN2

AGRAÏMENTS

- Santi Gonzalez (tutor)
- Antonio Onteniente i Enric Bertran (Advanced Nanotechnologies)
- David Amabilino, Gerard Tobias, Laura Cabana i Magdalena Kierkovic (ICMAB)
- Josep Ros, Ramón Yáñez, Gonzalo Guirado, Dolors Quinquer i Carolina Cerulla (ARGÓ)
- Míriam Martí (ICFO)
- Oriol Riu (BSC)
- Alex Argemí i Ana Belén González (ICN2)

FUNDACIÓ PRIVADA COLLSEROLA

El grafè: el material del futur.

Laia Sánchez Tolo
Institut Miramar (Viladecans)

Introducció

En aquest treball, analitzarem el grafè, un material, que és les capes del grafit per separat. Un material bidimensional.

Històricament s'havia pensat que el material seria termodinàmicament inestable i fondria ràpidament.

El terme grafè, va aparèixer per primera vegada el 1987 per a descriure capes simples de grafit com un dels constituents de compostos d'intercalació de grafit. Al 2004, Andre Geim i Kostya Novoselov, de la Universitat de Manchester, van poder aïllar una primera mostra de grafè. Aquests dos investigadors varen obtenir el Premi Nobel de Física l'any 2010 "pels seus innovadors experiments sobre el material bidimensional grafè".

Per poder explicar totes les aplicacions d'aquest revolucionari material, caldrà entendre la seva composició, per entendre les propietats. De la mateixa manera que per a poder aplicar-lo, s'ha d'obtenir primer, per això també s'explica els mètodes actuals per poder obtenir mostres de grafè.

Conclusions

El grafè es un material que obre moltes portes, tant en el món de les noves tecnologies i l'electrònica com en aplicacions molt variables que fins i tot arriben a la quotidianitat.

A les tècniques conegudes, encara els queda un llarg camí de perfeccionament, per això, encara queda un temps perquè es comercialitzin els productes que possibilita.

És preveu que els productes fets de grafè siguin molt més econòmics, i, ja que la seva estructura es carboni pur, és biodegradable, no contaminarà el medi ambient.

Actualment, segons els investigadors del ICFO, les recerques que s'estan duent a terme, compten amb unes subvencions que permeten el correcte avanç sobre el coneixement i les possibles aplicacions del grafè, que no quedaran interrompudes.

Propietats, aplicacions i efectes

Propietats òptiques:
- Absorció de la llum: 2,3%.

Propietats tèrmiques:
- Conductivitat tèrmica: $5 \cdot 10^3$ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$.
- Te una conductivitat isotròpica.
- Te menor efecte Joule.

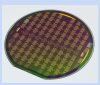
Propietats electròniques
- Conductivitat elèctrica: $0{,}96 \cdot 10^6$ $(\Omega \cdot m)^{-1}$.

Propietats mecàniques:
- Gruix d'una làmina: 3,35 Å ($3.35 \cdot 10^{-10}$ m).
- Resistència mecànica de 42 N/m.
- Densitat de només 0,77 mg per m^2.
- Forces de flexió del 10%.
- Rigidesa 1 Tpa.

Si aquesta hamaca fos de grafè i fos d'un m^2, pesaria 0,77mg, el que podria ser un pèl del bigoti d'un gat, i podria suportar sense trencar-se el pes del gat.

Aquestes propietats, fan possibles moltes millores i noves aplicacions
El grafe te una radiofreqüència de 10^3 GHz:
- Transistors

- Processadors →



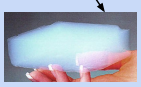
Les propietat optiques permeten:
- Sensors

- Panels fotovoltaics →

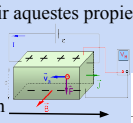
La seva estructura fa possible:
- Gel o aerogel de grafè →
- Aparells radioactius ionitzants
- Autoreparació
- Filtre de sal
- Efecte antibacterià

Amb les seves propietats electròniques fem:
- Contenidors i supercondensadors d'H

- Bateria supercapacitadora

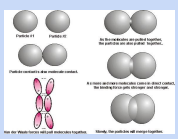


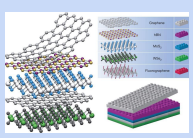
El grafe te certs efectes i característiques que permeten tenir aquestes propietats i aplicacions:
-Efecte Hall



-Efecte Klein →

-Heteroestructures de van der Waals

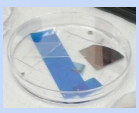




Materials i mètodes

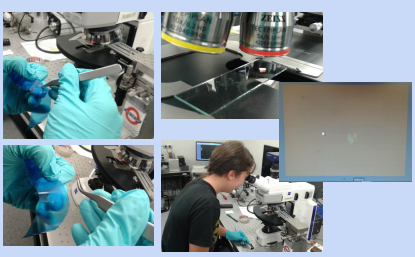
Mètode d'exfoliació mecànica:
El grafè es una capa de grafit, amb aquest procediment n'aconseguirem petites mostres.

Materials
- tira de cinta adhesiva
- tros de Si (Silici)
- grafit (si es en pols millor)



Eines
-microscopi electrònic -pinces
-ordinador del microscopi

Procediment
1. Agafem la cinta adhesiva.
2. Introduïm el grafit en un extrem
3. Pleguem un tros de la cinta, que segueixi al que hi es el grafit, fins al tros on es el grafit.
4. Desenganxem els dos trossos tenint així menys capes de grafit en cada tros.
5. Repetim el procés fins al final de la cinta.
6. Agafem amb les pinces el tros de Si
7. Posem el Si a l'últim tros de la cinta, on hi ha capes de grafè,
8. Agafem el tros de Si de la cinta i el posem al portaobjectes.
9. Posem el portaobjectes al microscopi i n'observem el resultat
10. Finalment, observem que on es veuen les taques mes primes, és on hi ha menys capes de grafit, quasi és grafè, per comprovar-ho calen altres eines, i més temps.



Informacions Addicionals

Per a qualsevol aclariment de conceptes o possibles dubtes, podeu trobar-ho al treball original.

http://1drv.ms/1FO16r5

Bibliografia

Varis autors: Yongzhe Zhang, Tao Liu, Bo Meng, Xiaohui Li, Guozhen Liang, Xiaonan Hu, Qi Jie Wang. **Broadband high photoresponse from pure monolayer graphene photodetector**. *Nature Communications*, 2013; 4: 1811 DOI:10.1038/ncomms2830

http://nomadaq.blogspot.com.es/2011/03/hydra-skyscraper-producir-energia-de.html

http://www.fisica.unam.mx/personales/naumis/index_archivos/Tesis/tesis_1.pdf

Agraïments

Voldria agrair a la Mónica Marro, una amiga que treballa a l'ICFO, per ajudar-me a contactar amb el departament corresponent de l'ICFO, per fer les pràctiques d'exfoliació mecànica.
Finalment, agrair a l'ICFO, la possibilitat i la disposició dels materials per poder fer tan la pràctica, com les explicacions de les instal·lacions, així com també l'amabilitat dels investigadors.

INS MIRAMAR ICFO The Institute of Photonic Sciences

Estudi de la capacitat d'emmagatzematge en els CD's i DVD's

Matarrodona Moragas, Pau
Institut Jaume Vicens Vives, Girona

Objectiu

Els objectius d'aquest treball eren determinar les dimensions d'un *land* i d'un *pit* i calcular la capacitat d'emmagatzematge, tant d'un CD com d'un DVD. Per fer-ho, ens valdrem de dades genèriques (λ de funcionament, amplària i llargada *pit/land*) i dels resultats dels experiments.

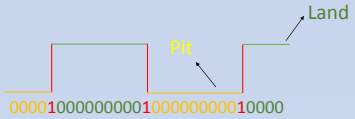


Fig. 1: Representació de *pits* i *lands* i codificació en bits

Introducció

Suposarem el CD/DVD com diverses circumferències concèntriques, on s'alternaran circumferències amb *pits* i *lands* amb circumferències de separació entre aquests.

A partir dels experiments de Young, es dedueix la llei que farem servir per calcular la separació entre pistes.

Ordre del raig — Angle refractat

$$n \cdot \lambda = d \sin \alpha_n$$

Longitud d'ona — Mida obertura

Notem que, per nosaltres, "d" serà la separació entre les pistes.

Mètode

1r → Enganxem el CD/DVD perpendicularment al cantell d'una taula, amb la cara metàl·lica cap a dins.

2on → Amb un punter làser, paral·lel a la taula, apuntem cap al CD/DVD. Això generarà uns raigs refractats, dels quals ens n'interessa l'ordre i l'angle que formen.

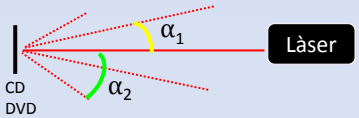


Fig. 2: Esquema del muntatge

Dades

	$Llargada_{mín}$ (nm)	$Amplària_{pit\text{-}land}$ (nm)	$\lambda_{treball}$ (nm)
CD	800	600	780
DVD	400	320	650

Tab. 1: Dades utilitzades en els càlcul

$\lambda_{làser} = 650 \text{ nm} = 6'50 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

$R_{mín} = 2 \text{ cm}$ $R_{màx} = 6 \text{ cm}$

Processament de dades

En el CD, el raig d'ordre 1 va formar un angle de 29º, mentre que el d'ordre 2 va formar-me un de 63 º.

En el DVD només es va captar un raig refractat (ordre 1), que formava un angle de 70 º.

Treballant amb aquests valors, trobem que la separació entre les pistes d'un CD és de 1'4 µm, mentre que entre les d'un DVD és de 0'69 µm.

Així doncs, dues circumferències diferents en el CD fan 2'0 µm d'ample, mentre que en el DVD mesuren 1'0 µm.

Per tant, en el CD hi ha $20 \cdot 10^3$ pistes (>5 km si fos lineal), mentre que en el DVD n'hi ha $40 \cdot 10^3$ (>10 km lineals).

Sabent les longituds mínimes dels *pits* i *lands* en els CD i DVD, podem dir que un CD pot emmagatzemar fins a $6'3 \cdot 10^9$ bits (751 Mb) i un DVD en conté un total de $2'5 \cdot 10^{10}$ (2'9 Gb).

L'altura dels pits és de $\lambda/4$. D'aquesta manera, arriba al detector havent recorregut $\lambda/2$ més, cosa que genera una interferència destructiva, que s'interpreta com un 1, mentre que la constructiva s'entén com un 0.

Resultats obtinguts

	Separació (µm)	Memòria (bits)	Memòria
CD	1'4	$6'3 \cdot 10^9$	751 Mb
DVD	0'69	$2'5 \cdot 10^{10}$	2'9 Gb

Tab. 2: Resultats de l'estudi

Resultats esperats

	Separació (µm)	Memòria (bits)	Memòria
CD	1'6	$5'9 \cdot 10^9$	700 Mb
DVD	0'74	$4'0 \cdot 10^{10}$	4'7 Gb

Tab. 3: Valors teòrics esperats

Conclusions

El *land* més petit d'un CD té unes dimensions de 800 nm de llarg, 600 nm d'ample i 195 nm d'alt. En un DVD, la dimensió és de 400 nm x 320 nm x 162 nm.

Els resultats obtinguts en el CD són propers a la realitat (13% d'error en la separació i del 7% en la capacitat d'emmagatzematge), mentre que en el DVD els errors són del 6'8% i del 38%, respectivament.

A excepció d'aquest últim valor, la resta els podem considerar com a bons si tenim en compte com es va realitzar l'experiment.

Investigacions futures

A part de calcular més precisament els valors, es podrien calcular per altres dispositius òptics digitals d'emmagatzematge d'informació, com el Blu-ray. El problema és que caldrien làsers de longitud d'ona més curta. Sinó, l'angle serà molt proper a un recte i no es podrà mesurar amb la precisió suficient.

Bibliografia

·Tipler, P., & Mosca, G., (2010) *Física para la ciencia y la tecnología* (6 ed., vol.2). Espanya. Reverte

· Taylor, J, (1998). *DVD demystified* (1 ed.). Estats Units. McGraw Hill

Agraïments

Aquest treball ha estat dut a terme durant el Batxillerat Internacional, a l'Institut Jaume Vicens Vives, becat per la Fundació CiMs+CELLEX.

Copper nanoparticle study for later application in thin film solar cells

Pau Batlle Franch

As part of the International Summer Science Institute, held in Weizmann Institute of Science, Israel

Research mentor: Mariano D. Susman Lab partner: Julietta Garbasz

Introduction and main purpose

Thin film solar cells are a type of photoreceptors that only have few layers of photovoltaic substrate and are flexible and cheaper than regular solar cells. However, their lack of substrate implies less efficiency in light absorption in some regions of the solar spectrum.

In order to solve this problem and make the solar cells economically viable, noble metal nanoparticles (NPs) can be used[1].

The reason for such idea is the existence of a phenomenon called surface plasmon, defined as a collective interference of the conductive electrons of a material as a result of the incident electromagnetic radiation. Because of this oscillation, light is scattered inside the solar cell (Fig. 2). Recent investigation showed that gold NPs enhance light absorption in solar cells[2], but they represent an expensive and unrealistic solution.

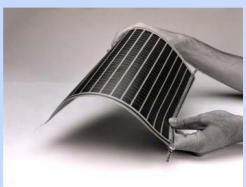


Figure 1: Thin-film solar cell

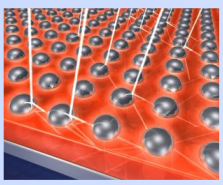


Figure 2: Simplified illustration of the effect of noble metal NPs on thin-film solar cells. Light gets scattered because of the Surface plasmon effect

The aim of this project is to examine copper as a material and determine whether it is a plausible alternative to gold in terms of plasmonic properties, knowing that it can represent a huge difference in terms of price/efficiency ratio in solar cells of this kind.

Procedures and materials

Objectives

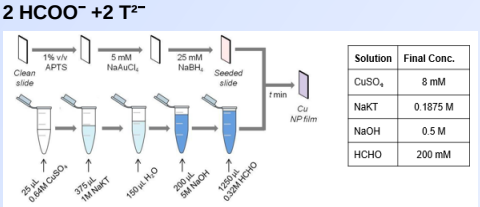
- Obtain copper nanoparticles (NPs) using electroless deposition
- Study the optical properties of the copper NPs
- Oxidize them to check how oxidation modifies (or not) the plasmonic properties
- Observe them using transmission and scanning electron microscopes (TEM/SEM)
- Characterize the oxidation process and determine how does it affect the particles

Obtaining copper nanoparticles

In order to obtain copper NPs, an electroless deposition method was used. The method and the exact concentrations used were shown to produce copper NPs in previous works held in the Weizmann Institute of Science[3].

Copper deposits as a result of the following redox reaction:

$$[CuT_2]^{-2} + 2HCHO + 4OH^- \rightarrow Cu(s) + H_2(g) + 2H_2O + 2\,HCOO^- + 2\,T^{2-}$$



Solution	Final Conc.
$CuSO_4$	8 mM
NaKT	0.1875 M
NaOH	0.5 M
HCHO	200 mM

Figure 3: Representation of the process followed

Plasmonic properties analysis

After the deposition, the films were taken out of the eppendorfs using tweezers and were dried under a N_2 flux. After that, they were studied using UV-VIS spectrophotometry to determine if they presented the typical absorption band of the surface plasmon.

Figure 4: UV-VIS spectrophotometer used

Characterising the oxidation process

In order to accelerate the oxidation in which Cu NPs are entangled in normal conditions, a furnace spectrophotometer was used, which was capable of heating the particles and measure their absorption spectrum at the same time, so oxidation effects could be tracked in real time.

Figure 5: Homemade optical quartz tube furnace equipped with a spectrophotometer to track the absorption spectrum while the particles are being heated

Electron microscopes and data analysis

Further approach into the NPs external properties (shape, size, texture, density) was achieved by using transmission and scanning electron microscopes. Pictures of regions and single particles of both oxidized and non-oxidized samples were taken and later analyzed using the software *ImageJ* and spreadsheet applications.

Figure 6: Electron microscopes used in order to obtain more data of all particles: SEM (left) and TEM (right)

Results

After being deposited, copper NPs presented an increase of extinction at a wavelength of around 600 nm, which corresponds with the existence of the surface plasmon. Slides with more deposition time showed greater extinction (Fig. 8), most probably because of their higher concentration of NPs.

Using the furnace, some samples were oxidized and analyzed, and the results showed that upon oxidation, the plasmon surface redshifts and disappears at some point (Fig. 9)

Microscopy and later data analysis showed that oxidized particles are larger, rougher, and less spherical than non-oxidized ones (Fig. 10). The average growth was 11 nm/particle. (Fig. 11)

Figure 7: From left to right, non-oxidized, partially oxidized, almost oxidized and fully oxidized samples

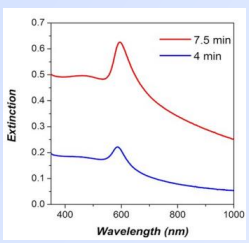


Figure 8: Graph of extinction as a function of wavelength for two different deposition times

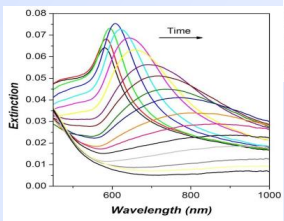


Figure 9: Evolution and later disappearing of the surface plasmon upon oxidation

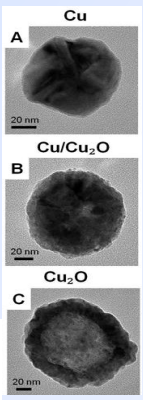


Figure 10: TEM images showing the evolution of a single nanoparticle upon oxidation. Change in both shape and texture can be appreciated

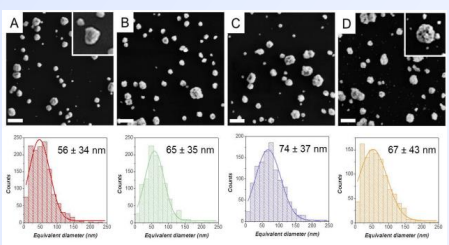


Figure 11: SEM images of samples at different stage of oxidation (Fig. 7) and histograms of particle size obtained with computational analysis. Lines note an approximation of a normal distribution in each case

Conclusions

Copper NPs were obtained using chemical deposition. They presented the surface plasmon effect just after being deposited, but oxidation was shown to decrease periodically the surface plasmon effect, and hence making impossible to use Cu on thin film solar cells unless an oxidation inhibition method is found in future investigations. Electron microscopy was used to examine this oxidation process, in which particles were shown to grow in size and change in both shape and texture.

References

[1] H.A.ATWATER Y A.POLMAN, *"Plasmonics for improved photovoltaic devices"*, Nature of Materials (2010)

[2] D.DERKACS, *"Improved performance of amorphus silicon sollar cells via scattering fromsurface plasmon polaritons in nearby metallic nanoparticles"*, Applied Physics Letters, (2006)

[3] SUSMAN, M. D.; FELDMAN, Y; VASKEVICH, A; RUBINSTEIN, I., "*Chemical Deposition and Stabilization of Plasmonic Copper Nanoparticle Films on Transparent Substrates*", Chemical matters, (2012)

Acknowledgements

I would like to thank the Cellex foundation for both the economic support on my International Baccalaureate studies and the possibility of participating in the International Summer Science Institute in the Weizmann Institute in Israel.

Moreover, I would also like to show my gratitude to the International Summer Science Institute staff for their work in facilitating this amazing opportunity to engage in scientific research, as well as the mentor of the project, Mariano D. Susman, for his patience and guidance.

Finally, I would like to thank the teacher Miquel Angelats, from Jaume Vicens Vives high school, for his guidance during the project.

ISSI International Summer Science Institute

מכון ויצמן למדע WEIZMANN INSTITUTE OF SCIENCE

CiMs + CELLEX

Fundació Privada CELLEX

ICFO The Institute of Photonic Sciences

INTERNATIONAL YEAR OF LIGHT 2015

MÚSICA A LA VELOCIDAD DE LA LUZ

Moruno, M., Teller, O.
Colegio Tecla Sala

INTRODUCCIÓN

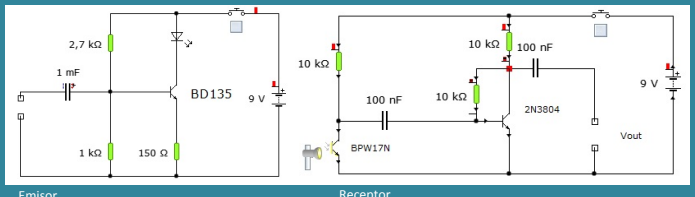
En este trabajo se han analizado dos maneras diferentes de transmitir información mediante la luz. Luz LED y luz laser. En concreto se ha buscado transmitir sonido .
Nuestra principal hipótesis es averiguar si la luz es capaz de transmitir sonido con una calidad suficiente para que se pueda volver a reproducir.

El sonido es la energía transportada en forma de ondas mecánicas que se propagan a través de un medio elástico (líquido, sólido o gaseoso), a diferencia de la luz que se propagar por el vacío. La música es la combinación del sonido con el silencio.

RESULTADOS

EMISOR
El circuito funciona gracias al divisor de tensión, constituido por dos resistencias (R1, R2) en serie que adecuan el voltaje a la señal de entrada. El audio entra con un voltaje de 1,5V a través del Jack que está conectado al condensador, cuya función es filtrar los voltajes continuos y dejar pasar frecuencias bajas. Lo que hace que el LED varíe de intensidad en función de la frecuencia que le llega.

RECEPTOR
El elemento más importante del circuito receptor es el transistor bipolar (BPW17N), que recibe la onda de luz procedente del emisor y la tranforma en una señal eléctrica. Asimismo, amplifica débilmente el grado de iluminación que recibe. Gracias a un segundo transistor (2N3904) la corriente del circuito se amplifica logrando que el altavoz reproduzca la música.



Emisor Receptor

CONCLUSIÓN

En esta experiencia de investigación hemos analizado el comportamiento del sonido combinado con la fotónica. Los resultados verifican nuestra hipótesis, ya que el sonido se transmite mediante la luz.

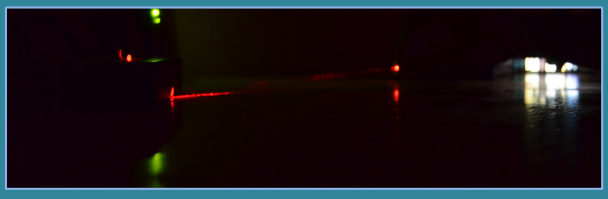
ASPECTOS DESTACADOS
Durante la experimentación hemos averiguado que el laser se ha de manipular con extrema delicadeza, ya que las descargas electroestáticas de nuestro cuerpo afecta muy negativamente a éste. Además, si se apunta muy cerca de transistor bipolar aumenta considerablemente la distorsión del sonido.

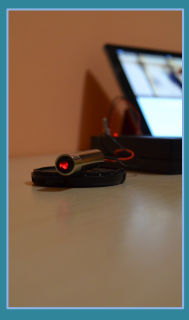
MATERIAL Y METODOS

Para validar la hipótesis, el estudio ha sido estructurado en dos fases: En la primera fase se ha reproducido un circuito eléctrico con un diodo LED de alta luminosidad y otro circuito electrónico receptor de la luz emitida por el primer circuito.
Posteriormente, en una segunda fase, se ha sustituido el diodo LED de alta luminiscencia por un diodo láser. Con este cambio, se ha logrado una mejora en la nitidez del sonido .

EMISOR LED
- Pila de 9V
- Porta pilas
- Jack macho mono
- Diodo LED de alta luminosidad
- Condensador electrolítico de 25V
- Transistor BD 135
- Resistencia (1): 2K7Ω
- Resistencia (2): 1KΩ
- Resistencia (E): 150Ω
- Interruptor placa on/off
- Diodo LED de 3mm
- Resistencia 330Ω

RECEPTOR
- Pila de 9V
- Porta pilas
- Jack hembra mono
- Transistor bipolar BPW17N
- Transistor 2N3904
- 3X Resistencias 10KΩ
- 2X Condensador 100nF
- Interruptor placa on/off
- Diodo LED de 3mm
- Resistencia 330Ω





BIBLIOGRAFIA

Libro física (catalán) MacGraw-Hill
Wikipedia

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Santiago Vílchez (Profesor de física, Colegio Tecla Sala) por ser nuestro tutor del "Treball de recerca" y ayudarnos a realizarlo correctamente. También queremos agradecerle a José Carlos Cifuentes (ICFO) por ayudarnos a desarrollar los circuitos empleados en nuestra investigación.

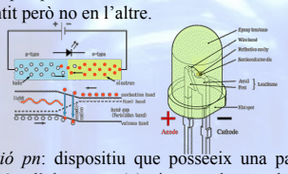
Les propietats físiques dels LED: la corba I-V i la il·luminació

López Huertas, Albert
Institut Icària

Introducció: LED (light emitting diodes)

En aquest Treball de Recerca he volgut investigar les propietats físiques dels **díodes emissors de llum** (en anglès, LED), un dels invents més importants de les últimes dècades i que ja ha revolucionat la forma d'il·luminar els habitatges del món.

Un LED és un **díode semiconductor**, una unió pn que permet la conducció del corrent en un sentit però no en l'altre.



Unió pn: dispositiu que posseeix una part amb excés d'electrons (n), i una altra amb dèficit d'electrons (p).

Propietats especials
A diferència dels díodes convencionals, **emet llum quan es polaritza directament** si se li aplica un potencial en els seus elèctrodes.

Els díodes no són dispositius tèrmics, i per tant **no compleixen la llei d'Ohm**, com les bombetes tradicionals**.**

Objectius del treball de recerca:

1. Trobar la funció que relaciona la intensitat de corrent amb la caiguda de tensió que es produeix entre els elèctrodes dels LED.
2. Trobar la relació que existeix entre la il·luminació d'un LED en funció de la potència dissipada perquè il·lumini correctament sense malgastar energia
3. Trobar la relació que existeix entre la il·luminació d'un LED i l'angle de visió.

Materials i mètodes

El procediment ha consistit en muntar un circuit elèctric amb una font d'alimentació de corrent continua, una placa d'electrònica, una resistència protectora en sèrie i el LED. S'han connectat un amperímetre (en sèrie) i un voltímetre als elèctrodes del LED. S'ha anat variant el potencial proporcionat per la font i s'ha anotat la caiguda de tensió al LED i la intensitat.

Amb aquest procediments hem fet les següents determinacions:

1. Determinació experimental de la corba Intensitat-Voltatge, I-V.

2) Il·luminació dels LED en funció de la potència. Amb un sensor de llum per mesurar la il·luminació del LED, i tenint en compte que:

$$P = IV$$

Per la determinació de **3) Il·luminació en funció de l'angle de visió**, he utilitzat una plataforma circular on els angles estaven marcats respecte del centre, on se situa el LED.

Resultats

1) Determinació de la corba I-V:
Els resultats obtinguts (figura 1) mostren que en les condicions experimentals de treball la intensitat que passa pel circuit segueix la funció exponencial expressada en l'equació:

$$I(V) = I_s e^{\frac{qV}{\eta k_B T}}$$

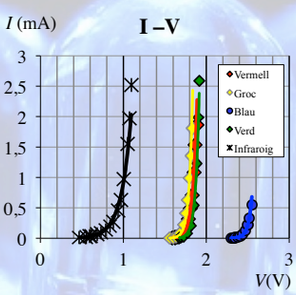


Fig. 1: Corbes I-V de diferents LED. Cada corba representa un LED de diferent color e indica la relació de la intensitat en funció del voltatge.

2) Il·luminació dels LED en funció de la potència.
Els resultats obtinguts mostren que la il·luminació del LED (E) creix a mesura que creix la potència dissipada, però el seu creixement s'alenteix a potències elevades, tal com s'observa en la figura 2.

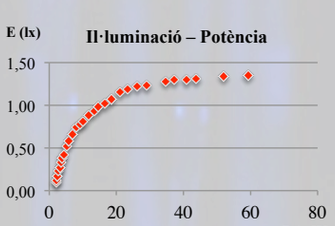


Fig. 2: Il·luminació d'un LED vermell en funció de la potència dissipada.

3) Il·luminació dels LED en funció de l'angle de visió.
Els resultats de la figura 3 mostren que la il·luminació del LED baixa a mesura que l'angle s'allunya de la normal i que a partir dels 30º es veu molt poca llum.

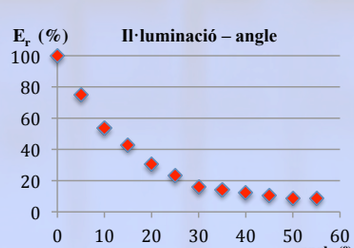


Fig. 3: Il·luminació relativa d'un LED vermell en funció de l'angle de visió. El 100% d'il·luminació correspon a la il·luminació vista des de la normal.

Conclusions

•La corba I-V de tots els LED segueix la funció exponencial ja descrita anteriorment en els resultats i per tant les meves condicions de treball reprodueixen resultats ja referenciats.

•Les corbes I-V dels LED estan ordenades en funció de la freqüència de l'ona que emeten, estant a l'esquerra les de menor freqüència i a la dreta les de major, amb excepció del vermell i el groc, que es troben intercanviades.

•La potència òptima per alimentar el LED vermell estudiat és d'entre 20 i 30 mW. Per a potències superiors el LED puja molt poc la seva il·luminació, i provoca una despesa energètica innecessària.

•Els LED emeten una llum molt direccional. Amb el LED vermell en particular, quan es veu el LED per sobre de 10º respecte la normal la il·luminació cau a la meitat, i als 30º baixa per sota del 20%. Aquesta característica és beneficiosa en el cas de la producció de llanternes, però si es vol el LED per il·luminar una cambra aquest efecte no és positiu, i se n'ha de buscar una combinació que ho contraresti.

Bibliografia

Prueba experimental. Constante de Planck y comportamiento de un LED – Olimpiada Española de Física – Real Sociedad de Española de Física (20/07/2015)

Medición de la constante de Planck utilizando LEDs - Física recreativa (20/07/2015)

Diodo de unión p-n – Qué grande (20/07/2015)

Informacions Addicionals

Aquest pòster correspon a una part del Treball de Recerca que encara s'està realitzant, i que presentaré a l'Institut el mes de gener de 2016.

Agraïments

Agraïm a l'Institut ICARIA per haver-me deixat les seves instal·lacions, especialment al Departament de Física i Química que m'ha ofert tot el material necessari per portar a terme les pràctiques associades a aquest Treball de Recerca.

Agraeixo al meu tutor del treball, l'Octavi Plana la seva disponibilitat, consells i ajuda constant en totes les fases de desenvolupament del projecte.

ICÀRIA INSTITUT

SIMULATING RANDOMNESS

MAR BENAVIDES I NEBOT · IES GELIDA, Gelida (BCN), Spain.

GOAL

Learning about random numbers and different methods to generate them. Developing a program to obtain pseudo-random numbers, prove their faithfulness and use them to perform experiments.

RANDOM NUMBERS (RN)

Sequence of numbers that satisfy: uncorrelation (no relationship among numbers), uniformity (fairness) and uniqueness (nobody can have information about it).

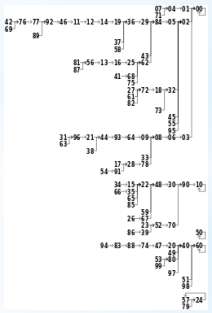
True RN ← METHODS OF GENERATION → Pseudo RN

FEATURES

- ✧ Uniformity
- ✧ Uncorrelation
- ✧ Uniqueness
- ✧ Inefficient
- ✧ Nondeterministic
- ✧ Aperiodic

- ✧ Nuclear decay of radiation source
- ✧ Quantum vacuum fluctuations
- ✧ Thermal noise

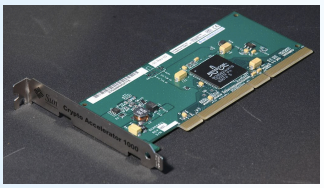
- ✧ Computational algorithms:
  - Linear congruential generators (LCG)
  - Middle-square method



- ✧ Uniformity
- ✧ Correlation
- ✧ Nonuniqueness
- ✧ Efficient
- ✧ Deterministic
- ✧ Periodic

APPLICATIONS

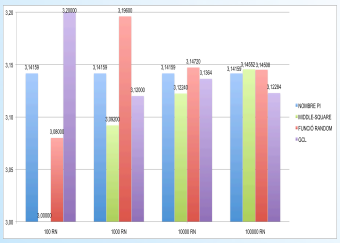
- ✧ Lottery
- ✧ Raffles
- ✧ Gambling
- ✧ Security (cryptography)



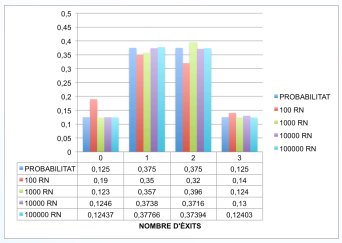
- ✧ Simulations
- ✧ Statistics
- ✧ Random sampling

EXPERIMENTS AND TEST

Approximation of Pi by Monte Carlo method



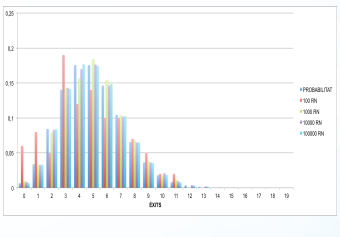
Simulation of a binomial distribution



	0	1	2	3
PROBABILITAT	0,125	0,375	0,375	0,125
100 RN	0,19	0,35	0,32	0,14
1000 RN	0,123	0,357	0,396	0,124
10000 RN	0,1246	0,3738	0,3716	0,13
100000 RN	0,12437	0,37766	0,37394	0,12403

NOMBRE D'EXITS

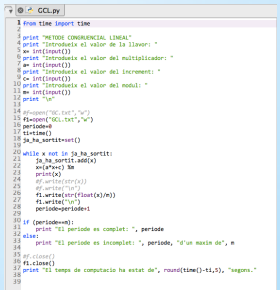
Simulation of a Poisson distribution



Chi-squared test

(analyse the randomness and frequency of the generated random numbers)

VALOR INFERIOR DE LA REGIÓ CRÍTICA	0,484
100 RN	4,9
1000 RN	1,02
10000 RN	3,067
100000 RN	3,9556
VALOR SUPERIOR DE LA REGIÓ CRÍTICA	11,14



CONCLUSIONS

Random numbers have a wide variety of applications. Depending on the use of the random numbers it is better to generate them by TRNG or PRNG.

All pseudo random numbers used in this work were generated by LCG and middle-square method

TAYLORING LIGHT BEAMS:

HOW TO DESIGN LENSES TO MANIPULE THE EMISSION OF LEDS

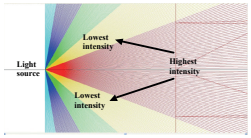
Laura Moreno Carbonell

INTRODUCTION

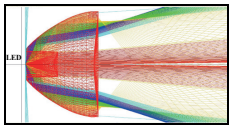
When I was starting this paper on my working table, I realized that it was not well lit and that I needed a lamp to see properly. So instead of buying a new one and forget it, why not trying know how it is made to light exactly where I need? And this is what I did. Nowadays, LEDs can be used to make most light-emitting items. The external structure is almost the same: they have a support, an electrical circuit and one or more LEDs. But, what really makes them different is where its emitted light goes. And devices which do this function are lenses. So to make the lamp the most important was to make the correct lens Then I had clear my necessity: I wanted to light my work place properly, so I wanted to make a lens for my lamp which concentrates light but not only on one point, want it in a confined space.

MATERIALS AND METHODS

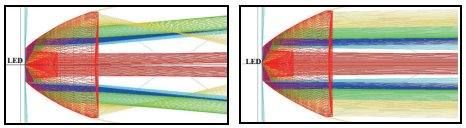
Before starting to design a lens it is convenient to generate a range of light beams into a plane with a difference of 0,5º between every beam in order to compute how light spreads.



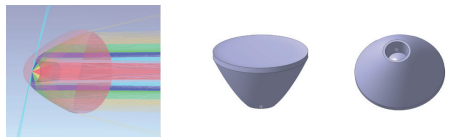
Before guiding light rays where we want them to go, we have to collimate them. This means that we have to put them on the same direction with our lens We started drawing our lens modifying its different walls in order to lead beams where we wanted them to go. Having done that, what we had to do was to make them collimate; the lens we were going to make mostly had a hemispherical shape with a hole where is supposed to be spherical. This hole must have standard dimensions because the LED will be placed there, and for all kinds of lenses.



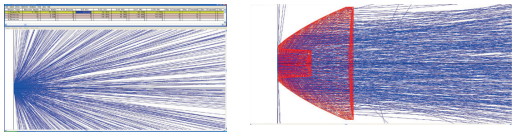
When we had put our prototype into the range of light beams, we could see that it did not do what we expected because almost none of the rays went in a straight line. That meant that we had to focus on some particular rays, studied its behavior and started modifying the lens



Finally, after ninety-five modifications of the first lens we were able to put all beams in the direction which we wanted.

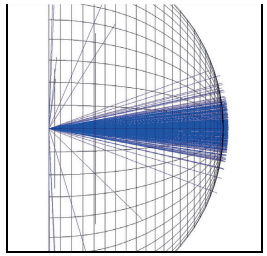


Once we had finished the designing process, what we had to do next was a more reliable simulation where we were able to show in a precise way which the functioning of our lens will be. To do it, we used a program which allowed us to simulate with a large amount of rays (the estimated quantity that a LED emits) instead of the 1,000 used during the desig

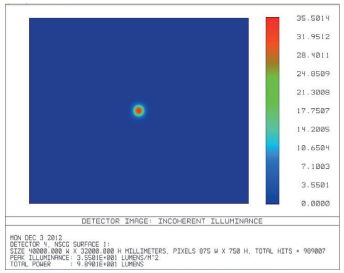


Now, we are ready to create any kind of lens for each specific need.

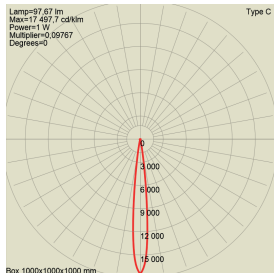
RESULTS



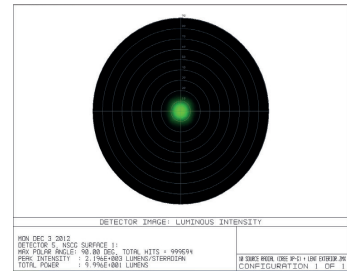
View of the light dispersion when it passes through the lens.



Graphic made by the simulator which shows light distribution in different colours depending on its intensity.



Dispersion's graphic in polar mode



Graphic in polar mode given by the simulator which shows the intensity produced by the LED with the lens. It measures the light projected in a hemisphere, instead of on a plane

CONCLUSION

Writing this paper has helped me to answer some of the questions I asked myself before starting it; especially how things as small as LEDs, which emit light in all directions, could properly light, for example, my workplace. I now know that this is possible thanks to lenses.

I have also learnt the difference between diferent lenses and the process of making them.

Following this experience, I am now even more convinced that lenses and LEDs are not only the future of lighting but are also the present, because the technology is available for developing their full potential. It is unbelievable how much energy can be saved.

ACKNOWLEDGEMENTS

First, I would like to thank the company Array Plastics, and specially its director Jaume Carné and its crew, for giving me the opportunity to work with all of them and for lending me all the information and equipment I needed to do the research.
Also, I would like to thank my tutor, Alessio Celi, for helping me and giving me some advices during all the process of making this article, and dedicating me part of his time.
Finally, I would like to thank the school Sagrada Familia (Gavà), and its director, Xavi Valls, for offering me its help. And specially; Daniel Parcerisas, David Caparrós and José Antonio Gonzalez, for giving me support and for dedicate their time to help me in what I have needed.

BIBLIOGRAPHY

>Liostlens.com, (2015). LiostLens.com. [online] Available at: http://www.liostlens.com/ [Accessed 5 Oct. 201].
>Physics.bu.edu, (2015). The reflection and refraction of light. [online] Available at: http://physics.bu.edu/~duffy/PY106/Reflection.html [Accessed 10 Oct. 2013]
>Center, C. (2015). LED Lights - How it Works - History. [online] Edisontechcenter.org. Available at: http://www.edisontechcenter.org/LED.html [Accessed 3 Dic. 2013]

SAPS EL QUE ÉS REALMENT LA LLUM?

Laura Aniento, Maria Fernández, Guillem Pérez, Ariadna Torrado.
1r BAT. Institut El Cairat

INTRODUCCIÓ

El nostre treball és el resultat de la nostra resposta al projecte proposat a l'institut de convertir-nos en divulgadors, ja que aquest any és l'Any Internacional de la Llum. A partir d'aquest fet, ens vam fer una pregunta: *La llum, **és una partícula o una ona?***

TEORIA CORPUSCULAR DE LA LLUM

ISAAC NEWTON

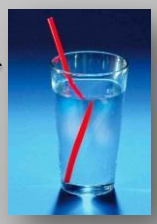
- ✓ La llum està composta per petites partícules que viatgen en línia recta i posseeixen energia cinètica.
- ✓ Aquesta teoria no podia explicar els fenòmens com la difracció de la llum.

TEORIA ONDULATORIA DE LA LLUM

HUYGENS

- ✓ Defineix la llum com un moviment ondulatori semblant al que es produeix amb el so.

Reflexió i refracció



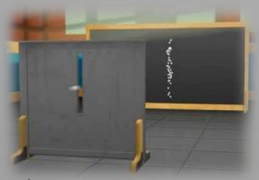
METODOLOGIA i RESULTATS

1r EXPERIMENT

Per tal de comprovar la teoria corpuscular de la llum.

Material:
-Una làmina de metall amb una escletxa
-Una font de llum que no sigui un làser

1. Posem l'escletxa davant de la font de llum
2. Posem un paper a uns centímetres de l'escletxa i observem els resultats.



Podem comparar aquest resultat amb un experiment ben simple: llancem aigua amb una pistola per una escletxa. En observar el rastre d'aigua, podem veure que és el mateix que el de la llum. Llavors, com l'aigua, podem observar que la llum es comporta com una partícula.

2n EXPERIMENT

Per tal de comprovar la teoria ondulatòria de la llum: experiment anomenat **El punt d'Aragó**.

Material:
-Un làser.
-Una lent convergent (ocular de microscopi o similar).
-Una bola de 2 mm o menys.
-Dos portaobjectes.
-Suports i pinces.

1. Posem la bola de 2 mm entre dos portaobjectes en un suport.
2. Posem una lent convergent davant d'un làser que farà convergir el feix de llum fins al focus.
3. Il·luminem la bola amb el laser.
4. Posem un paper a 2 m de la bola i observem els resultats.

En posar el paper a 2 m de distància hem observat l'ombra de la bola i un punt vermell al mig. Aquest punt és el resultat de la interferència de les ones secundàries que vénen de la vora exterior de l'esfera.

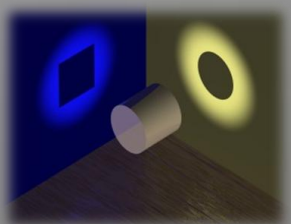
El nostre experiment el podeu veure a: https://www.youtube.com/watch?v=a1FVEQ4aIpA

BIBLIOGRAFIA

http://www.rrfisica.cat/num/num15/article_num=30&pos=4&total=8&art=164.html
http://global.britannica.com/biography/Augustin-Jean-Fresnel
http://teoriassobreelorigendelaluz.wikispaces.com/TEOR%C3%8DA+ONDULATORIA+DE+LA+LUZ
https://es.m.wikipedia.org/wiki/Difracci%C3%B3n

CONCLUSIONS

Els resultats dels dos experiments ens permeten visualitzar el doble comportament de la llum: **LA LLUM ÉS A LA VEGADA UNA ONA i UNA PARTÍCULA.** És per això que, necessitem dues teories per explicar-lo, la teoria corpuscular i la teoria ondulatòria de la llum.



United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization · International Year of Light 2015

Esparreguera, maig 2015

LA LLUM: TOT EL QUE ENS ENVOLTA

Javier Pastor, Gemma Ortega, Carlota Losada, Roger Conesa

INSTITUT EL CAIRAT - ESPARREGUERA

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

International Year of Light 2015

OBJECTIUS

Demostrar la teoria corpuscular de la llum.
Tractar i exposar l'absorció de la llum.

Difondre l'electromagnetisme de Maxwell amb l'espectre de llum blanca.

MATERIALS

-Caixes de cartró
-Cúter
-Tisores
-Marcadors
-Filtre vermell
-Cinta adhesiva
-Esprai negre
-Pintura acrílica
-material fosforescent
- Cartolina negra

La part experimental del nostre treball es pot veure:
https://www.youtube.com/watch?v=DxJYARa1zK4 (En català)
https://www.youtube.com/watch?t=27&v=4qV3LZHBs2M (En anglès)

MAXWELL: UN ABANS I UN DESPRÉS

Físic britànic del segle XIX. Va proposar la teoria de l'electromagnetisme de la llum.

PRINCIPIS	Exposició
Llei de Gauss (camp elèctric)	Tota càrrga elèctrica comporta un camp elèctric. Existeixen monopols i dipols.
Llei de Gauss (camp magnètic)	Els camps magnètics no comencen ni acaben en diferents càrrgues. Hi ha absència de càrregues magnètiques.
Llei d'Aampère	Un camp magnètic circular és generat pel corrent elèctric que flueix per la superfície.
Llei de Faraday	Un flux magnètic variable és capaç de produir un camp elèctric variable.

L'electromagnetisme de la llum permet explicar l'espectre electromagnètic.

FONTS BIBLIOGRÀFIQUES I WEBGRÀFIQUES
http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/3000/3233/html/1_sntesis_electromagntica_de_maxwell.html
http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/magnetic/fluxmg.html#c1

50 cosas que hay que saber sobre física. Joanne Baker
Fundamentos de física II: electromagnetismo y ondas. Rafael Magro Adrade

METODOLOGIA

Dibuixem a les caixes de cartró (55x21x17) cm^3 dos quadrilàters.

Retallem els quadrilàters a mode de forats.

Apliquem un filtre vermell a una i a l'altra, no, fent passar un feix de llum.

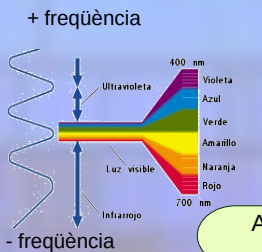
Pintem l'interior de la caixa de color negre (caixa fosca). Enganxem paper fosforescent a la banda oposada dels forats.

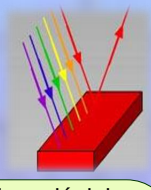
RESULTATS

S'obtenen dues caixes, una amb filtre vermell i l'altra sense cap filtre.

Si s'il·lumina la capsa amb el filtre vermell, no es produeix fluorescència.

Si s'il·lumina la capsa sense cap filtre, el resultat és que les estrelles produeixen fluorescència: han rebut totes les freqüències de llum blanca.





Absorció del vermell

CONCLUSIONS

- Una superfície als nostres ulls vermella absorbeix la resta de colors del visible i només reflecteix del vermell.
- Els electrons de la superfície d'una placa fosforescent s'excitaran si reben fotons de les freqüències més elevades del visible (amb més energia) i no si reben els de llum vermella.
- Això demostra l'existència de fotons, que depenent de la freqüència de la llum, tindran una energia o una altra.

Esparreguera, maig 2015

APLICACIONS DEL LÀSER:

LA REFLEXIÓ TOTAL

Miguel Marin, Guillem Martínez, Eduard Mauri, Joel Quiles
1r BAT. Institut El Cairat, Esparreguera

INTRODUCCIÓ

Volíem investigar sobre el funcionament del làser en situacions de reflexió i refracció.
Per respondre a aquesta qüestió vam voler veure com actua el làser quan passa a través de diferents medis i quan passa d'un a un altre.

MATERIALS i MÈTODES

Per preparar l'experiment, vam utilitzar uns recipients de plàstic plens d'aigua amb gotes de llet.
Necessitem també un làser per observar com es comporta.

El nostre experiment consisteix a demostrar com el làser pot seguir dins l'aigua sense canviar de medi en arribar al punt de separació.

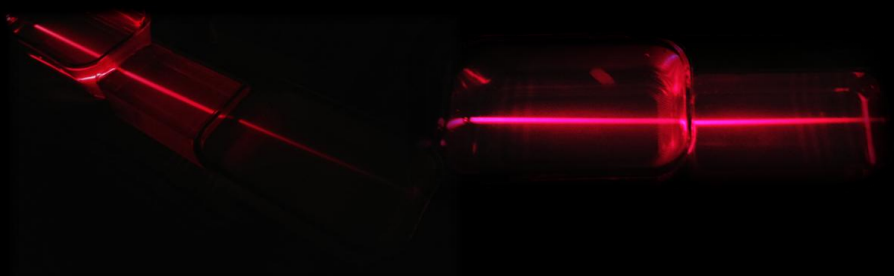
WEBGRAFIA

http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/Ondasbachillerato/reflex_Refrac/reflexRefr_indice.htm

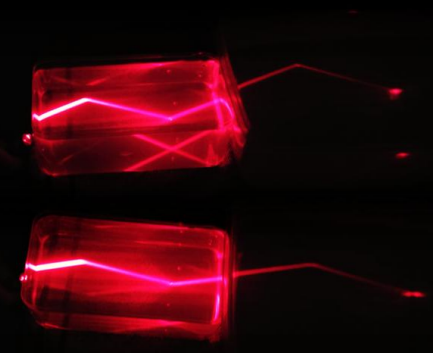
http://fibraoptica.blog.tartanga.net/fundamentos-de-las-fibras-opticas/

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization · International Year of Light 2015

RESULTATS



El làser té una **mínima refracció** al canviar de medi (de plàstic a aigua i viceversa)



Quan el làser entra al recipient amb aigua formant qualsevol angle (diferent a zero), es manté dins de l'aigua rebotant, reflexant-se en l'aigua.

Els nostres resultats recollits a: https://www.youtube.com/watch?v=N-wKdTB6Q5E

CONCLUSIONS

El fenomen que trobem quan fem incidir el làser amb un cert angle és el que es coneix com a reflexió total.
La **reflexió total** succeeix quan la llum és incapaç de passar al segon medi tot i que sigui el punt de traspàs sigui transparent.

Com podem en tots dos casos, el feix de llum és molt menys potent quan passa al segon recipient. És a dir, ha gastat energia per travessar els canvis de medi.

Esparreguera, maig 2015

LA MÀGIA DE L'ÒPTICA GEOMÈTRICA

(Institut EL CAIRAT. 1r BATXILLERAT A)

Albert Dorca, Núria González, Marta Segura i Queralt Vilaseca

PER QUÈ LA MAGIA DE L'ÒPTICA?

L'ONU va proclamar el 2015 l'Any Internacional de la Llum, coincidint amb una sèrie d'aniversaris importants en la ciència relacionats amb descobriments d'òptica d'Ibn al-Hàssam l'any 1015, el concepte de la llum com una ona proposada per Fresnel l'any 1815, la teoria electromagnètica de la propagació de la llum proposada per Maxwell l'any 1865 i la teoria de l'efecte fotoelèctric formulada per Einstein el 1905.

Per aquesta raó, vam decidir fer un treball sobre el que més ens cridava l'atenció d'aquesta ciència: l'òptica geomètrica i l'estudi dels miralls.

QUÈ ÉS LA LLUM?

La llum és:

- un tipus d'ona electromagnètica
- una composició de partícules energètiques anomenades fotons.

PER QUÈ ENS VEIEM EN UN MIRALL?

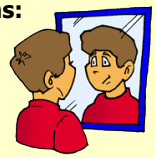
Quan la llum arriba a una superfície fronterera entre dos medis, pot rebotar i formar una imatge.

LES LLEIS DE LA REFLEXIÓ

La reflexió és el fenomen que explica perquè ens veiem en un mirall. La llei que més influeix en l'estudi dels miralls és que l'angle del raig d'incidència i de reflexió són iguals.

TIPUS DE MIRALLS

Plans:



Imatge formada: virtual, dreta i de la mateixa mida que l'objecte.

Còncaus:

Imatge formada: depèn de la distància a la qual es trobi l'objecte respecte del focus.

Convexos:

Imatge formada: virtual, dreta, més petita, allargada i estreta que l'objecte.

UNA MICA D'HISTÒRIA

IBN AL-HAZEM

Va ser el primer a descobrir les parts de l'ull i donar una explicació científica del procés del la visió. També va postular que tots els punts d'un objecte o àrea il·luminada desprenen raigs de llum en totes direccions, però només un raig de cada punt arriba a l'ull perpendicularment.

QUE HEM UTILITZAT?

Per una banda, hem utilitzat els coneixements apresos a la classe de Física de 1rBAT i d'altra, el llibre Caamaño, A.; Cortel, A.; Lozano, M.T.; Pueyo, Ll. (2008) *Física Fase 1*. 1a ed. Barcelona: Teide.

http://www.fisic.ch/cursos/primero-medio/reflexi%C3%B3n-de-la-luz-y-espejos-planos/

http://www.educaixa.com/-/anamorfismo

QUÈ HEM UTILITZAT?

Cartolines i un mirall adhesiu.

EXPERIMENTS

Per a explicar com funcionen els miralls i les lleis de la reflexió, hem decidit fer dos experiments vistosos i entretinguts.

El primer consisteix a fer, amb una cartolina i mirall adhesiu, un mirall flexible per a fer miralls còncaus, convexos, plans i deformants.

El segon experiment es basa en un **anamorfisme**, és a dir, deformar una imatge mitjançant l'angle de curvatura d'un mirall cilíndric i el focus de la imatge deformada.

RESULTATS

Visualitzeu el nostre video: https://drive.google.com/file/d/0B5dgmGEiHb61Ty1vbV9lT1VQLTQ/view?usp=sharing

INSTITUT EL CAIRAT ESPARREGUERA

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

International Year of Light 2015

Esparreguera, maig 2015

2015 Any Internacional de la Llum

La fibra òptica

Ainhoa Peñas, Júlia Rey,
Clàudia Río i Marta Valencia

Què és l'Any Internacional de la Llum?

Al llarg d'aquest any es commemoren diferents avenços relacionats amb la llum que van aportar científics com Ibn Al-Haytham, Maxwell, Einstein, Charles Cao... Durant aquest últim mil·lenni.

Un dels objectius principals és apropar a la societat coneixements sobre la llum i el que aquesta aporta al nostre dia a dia. També, pretén conscienciar de la importància que cobra la recerca científica i donar a conèixer els descobriments duts a terme durant els últims segles.

El pare de la fibra òptica

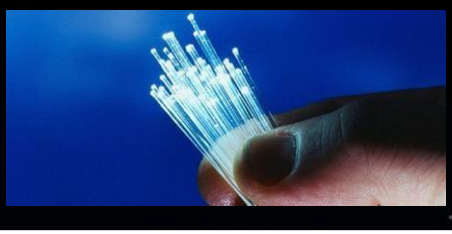
Per complir un dels objectius, ens hem proposat endinsar-nos en el món de la fibra òptica; Charles Cao va conduir la investigació que va permetre desenvolupar-la.

Va néixer el 1933 a Shanghái. Actualment, és professor i investigador. El 1965 va proposar la tecnologia de la fibra òptica i, per això, se'l considera el pare de la comunicació. Va rebre el Premi Nobel de Física el 2009.

Fibra òptica

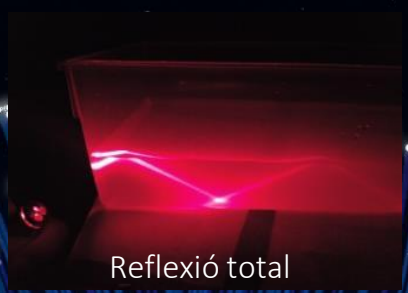
És una guia d'ones composta per un filament flexible fet de vidre o plàstic. Quan la llum entra per un dels costats de la fibra, es transmet amb molt poques pèrdues. Això és gràcies al principi de la reflexió total.

Per conèixer-ho millor vam fer uns experiments simulant el funcionament d'aquestes fibres.



Experiències

https://www.youtube.com/watch?v=oC24Zm7JX6E



Reflexió total

Simulació fibra òptica

La llum a les nostres vides

Algunes de les aplicacions de la llum són:

- Salut (radiografies, nanocirugia, descobriment de medicaments...)
- Seguretat (dificultar la falsificació, detecció de drogues...)
- Anàlisi forense
- Trampes per animals

La fibra òptica a les nostres vides

Algunes de les aplicacions de la fibra òptica són:

- Xarxes de comunicació
- Telefonia
- Enllaços i bucles locals d'estacions terrestres
- Automatització industrial
- Aplicacions militars
- Connexió a Internet

Bibliografia

http://www.fibraoptica.com/informacion-tecnica/vistazo-tecnologia

http://www.fisicanet.com.ar/biografias/nobelfisica/bibliografias3/kuen_kao.php

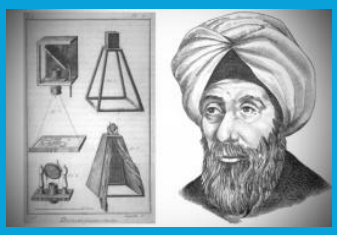
https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_%C3%B3ptica

INSTITUT EL CAIRAT ESPARREGUERA

L'AVANTPASSAT DE LA NOSTRA CÀMERA FOTOGRÀFICA

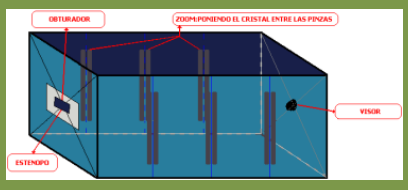
Biel Castaño, Guillem Bernal, David Sánchez i Marc Vallverdú
1r batxillerat A. Institut El Cairat

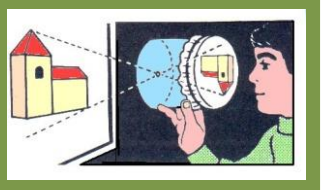
Podem considerar a Al-Hàytham, el gran científic del segle X, ja que va aportar importants invents i avenços a l'estudi de la llum que avui dia encara estan presents com la cambra fosca, evolucionada en càmera fotogràfica i les lents de visió.



EXPERIMENT: LA CAMBRA FOSCA

La cambra fosca és una caixa hermèticament tancada en la qual entren els raigs de llum reflectits pels objectes de l'exterior únicament a través de la petita escletxa feta a una de les seves parets. L'orifici funciona com una lent convergent; és a dir, el raig de llum que hi incideix es concentra en el punt i projecta a la paret oposada una imatge de l'exterior invertida verticalment i horitzontal.



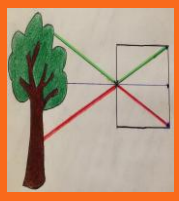


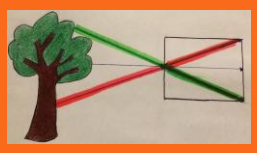
MATERIALS I PROCEDIMENT:

Per a fer una cambra fosca necessitem una caixa de sabates o qualsevol tipus de cartró pintada de color negre al seu interior. A una part d' aquesta, li hem de fer una petita escletxa i a la part oposada, un forat d' uns 15x10cm que tapem amb paper de seda.

Els nostres companys han fet una en la qual podem seure a dins i observar la imatge.

Quina direcció hauria de tenir la llum per veure una imatge...?





IMATGE DRETA IMATGE INVERTIDA

Com que a la cambra fosca veiem la imatge invertida, sabem que els raigs no han canviat de direcció.

CONCLUSIÓ

El fet que es vegi la imatge invertida és gràcies a la propagació rectilínia de la llum, ja que encara que la llum té propietats de les ones, per entendre la seva propagació, ens la imaginem com a feixos de raigs rectes. Així que, tot i que la llum és una ona, sovint la representem com un conjunt de fletxes rectes on marquen la direcció i sentit en què viatja.
Els raigs de llum de la part superior de l'objecte que s'observa a la caixa es reflecteix diagonalment a la part inferior de la paret oposada i la part inferior de l'objecte es reflecteix diagonalment a la part superior de la paret oposada. Mentrestant a l' equador del cos és reflectida horitzontalment a la paret oposada.

VIDA QUOTIDIANA

La càmera fotogràfica és un instrument habitualment utilitzat per tots, però fa relativament poc d'això.
Tot va començar amb Leonardo Da Vinci que utilitzava una càmera fosca per calcar les imatges que es reflectien en ella i així aconseguir imatges realistes. La càmera d'avui dia no és més que la unió de la càmera fosca i "un dibuixant" electrònic que capta la llum amb els colors i els calca en un codi binari perquè després la puguem visualitzar en pantalla.

www.youtube.com/watch?v=C07E48o4xao

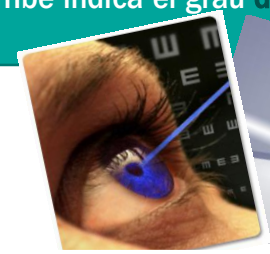
Esparreguera, maig 2015

2015 – ANY DE LA LLUM

(Eloi Yerpes, Oriol Molina, Jungla Luque i Maria Cobas)

La llum és una radiació emesa per alguns cossos que el nostre ull és capaç d'interpretar i que es propaga en forma d'ones pel buit. Les ones que són capaços de transportar sense cap cos es diuen **radiacions electromagnètiques**.

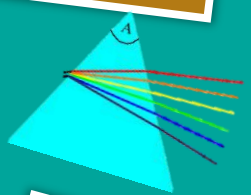
La llum blanca conté tots els **espectres**, és a dir, tots els colors, i depenent del color de l'objecte il·luminat és reflexarà un color o un altre. A més, el color també indica el grau **d'energia** de la font lluminosa.



Alhacén

Alhacén, va ser un matemàtic, físic i astrònom considerat el creador del mètode científic i el pare de la òptica, aportant importants contribucions als principis de l'òptica gràcies a experiments amb lents, miralls, de reflexió i refracció.

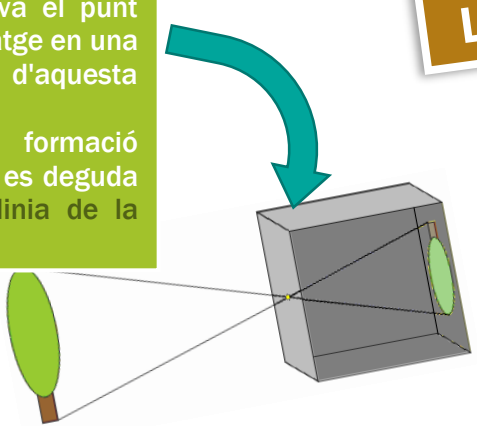
Refracció



Reflexió

La cambra fosca es un instrument óptic precursor la capacitat de dibuixar amb la llum sobre el paper, i Alhacén la va aplicar per explicar la formació de l'imatge visual de l'ull.

El seu model de visió consisteix en la formació d'una imatge òptica a l'interior de l'ull que funcionava de forma semblant al seu model de càmera fosca. Va suposar que un dels raigs de llum emesos per cada punt de l'objecte il·luminat travessava el petit forat de la pupil·la i formava el punt corresponent de la imatge en una pantalla interior d'aquesta "cambra".
En la cambra la formació invertida de la imatge es deguda a la propagació rectilinia de la llum



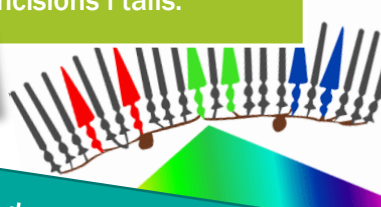
La llum al nostre dia a dia

La llum juga un paper essencial en l'activitat humana, tant des del més quotidià fins a àmbits més professionals, com la medicina.

Per exemple, els nostres cicles de son estan determinats per la llum solar. Gracies a la llum i l'electricitat, han augmentat les nostres comoditats, proporcionant-nos electrodomèstics com ara la televisió, que funcionen amb cons lluminosos, que disposats tots junts, formen imatges. Els semàfors, bombetes, etc són altres objectes lluminosos que usem constantment.

Per altra banda, la llum ha estat un element clau pel desenvolupament de la ciència. Les radiografies són un bon exemple de l'ús d'ones electromagnètiques, utilitzant raigs X, que són capaços de travessar teixits tous. Últimamnet s'utilitza molt el làser per operacions delicades, ja que consisteix en un feix de llum molt concentrat, per tant molt precís, amb l'energia suficient per fer incisions i talls.

L'ULL I LA LLUM



El nostre ull és capaç de captar la llum gràcies a cèl·lules fotoreceptores, com els cons, que són responsables de la visió a color i les imatges detallades que la majoria de les persones percep en la llum de dia, i els bastons, que gràcies a la seva alta sensibilitat permeten la visió quan la llum és limitada, però amb menys qualitat cromàtica.

PROPAGACIÓ DE LA LLUM

Pau Milán, Pau Ortega, Raúl Pérez, David Sicília
1r de batxillerat. Institut El Cairat

Introducció

Amb motiu de l'Any Internacional de la Llum ens hem proposat explicar la fibra òptica; com funciona i en quins principis de la física es basa.

La fibra òptica és un mitjà de transmissió de dades molt utilitzat actualment que consisteix en un conjunt de cables d'un material transparent d'una gran puresa pels que passen feixos de llum de manera que la llum pot recórrer grans distàncies.

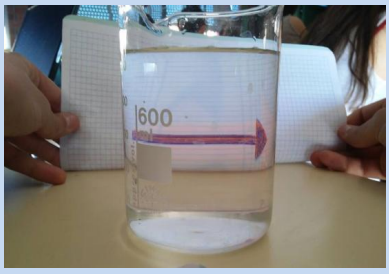
La informació passa d'impulsos elèctrics a impulsos lluminosos que viatgen a través del cable. Un cop la informació en forma de llum arriba al seu destí una altre dispositiu s'encarrega de transformar els impulsos lluminosos en impulsos elèctrics.

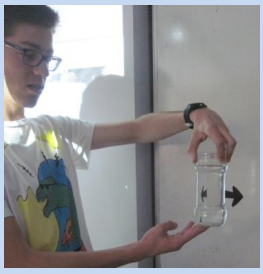
Per comprendre el comportament i la propagació de la llum hem escollit tres experiments que tothom pot fer a casa.

Part experimental

Principi de la física: Refracció.

1. Experiment fletxa invertida





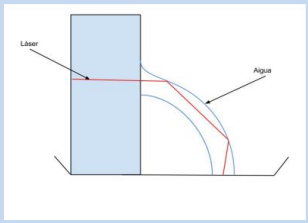
Es degut al canvi de direcció que pateix un raig de llum en passar d'un material a un altre amb diferent índex de refracció.

2. Experiment de la cambra fosca

Ens situem dins la caixa i mirem, a través del paper vegetal, pel forat. Veiem una imatge vertical invertida.

Principi de la física: Reflexió.

3. Experiment reflexió total interna de la llum



Aquest és el fenomen de la llum que permet explicar el funcionament de la fibra òptica.

Els nostres experiments:
https://www.youtube.com/watch?v=jh2qAAAPxxE
https://www.youtube.com/watch?v=_hHL-bG5azc

Bibliografia

http://www.revistaconciencia.com/ver-articulo/ciencia-casera/ilusion-flecha-invertida/
http://es.slideshare.net/AlfredoLoayzaGuzmn/propagacin-de-la-luzcamara-oscura
http://www.rrfisica.cat/rrfisica/experiments_iaia/refraccio_001/refraccio_guia_profe.htm

Esparreguera, maig 2015

ELS COLORS DE LA LLUM

Núria Bartrolí i Laia Bisbal (4t ESO)
Institut El Cairat (Esparreguera)

OBJETIU

Volem observar l'espectre de la llum blanca al trencar-se quan entra per una petita escletxa en l'espectroscopi que construirem.

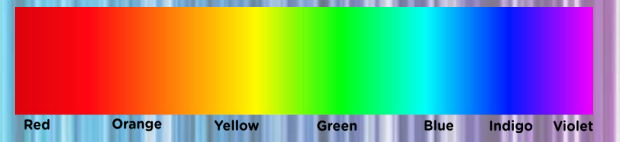
INTRODUCCIÓ

La llum és la porció de l'espectre electromagnètic que podem detectar amb els ulls.

La llum presenta les següents característiques:

- absorció
- transmissió
- reflexió
- refracció
- difracció
- polarització

Els colors de la llum apareixen quan la llum es descompon, formant així, una escala de colors.

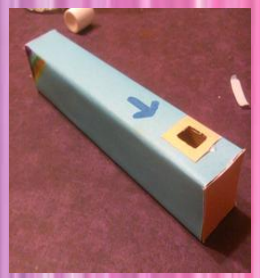


MATERIAL:

Cartró, CDs, tisores, cutter, regle, llapis, cola d'enganxar, pintura.

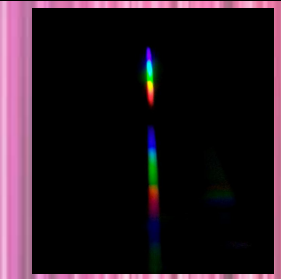
PROCEDIMENT

RESULTAT DELS ESPECTROSCOPIS



Espectroscopis de reflexió construïts amb materials casolans

ESPECTRES OBSERVATS:



Espectre llum blanca

Espectre llum fluorescent

INTERPRETACIÓ DELS RESULTATS

A partir dels espectroscopis construïts, hem observat que el CD es comporta com una xarxa de difracció, tot trencant la llum i descomposant-la en els seus colors, que és l'espectre electromagnètic.

CONCLUSIONS:

Hem aconseguit el nostre repte i hem pogut observar aquests colors tan peculiars que transmet un simple raig de llum.

BIBLIOGRAFIA

http://publiclab.org/wiki/foldable-spec

https://experimentaciolliure.files.wordpress.com/2009/12/espectroscopi-qualitatiu-transmissio-prismatic.pdf

http://c4d.udg.edu/blog/2013/01/07/construeix-el-teu-propi-espectroscopi/

PROPAGACIÓ DE LA LLUM

Pau Milán, Pau Ortega, Raúl Pérez, David Sicília
1r de batxillerat. Institut El Cairat

Introducció

Amb motiu de l'Any Internacional de la Llum ens hem proposat explicar la fibra òptica; com funciona i en quins principis de la física es basa.

La fibra òptica és un mitjà de transmissió de dades molt utilitzat actualment que consisteix en un conjunt de cables d'un material transparent d'una gran puresa pels que passen feixos de llum de manera que la llum pot recórrer grans distàncies.

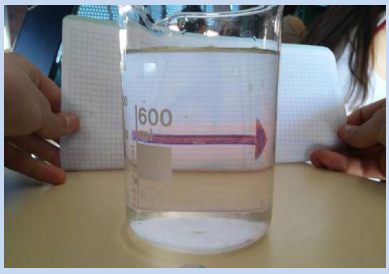
La informació passa d'impulsos elèctrics a impulsos lluminosos que viatgen a través del cable. Un cop la informació en forma de llum arriba al seu destí una altre dispositiu s'encarrega de transformar els impulsos lluminosos en impulsos elèctrics.

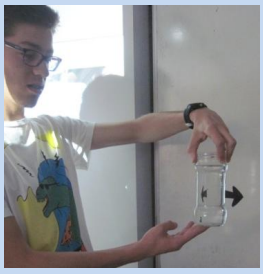
Per comprendre el comportament i la propagació de la llum hem escollit tres experiments que tothom pot fer a casa.

Part experimental

Principi de la física: Refracció.

1. Experiment fletxa invertida





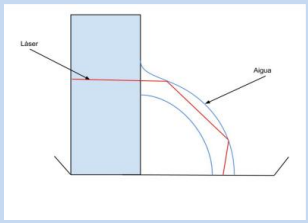
Es degut al canvi de direcció que pateix un raig de llum en passar d'un material a un altre amb diferent índex de refracció.

2. Experiment de la cambra fosca

Ens situem dins la caixa i mirem, a través del paper vegetal, pel forat. Veiem una imatge vertical invertida.

Principi de la física: Reflexió.

3. Experiment reflexió total interna de la llum



Aquest és el fenomen de la llum que permet explicar el funcionament de la fibra òptica.

Els nostres experiments:
https://www.youtube.com/watch?v=jh2qAAAPxxE
https://www.youtube.com/watch?v=_hHL-bG5azc

Bibliografia

http://www.revistaconciencia.com/ver-articulo/ciencia-casera/ilusion-flecha-invertida/
http://es.slideshare.net/AlfredoLoayzaGuzmn/propagacin-de-la-luzcamara-oscura
http://www.rrfisica.cat/rrfisica/experiments_iaia/refraccio_001/refraccio_guia_profe.htm

Esparreguera, maig 2015

Com els científics esbrinen la composició química dels estels?

3r ESO. Física i Química. Curs 2014-15

Objectiu

Comprendre com els científics esbrinen la composició química dels estels.

Documentació

Un espectroscopi és un aparell que permet descompondre la llum blanca en tots els colors que la componen i observar-los.

Espectroscopis casolans construïts

Metodologia

Hem construït diferents espectroscopis casolans per estudiar l'espectre produït per determinades fonts de llum i així entendre com es pot conèixer la composició química d'aquestes fonts. Hem capturat la imatge amb els nostres mòbils.

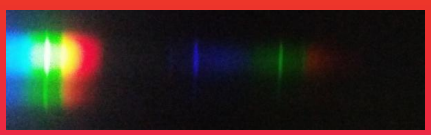
Bombeta de baix consum

Captura de l'espectre

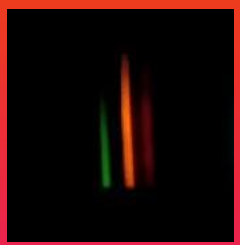
Observació dels espectres del:

- Sol

- Tub fluorescent



- Bombeta incandescent



Captura de l'espectre de la flama de clorur de calci

Captura de l'espectre de la flama de clorur de liti

Recollida de dades

ESPECTRE observat amb els nostres espectroscopis		
CONTINU	DISCONTINU	MIXTE
-Sol -bombeta de filament	-Làmpada de vapor sodi -Bombeta de baix consum -clorur de liti: Li -clorur de calci: Ca	-Tub fluorescent

Bibliografia

http://www.cefax.org/eso/llum/espectres.html

http://herramientas.educa.madrid.org/tabla/espectros/spespectro.htm

Què hem après?

Els espectres d'emissió d'un element concret són únics, de manera que és possible identificar-lo en una font lluminosa a través de la seva anàlisi espectral.

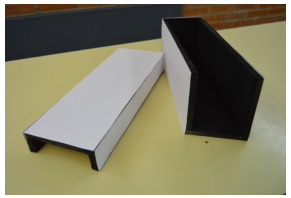
Construcció d'un espectroscopi d'absorció molecular de llum visible amb materials casolans com a recurs didàctic a l'aula

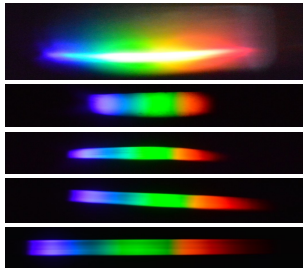
Els colors ocults de la llum

Marta Molina i Ariadna Ortega
TR. Seminari Física i Química
Institut el Cairat
Gener 2015

Per què la llum?

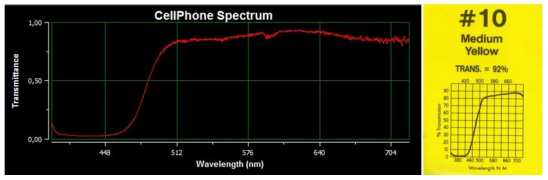
Les Nacions Unides i la UNESCO han declarat l'any 2015 com ***l'Any Internacional de la Llum i de les Tecnologies basades en la Llum***. A partir d'aquest esdeveniment, vam prendre la llum com a temàtica del nostre treball de recerca. Concretament en la part de l'absorció i la transmitància dels colors.

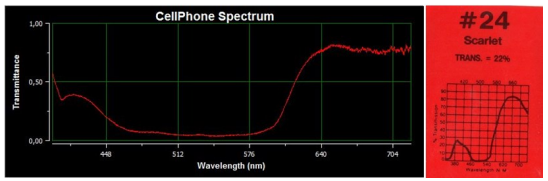


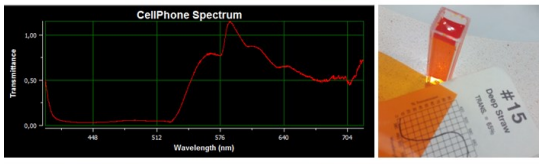


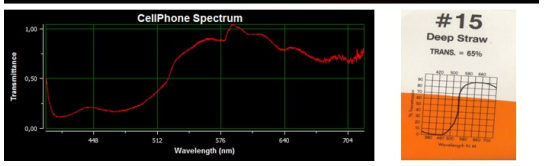
United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization — INTERNATIONAL YEAR OF LIGHT 2015

2015 ANY INTERNACIONAL DE LA LLUM I LES TECNOLOGIES BASADES EN LA LLUM







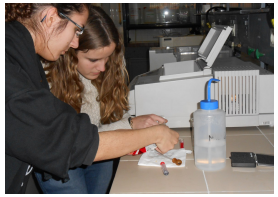


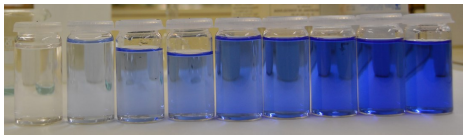
Hipòtesis

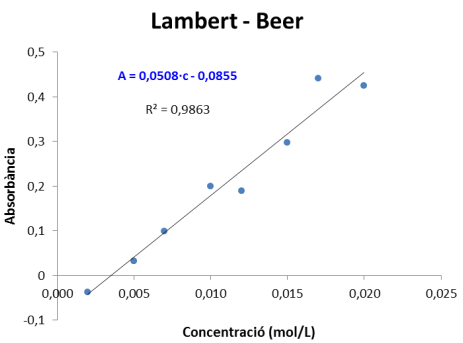
- Per a qualsevol distància entre la llum i la xarxa de difracció s'obtindran **espectres nítids**.
- Els espectres obtinguts dels **filtres** s'han d'assemblar als que proporciona el rosco Supergel©.
- Els espectres de les **dissolucions** s'han d'assemblar als dels filtres.
- L'espectroscopi casolà es pot fer servir per demostrar la **llei de Lambert-Beer**.

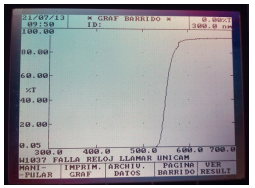
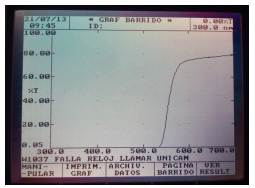
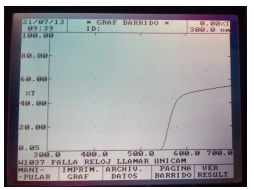
Objectius

Els nostres objectius van ser construir el nostre propi **espectroscopi d'absorció** molecular de llum visible, fer una anàlisi de la **transmitància** de diversos filtres i dissolucions acolorides i comprovar la **llei de Lambert-Beer**.







$K_2Cr_2O_7$ ***0,11M*** $K_2Cr_2O_7$ ***0,23M*** $K_2Cr_2O_7$ ***0,45M***

Conclusions

- La distància entre la llum i la xarxa de difracció ha de ser de **30 cm** i l'angle de desviació de **75º**.
- Major **resolució** dels espectres amb xarxes de difracció amb més línies/mm.
- Els gràfics dels espectres dels filtres coincideixen en els **punts més significatius** amb els del *rosco Supergel*©.
- Els gràfics dels espectres de les dissolucions també **coincideixen** amb els gràfics dels filtres i amb els gràfics obtinguts amb l'espectroscopi de la Universitat.
- La comprovació de la **llei de Lambert-Beer** permet fer un estudi **quantitatiu** amb el nostre aparell.

LA CÀMERA SCHLIEREN

Carles Ibáñez Trullén

Institut Icària - ICFO

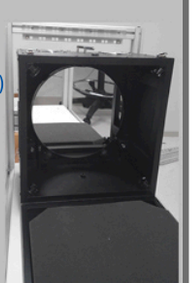
INTRODUCCIÓ

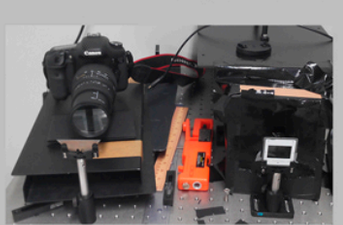
En en desenvolupament d'aquest treball, he fet servir el sistema Schlieren. Aquest sistema, ens permet diferenciar dos medis el quals tenen un índex de refracció molt similar, però alhora diferent.
L'index de refracció és la relació entre la velocitat de la llum en el buit, i la velocitat de la llum en el medi que estem observant.
El projecte va sorgir com a l'observació d'allò que no veiem el dia a dia, però és allà, com ara la calor que emet el nostre cos o bé com es disol la sal en aigua. Aquests són conceptes sobre els quals no s'ha dut a terme exaustius experiments, per el qual vaig creure convenient l'estudi d'aquests.

MATERIALS

Per dur a terme l'observació, vaig haver de construir un model de la càmera. Abans de cosntruir el model definitiu he muntat 3 càmeres, per tal de entendre el seu funcionament. Els elements que he utilitzat han sigut:

- Una font de llum (bombeta halògena)
- Una lent convergent (per concentrar la llum, amb la distància focal coneguda)
- Un iris o obturador
- Un mirall còncau (del qual coneixem el centre, és a dir el doble del focus)
- Una navalla (per eliminar una part de la llum que no necesitem)
- Una càmera digital (per captar la llum)





CONCLUSIONS

Al anar fent el treball, he pogut observar diversos fenòmens, variant una serie de paràmetres de la càmera.

- He comprovat que movent la navalla amunt i avall, és a dir regulant la llum que li arriba a la càmera digital, augmentem la sensibilitat del sistema. El que provoca, que si està massa baixada no podrem percebre variacions de densitat molt petites.

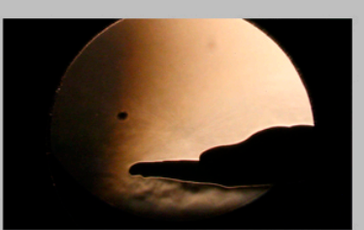
- També he pogut observar que si no tenim tots els elements al seu lloc exacte, el sistema no funciona ja que hem de col·locar l'iris allà on la lent focalitza la llum, i aquest punt ha d'estar a exactament la distància del centre del mirall, es a dir el doble de la focal.

- A demés he pogut veure com gràcies al muntatge, podem observar les conveccions de l'aire en casos amb tant poca diferència de temperatura com la calor emesa per la mà,o bé la combustió del gas d'un encenedor.

- Finalment he pogut visualitzar com flueix un gas amb densitat diferent a l'aire com sería l'alcohol volatilitzat, d'una ampolla on n'hi ha de líquid.

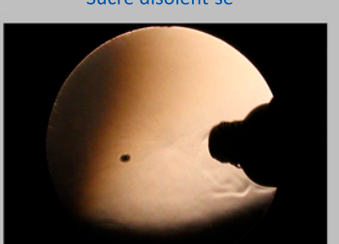
RESULTATS

Amb la construcció de les cameres he pogut observar diferents fenòmens no visibles a ull nu.



Calor emesa per una mà

Sucre disolent-se



Alcohol evaporat

Calor emesa per un encenedor

BIBLIOGRAFIA

Boada, Marc. Novembre 2013. La cámara Schlieren: ver lo invisible. Investigación y Ciencia

PDF Cámara Schlieren: viendo lo invisible. ICFO

G. S. Settles. 2001. Schlieren and Shadowgraph Tecniques.Springer

INFORMACIÓ ADICIONAL

El treball encara no l'he acabat per el qual segueixo fent fotos i videos on veure poder observar diferents fenòmens. Ara per ara m'agradaria poder col·locar la càmera, perpendicular a un túnel de vent on voldria col·locar diferents models d'ala d'avió i així poder observar els corrents d'aire que es formen al voltant de l'ala.

AGRAÏMENTS

Agraeixo a la Marta García, que m'està guiant a través del treball. A l'Emilio Llorente per deixarme els models d'ala. I a la Mercè Griñó per tutoritzar-me el treball des de l'INS.
Els experiments s'han realitzats al ICFO.

ICFO The Institute of Photonic Sciences

ICÀRIA INSTITUT ICÀRIA

L'ull o la càmera fotogràfica?

Estudi comparatiu sobre la seva agudesa visual

Aransay Urrios, Cristina

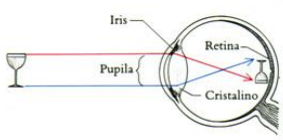
Alumna 2n batx. Institut Baldiri Guilera de El Prat de Llobregat. Octubre 2015

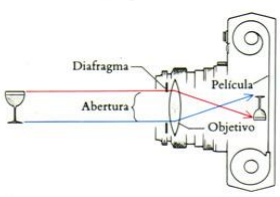
Introducció

Aquest treball de recerca el vaig començar fa mig any, arrel del meu interès per la fotografia.

L'objectiu general és fer un anàlisis comparatiu entre la càmera fotogràfica i l'ull humà per determinar si la càmera pot arribar a superar la qualitat dels nostres ulls.

Un dels aspectes importants que estic investigant és l'agudesa visual, que és la capacitat d'un instrument òptic per detectar la separació entre dos punts d'una imatge molt pròxims entre si, en condicions de llum, distancia i contrast controlades.





La meva hipòtesi inicial és que la càmera fotogràfica, malgrat els avenços tecnològics, no pot arribar a superar la resolució d'un ull humà.

Materials i mètodes

El meu experiment consisteix en, per una part, mesurar l'agudesa visual d'una població significativa de persones de diverses edats i per l'altra repetir en les mateixes condicions de llum i distància per a una càmera fotogràfica.

Es col·loca la persona o la càmera a una distància de 5m d'una taula d'agudesa visual en condicions de penombra, per aconseguir contrast amb el taulell il·luminat.

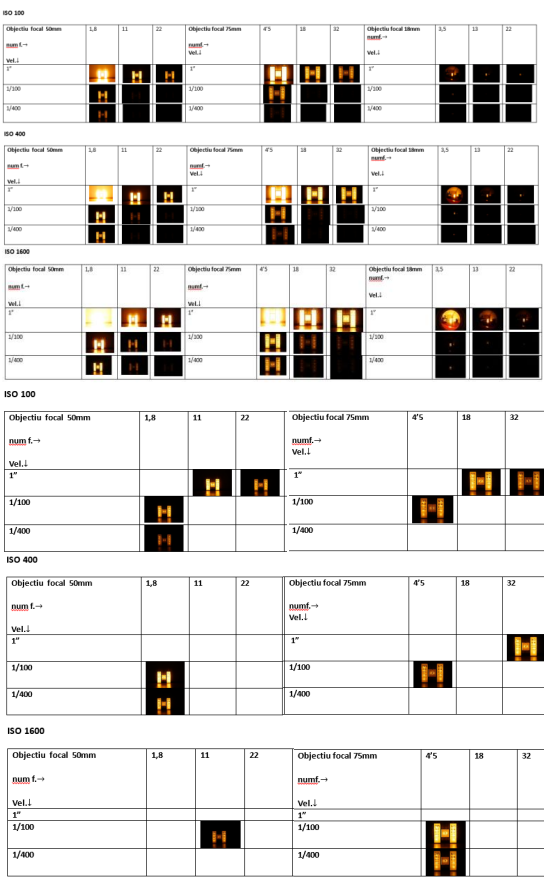
En el cas de les càmeres es combinen els valors de la ISO, la velocitat d'obturació, el diafragma i la distancia focal per realitzar les fotografies.

En quant a les persones, se'ls fa llegir la taula des de la línia de lletres més grans a les més petites, per determinar fins on arriba la seva agudesa visual. Primer es mesura de forma monocular, després binocular i finalment amb forats estenopeics.

Resultats

Aquestes són les dades finals amb els diferents objectius reflex d'una càmera fotogràfica. La segona fase de l'experiència amb persones, encara s'està desenvolupant.

Les primeres 3 taules son totes les fotografies presses i en les 3 següents, les seleccionades per tenir millor resolució, apropant-se a la de l'ull.



Informacions Addicionals

La recerca i els experiments d'aquest treball, com s'ha pogut observar, no estan finalitzades i encara està en procés de desenvolupament.

Bibliografia

-http://www.monografias.com/trabajos34/ojo-humano/ojo-humano.shtml Comparació entre l'ull i la camera

-http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/vision/eyescal.html Mesures numèriques i conceptes de l'ull humà

-http://www.astrosurf.com/pedro/tecnica/Camaras.htm Informació càmeres

-http://ocularis.es/blog/retina-display/ agudesa visual

-Llibre d'optica visual; Antonio Guirao Pîñera (ICE)

Agraïments

Agraeixo al meu tutor Emilio Llorente pel seu ajut en tot el procés i per facilitar-me les eines necessàries per dur la recerca. També a en David Merino, investigador de l'ICFO (institut de ciències fotòniques), que m'ha donat informació addicional i m'ha permès veure un dels seus projectes d'òptica, estudi microscopi de la retina, que ha ampliat els meus coneixements.

INS Baldiri Guilera

Influeix la longitud d'ona que arriba a una planta en el seu desenvolupament?

Hillari Zarco
INS Rocagrossa

Introducció

Si partim de l'idea de que l'energia es pot manifestar de diverses maneres, entre d'altres per mitjà de la llum; i que les plantes aprofiten aquesta energia per fabricar la seva pròpia, arribem a la deducció de que si aquesta llum varia el desenvolupament de la planta també ho farà, a més lligat a això sabem que a partir dels aliments obtenim energia, concretament a partir de la glucosa, per tant podem pensar que més energia lumínica és igual a més glucosa.

El nostre objectiu és determinar si efectivament la longitud d'ona que arriba a una planta pot condicionar la seva evolució.

Material i metodologia

Per demostrar que si quan es selecciona la longitud d'ona que arriba a una planta es trobaran diferencies en les seves característiques es va utilitzar la física i es van construir vuit petits hivernacles que van ser posats sobre vuit testos respectivament. En un principi només es van fer quatre hivernacles però a la meitat de l'experiment és van construir quatre més per assegurar la eficiència de la investigació. Cada hivernacle va seleccionar una longitud d'ona, per fer això es va utilitzar paper de cel·lofana de diferents colors, concretament de color verd, groc i vermell, el quart test no va tenir color, és a dir, va ser neutre per tal de veure si el creixement es igual que si no seleccionéssim la longitud d'ona. Cada test va tenir una planta de tomàquet, un planta de ceba, una planta de clavells i una planta de maduixes, menys els últims quatre que només van tenir un clavell cada un.

Imatge dels hivernacles

Imatge dels hivernacles

Per demostrar la hipòtesi apart de mirar l'estat de la planta i si el seu desenvolupament estava sent l'adequat hem vaig fixar en diferents factors que podien variar entre elles. En el tomàquet i en la maduixa vaig estudiar quatre factors, el primer va ser l'alçada de la planta, el segon la massa de producció, el tercer la quantitat de glucosa que contenen els fruits i per últim el color del fruit; per calcular els nivells de glucosa simplement vaig utilitzar tres persones alienes al treball, que, mitjançant el sentit del gust van dir quin fruit estava més dolç. En els clavells vaig estudiar el creixement de la planta i el color dels clavells. Per últim en la ceba vaig estudiar la massa de producció, el color de l'hortalissa i la mida de la planta.

És important dir que per veure com varia el color sempre es va utilitzar la mateixa càmera, que l'estudi es va fer periòdicament cada 10 dies durant 70 dies, i que a partir d'aquí es va arribar a una conclusió: i que també es va fer un control de plagues per evitar que el nostre resultat estigui condicionat per altres factors.

Com ja he dit s'ha fet servir la física, per després relacionar-la amb el treball de camp. Es va veure que si quan seleccionem la longitud d'ona, cosa que fa variar l'energia que arriba a la planta, teníem diferents resultats en els nivells de glucosa, que és un dels carbohidrats en els que s'ha transformat aquesta energia; i diferencies en els nivells de cel·lulosa que aquesta forma part dels teixits vegetals.

Resultats

Mitjançant la física vam fer uns càlculs per saber quina energia arribava a la planta en cada cas en els quals vam ignorar l'energia reflectida i l'energia absorbida per paper de cel·lofana. Els resultats van ser:

Pel color verd λ=532nm, el fluix quàntic d'energia serà:

$$E_{qf} = 1{,}14 \cdot 10^{10} \cdot 532 \cdot 10^{-9} = \mathbf{6049}\frac{\mu\boldsymbol{mol}}{\boldsymbol{m^2 \cdot s}}$$

Pel color vermell 650nm, el fluix quàntic d'energia serà:

$$E_{qf} = 1{,}14 \cdot 10^{10} \cdot 650 \cdot 10^{-9} = \mathbf{7390{,}7}\frac{\mu\boldsymbol{mol}}{\boldsymbol{m^2 \cdot s}}$$

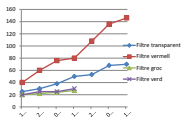
Pel color groc 590nm, el fluix quàntic d'energia serà:

$$E_{qf} = 1{,}14 \cdot 10^{10} \cdot 590 \cdot 10^{-9} = \mathbf{6708}\frac{\mu\boldsymbol{mol}}{\boldsymbol{m^2 \cdot s}}$$

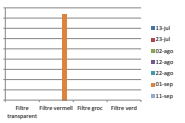
Pel que fa al treball de camp tenim que:

Tomàquets

Alçada en cm



Quantitat de producció en g.

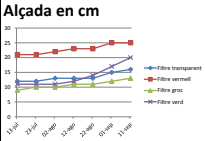


Color i nivells de glucosa

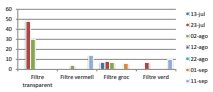
Només hi ha agut un tomàquet per tant no hi ha més mostres per comparar el color els nivells de glucosa.

Maduixes

Alçada en cm



Quantitat de producció en g.



Color

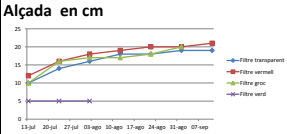
A partir de les comparacions que s'han fet s'arriba a la conclusió de que no hi ha cap diferencia de color entre les maduixes del filtre groc i les del filtre transparent, i que les maduixes dels altres dos hivernacles presenten una coloració més fosca i apagada.

Nivells de glucosa

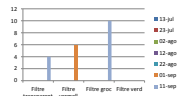
A la pràctica les que normalment han estat més dolces han sigut les que els hi ha arribat totes longituds d'ona i les més amargues han estat les de l'hivernacle verd, és a dir a les que els hi ha arribat menys energia. Pel que fa a les maduixes de l'hivernacle groc, han estat molt variades a vegades dolces , a vegades acides, per tant no es pot arribar a cap conclusió. I respecte a l'hivernacle vermell els dies de producció no han coincidit amb els dels altres hivernacles, per tant no s'ha pogut comparar.

Cebes

Alçada en cm



Quantitat de producció en g.

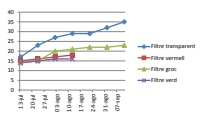


Color

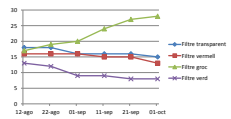
Si comparem les tres cebes podem veure que la més blanca és la del filtre transparent i que les altres són més groguenques, sobre tot la del filtre groc.

Clavells

Alçada en cm dels plantats primer



Alçada dels individuals



Colors

Només s'ha pogut comparar en els clavells conjunts ja que en els individuals només ha viscut una planta.

Mirant com varia el color del clavells i tenint en compte que només s'ha pogut fer la comparació adequada dels clavells dels filtres transparent i groc, es pot arribar a la conclusió de que la variació de color entre ells es mínima, per tant podem dir que són iguals. Tot i que és veu com els clavells del filtre groc tendeixen més cap a taronja.

Conclusió

Finalment, podem veure que els resultats han variat molt segons la planta, però el que ha sigut igual en totes es que les del filtre transparent han viscut i crescut bé; un altre aspecte important casi igual en totes menys en les maduixes es que les plantes del filtre verd han mort, també perquè l'energia que els hi arribava era més petita, per consegüent menys cel·lulosa. Llavors segons la longitud d'ona que li donem a les plantes tindrem diferents resultats en el seu desenvolupament, però no d'igual manera a totes elles, ni en el mateix percentatge ja que influeixen els pigments de cada una, en altres paraules com cada planta absorbeix diferents longituds d'ona, aquestes últimes afectaran de maneres diferents a cada una. Però és important tenir present que no només és això influeix en el desenvolupament de la planta sinó que hi han més factors, per tant per poder afirmar la nostra hipòtesis amb un 100% de seguretat hauríem de repetir l'experiment amb milers de plantes i clarament en hivernacles molt més grans.

Referencies

- University of California Museum of paleontology http://www.ucmp.berkeley.edu/bacteria/cyanointro.html
- Tesis doctoral: *Pigmentos carotenoides en frutas y vegetales; mucho más que simples "colorantes" naturales* http://digital.csic.es/bitstream/10261/5754/1/IG_AGROCSIC_4.pdf
- Llibre de biologia de segon de Batxillerat de Juan Manuel Velasco, Tomás Romero, Carlos Salamanca i Rafaela López.
- Llibre: Plant Systematics and Evolution
- Recopilación y análisis de la información existente de las especies de las méxicoes centro de origen y diversidad genètica. http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/centrosOrigen/Tagetes/1er_Informe/Primer%20informe%20Tagetes.pdf
- Etc.

Agraïments

Agraïments principals a la meva tutora, Dolores Pla, per la seva ajuda durant tot el treball. També cal destacar les persones que han calculat d'alguna manera els nivells de glucosa durant l'experiment: Sofia Kuznetsova, Hassel Solis i Pilar Diez. Finalment a l'ICFO per la seva ajuda i concretament a en Vikas , per ajudar-me en la part física del treball.

INSTITUT ROCAGROSSA Lloret de Mar

ICFO The Institute of Photonic Sciences

Fotònica per a tots els públics

Judit Río López

Amb la col·laboració de l'Institut de Ciències Fotòniques

Introducció:

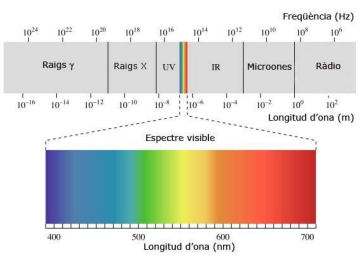
Si et parlessin de fotònica, pararies atenció? *És més, n'has sentit a parlar? Però de llum si, veritat? La fotònica no és més que l'estudi de la llum.*

Acabem de convertir un tema aparentment complex en una idea clara i senzilla. Aquest és l'objectiu del meu Treball de Recerca: posar la fotònica a l'abast d'un públic no especialitzat.

Objectiu: Divulgació científica.

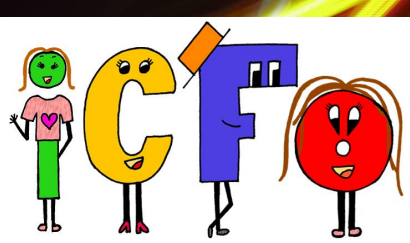
- *Què divulguem?* Concepte bàsic de fotònica:

L'espectre electromagnètic:
Representació de tots els tipus d'ona electromagnètica ordenades segons la seva longitud d'ona i freqüència.



- *A qui va dirigida la divulgació?*

A un públic no especialitzat, en concret, un públic infantil-juvenil.



Materials i mètodes

Objecte de divulgació: Audiollibre

Construcció audiollibre:

1. **Elaboració del guió literari**

Pas del llenguatge tècnic a llenguatge planer mitjançant **l'ús del dia a dia**

2. **Elaboració llibre:**
Cada escena estava formada per una fotografia de fons, els personatges i explicacions.

3. **Gravació de les dos experiments:**

Dispersió òptica

Disc de Newton

→ Exemples quotidians on veiem que la llum blanca es la unió de tots els colors.

4. **Gravació sonora i visual per separat.**

5. **Edició**
- Unió dels experiments, les veus dels personatges i el pas de les pagines.

Resultats i conclusions

Objectiu complert:
Divulgació científica de l'espectre electromagnètic per un públic no especialitzat:

En forma de un audiollibre de 16 minuts.

→ Vídeo a l'abast de tots a www.icfo.com

→ El vídeo està a la disposició de l'ICFO per emprar-lo en presentacions a escoles.

A més...

- **Aprenentatge de conceptes bàsics de fotònica.**

Consolidats de forma pràctica amb els experiments.

- **Enriquiment personal:**

El meu treball ha estat una eina de futur.

Informacions Addicionals

L'adreça d'internet on esta penjat el audiollibre és:
http://outreach.icfo.eu/students/secondary-schools/ca_what-happening/7/treballs-de-recerca

Agraïments

Al Dr. Turgut Durduran i Míriam Martí per l'oportunitat, el seguiment i la motivació.

Hospital del Mar de Barcelona, per cedir-me els drets d'imatge de les instal·lacions.

Robert Vilella, tutor del treball, per la comprensió i assessorament constant.

Bibliografia

- Paul G. Hewitt. (2011) "Conceptual Physics" . Editorial: Addison-Wesley
- Paul A. Tipler (1976) "Physics I" Editorial: Worth Publishers, Inc.
- Paul A. Tipler (1978) "Physics II" Editorial: Worth Publishers, Inc.

ICFO The Institute of Photonic Sciences

claret www.claretbarcelona.cat

SÍNTESI I ESTUDI DEL COLOR DE NANOPARTÍCULES D'OR

Marta Perxés Perich
Institut Jaume Vicens Vives (Girona) — ICFO

INTRODUCCIÓ

Lycurgus cup, una copa sagrada de l'antiga Roma, canvia de color segons la il·luminació: amb llum ordinària es veu verda i opaca però il·luminada des de dins és taronja i translúcida. MÀGIA?

No del tot: Els antics romans no ho sabien però van ser els primers en crear les nanopartícules metàl·liques que fan possibles aquests canvis de coloració.

L'objectiu d'aquest projecte és sintetitzar nanocilindres d'or i observar els colors que poden presentar. Seria possible crear un efecte similar als colors de *Lycurgus cup* amb nanocilindres sintetitzats al laboratori?

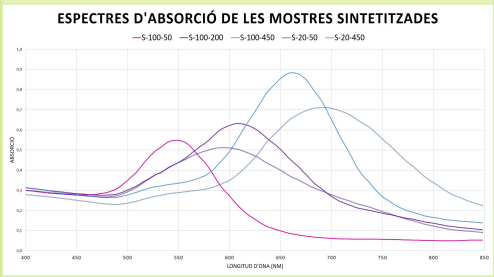
MATERIALS I MÈTODES

Es sintetitzaran cinc mostres amb quantitats variables de nitrat de plata i *seed*. La tècnica utilitzada per a la síntesi (*seed-mediated-growth)* permet que els nanocilindres absorbeixin llum de l'espectre visible. En principi el color depèn només de l'*aspect ratio* (relació amplada-llargada del nanocilindre), i aquest ve determinat pel volum d'$AgNO_3$

Reactius: salicilat de sodi, aigua desionitzada, CTAB, $AgNO_3$, $HAuCl_4$, *seed*, àcid ascòrbic.

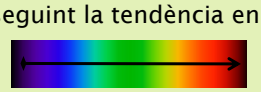
Un cop sintetitzats els nanocilindres, s'utilitza un espectrofotòmetre lector de plaques per obtenir els seus espectres d'absorció.

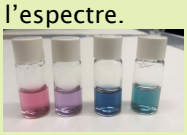
RESULTATS



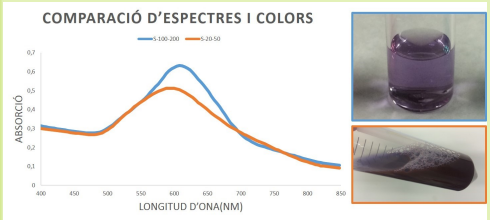
S-100-50 significa 100µL de *seed* i 50 µL $AgNO_3$.

Els espectres d'absorció demostren que quant més volum de nitrat de plata s'ha afegit durant la síntesi, els nanocilindres absorbeixen una longitud d'ona més gran, que representa un color diferent, seguint la tendència en l'espectre.





Durant la síntesi s'han mantingut constants tots els volums dels reactius menys els de *seed* i nitrat de plata. En aquest espectre hem aconseguit pics d'absorció gairebé iguals, però les mostres tenen propietats diferents, ja que a la mostra amb menys *seed* s'hi pot observar l'efecte del canvi de color de transmissió (lila o blau) al color de dispersió (vermellós) i a les partícules més petites (100µL de *seed*) no: com més grans són els nanocilindres més tendència tenen a dispersar la llum. Segons el tamany de les partícules el color de transmissió i dispersió canvairà més.



Comparació d'espectres de dos mostres que diluïdes tenen el mateix color sintetitzades amb diferent volum de *seed*.

CONCLUSIONS

Els nanocilindres més grans presenten un color diferent segons la il·luminació: ordinàriament il·luminades presenten el seu color de transmissió, en les imatges, violeta i blau i il·luminades intensament amb un flash es veuen de color terrós-vermellós.

Aquest fenomen és causat per la dispersió del color que presenten aquestes nanopartícules, que fa que quan se les il·lumina intensament dispersin la llum i tinguin un altre color.

Les imatges anteriors mostren un efecte similar al de *Lycurgus cup*: segons si s'il·luminen d'una manera o d'una altra el color és diferent.
Les nanopartícules tenen aquestes propietats perquè no són un pigment, sinó que interactuen amb la llum segons la seva forma. Per això els influeix la naturalesa de la llum que se'ls envia i una mateixa mostra pot tenir colors diferents, depenent de la forma (color de transmissió) o mida (color de dispersió).
En una futura investigació es podrien buscar altres tipus de colors que poden tenir els nanocilindres, i també buscar una relació exacta entre els reactius utilitzats a la síntesi i el seu color.

Agraïments

A ICFO, per obrir-me les portes per fer les pràctiques del treball de recerca i per les oportunitats que ens donen als joves interessats en l'àmbit de la ciència i la fotònica.
Al Sr. Ignacio de Miguel, investigador de l'ICFO, pel temps, suport, dedicació i paciència dedicat a aquest treball de recerca.
A la Sra. Cristina Tejero, tutora de treball de recerca de l'institut Jaume Vicens Vives de Girona.

INTERNATIONAL YEAR OF LIGHT 2015

ICFO Institut de Ciències Fotòniques

Demodulating signals in order to understand the motion of a SiC nanotube in interaction with light

Marc Fuster
La Salle Manlleu, Institute of Photonic Sciences (ICFO)

Introduction

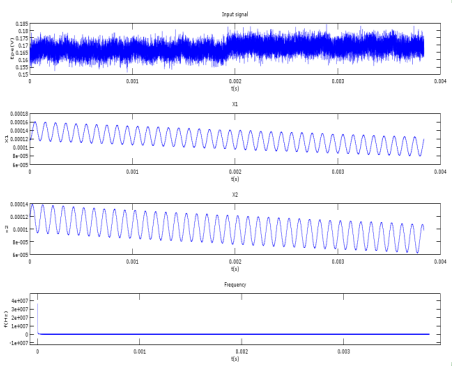
Since the creation of the Universe light has interacted with mater . This interaction, also known as light pressure, can be seen in a macroscopic scale on the order of nanometers . But what would happen if this object was a string of 100nm? In this size quantum mechanics and light pressure have an important weight on this sample.

Actually, this sample is a SiC nanotube, also further mentioned as nanoresonator and resonator, with a diameter of approximately 100 nm of diameter.

In order to study this interaction, professional scientists must stop the natural oscillation of this resonator. Here is our objective, to study this stabilization and thanks to lasers and computation, obtain the frequency and amplitude of this resonator's SHM.

Results

After some days of hard work and lots of "trial and error" we solved our problems and we found that the frequency of the resonator is between 67 and 400 KHz.



Conclusions

Once we finished all the work, we could conclude that:

•A SiC nanotube is a powerful resonator that can be used as mass and micro-force sensor, only looking at the frequency.

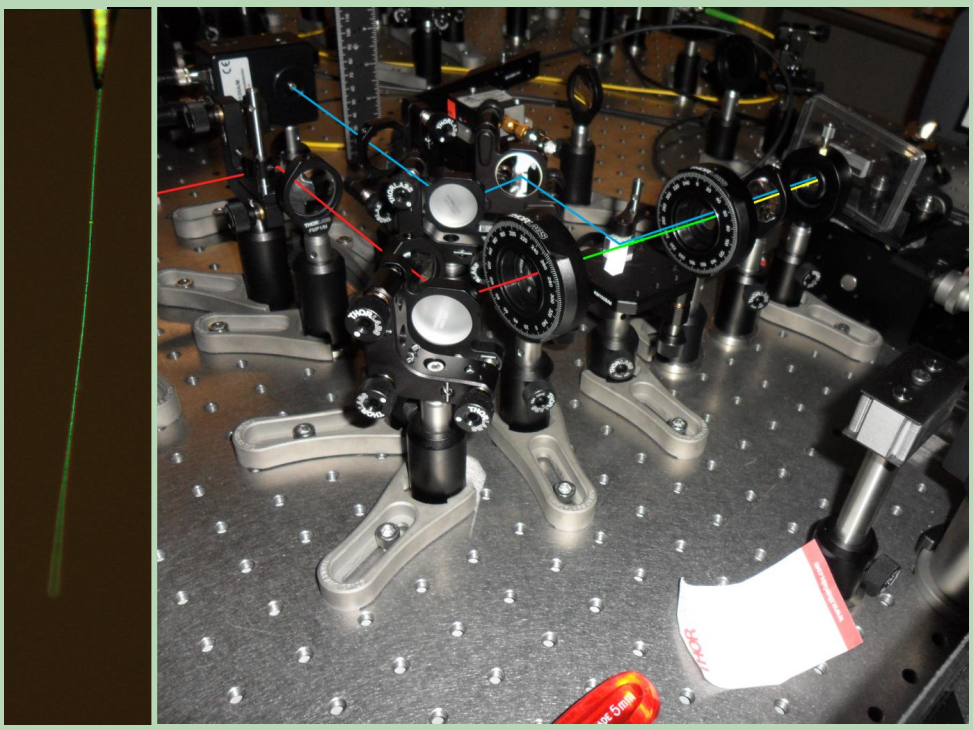
• Motion of quantum objects is quite irregular, because of too many interactions between the SiC nanotube and the environment

• Adjusting a laser with precision of nanometers is a hard task. Is better doing it with a light microscope mounted in the circuit than with only an oscilloscope.

Material and methods

In a first stage, we needed obtain a signal in which the frequency and the amplitude is present. In order to do that we built a laser circuit with a collimated beam and a high powerful aspheric lens to converge the beam under its wavelength and reflecting it to our nanowire. Then we polarized the reflection with the aim of branching it from the original beam, with two polarized lens, a beam splitter and then we sent it to photodiode.

This photodiode was connected to a Redpitaya, a hardware card, with the function to transmit the voltage information to a computer. Here we start the demodulation process: we multiply the input signal with another of a known frequency, as close as possible to the oscillator's one. Then we apply a low pass filter with a cut-off frequency of the sum of frequencies. Then we solve a simple linear equation system and we got our variables solved.



$$x(t) = A(t) * \cos(\omega t + \varphi)$$
$$x(t) = x_1 \sin(\omega_d t) + x_2 \cos(\omega_d t)$$
$$x(t) * \sin(\omega_o t) = (x_1 \sin(\omega_d t) + x_2 \cos(\omega_d t)) * \sin(\omega_o t) =$$
$$x_1 \sin(\omega_d t)\sin(\omega_0 t) + x_2 \cos(\omega_d t)\sin(\omega_o t) =$$
$$\frac{1}{2}(x_1(\cos((\omega_d - \omega_0)t) - \cos((\omega_d + \omega_0)t)) +$$
$$x_2(\sin((\omega_d + \omega_0)t) + \sin((\omega_d - \omega_0)t)))$$
$$\Downarrow$$
$$Low\ pass\ filter$$
$$f_c = \omega_d + \omega_0$$
$$\Downarrow$$
$$\frac{1}{2}(x_1 \cos(\partial\omega t) + x_2 \sin(\partial\omega t))$$
$$\Downarrow if\ \omega_d \to \omega_0$$
$$\partial\omega = \omega_d - \omega_0 = 0 \Rightarrow \frac{1}{2}(x_1 \cos(0) + x_2 \sin(0)) =$$
$$\frac{1}{2}(x_1 * 1 + x_2 * 0) = \frac{1}{2}x_1$$

Additional Information

This research is not finished. Further investigations can be done in lots of fields, a part from studying the interaction between light and the resonator.

Acknowledgements

This project could not have been possible without all the time spent by Alexandros Tavernarakis from ICFO and all the feedback by Albert Puntí from Aula EE and my tutor David Corrons from La Salle Manlleu. I also thank ICFO for the scientific material and the use of their installations.

La Salle Manlleu

ICFO The Institute of Photonic Sciences

For further information, contact me on **marcfusterc@gmail.com**

Autoimmune Encephalitis and Super-Resolution Fluorescence Microscopy

Adrián Barreros Pérez

INTRODUCTION

The aim of this research as a school project was being able to know and experience more about biomedical applications of fluorescence used in scientific research.

After applicating for some help to ICFO this project was then focused on following the Autoimmune Encephalitis research of ICFO group *Advanced Fluorescence Imaging And Biophysics* in collaboration with Josep Dalmau at *IDIBAPS*

AUTOIMMUNE ENCEPHALITIS

Autoimmune Encephalitis (AE) is an inflammation of the brain caused through the immune system

It produces neuropsychiatric symptoms and has been diagnosted most frequently in young women. It can be treated but a bad diagnosis can lead to death.

There are different types of AE attending to the synapse receptor or protein attaked. I was able to follow the investigations of two of these types:

Autoimmune Encephalitis Anti-NMDA

The immune system attack NMDA receptors, causing psychiatric symptoms, confusion and memory loss.

Limbic Encephalitis

The immune system attack the sinaptic protein LGI1 which makes a sinaptic port between ADAM22 ADAM23 receptors.

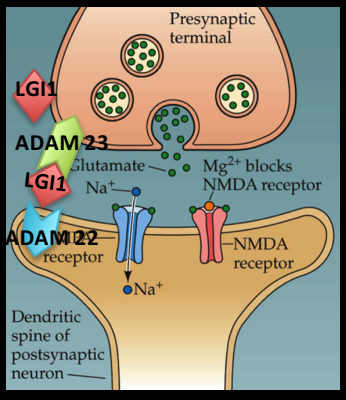


Figure 2. adapted from Neuroscience, fourth edition.

STORM (stochastic optical reconstruction microscopy)

STORM is a super-resolution fluorescence microscopy method that uses photoswitchable fluorophores to localize single molecules in a sample with a high density of labeling.

The imaging process consists of many cycles during which optically resolvable fluorophores from the rest are activated, imaged, and deactivated.

This allows the position of every fluorophore to be determined with nanometer precision to construct a super-resolution image.

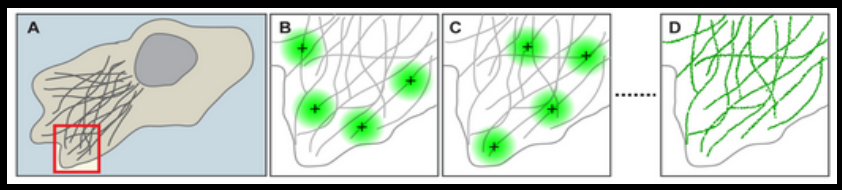


Figure 1. STORM imaging

STORM APPLIED TO AUTOIMMUNE ENCEPHALITIS RESEARCH

STORM imaging is being used to discover how and why patients develop the production of antibodies causing the encephalitis.

This is made by comparing normal neurons and treated neurons with patient's CFS (cerebral spinal fluid)

These neurons are obtained from rats, and follow this process until STORM imaging.

- Primary culture
- Staining
- STORM Imaging

Figure 3. N-Storm microscope from Nikon

CONCLUSIONS

I have discovered and experienced fluorescence applications in biomedical research in a way never tought, and these are world changing.

AKNOWLEDGMENTS

Thanks to Laurent Ladépêche, Anna Oddone and Lara Laparra from ICFO group Advanced Fluorescence Imaging and Biophysics and Jesús Planagumà from Hospital Clínic

Contact: adrian.barreros@gmail.com