

**the BIG
BANG
THEORY**

**EL MÓN DE LA
FÍSICA**



Física
Curs 2014 / 2015

ÍNDIX

	Pàg.
1. INTRODUCCIÓ	4
2. OBJECTIUS	6
3. PRESENTACIÓ DE LA SÈRIE	7
3.1 Dr. Sheldon Cooper (Jim Parsons)	9
3.2 Dr. Leonard Hofstadter (Johnny Galecki)	10
3.3 Penny (Caley Cuoco).....	10
3.4 Howard Wolowitz (Simon Helberg)	11
3.5 Dr. Rajesh Ramayan Koothrappali (Kunal Nayyar)	12
3.6 Amy Farrah Fowler (Mayim Bialik)	12
3.7 Bernadette Rostenkowski (Melissa Rauch)	13
3.8 Experiments de la sèrie	14
4. EFECTE DOPPLER	15
4.1 L'efecte Doppler en el so	16
4.2 L'efecte Doppler en la llum	17
4.3 Diferents casos d'efecte Doppler	19
4.3.1 Font sonora en moviment i receptor fix	19
4.3.2 Receptor en moviment i font sonora fixa	20
4.3.3 Font sonora i receptor en moviment	20
4.3.4 Fórmula per calcular l'efecte Doppler	20
4.4 Cas 1 (Ones de xoc)	22
4.5 Cas 2 (Funcionament dels radars).....	22
5. RAIGS LÀSER	24
5.1 Raig enviat a la lluna.....	26
5.2 Raigs potents amb capacitat de cremar	29
6. TEORIA DE CORDES	30
6.1 La gravetat	31
6.2 Electromagnetisme	32
6.3 Forces nuclears	33

6.3.1 Dèbils	33
6.3.2 Fortes	33
6.4 Teoria de cordes	34
7. TEORIA QUÀNTICA DE BUCLES	35
8. EQUACIÓ DE SCHRÖDINGER	36
8.1 L'equació de Schrödinger	36
8.2 El gat de Schrödinger	40
9. FÍSICA ESPACIAL	42
9.1 Teoria del Big Crunch	42
9.2 Teoria del Big Rip	42
9.3 Big Freeze.....	43
9.4 Big Bounce.....	43
9.5 Multivers.....	43
9.6 Fals buit	43
9.7 Nivells indefinits	44
9.8 La sèrie	44
9.9 Curiosity	48
10. ENTREVISTES	53
10.1 David Saltzberg.....	53
10.2 Jose Vicente Díaz	58
10.3 Roger Lascorz.....	62
11. CONCLUSIONS.....	69
12. WEBGRAFIA	71
13. STEPHEN HAWKING.....	72
14. AGRAÏMENTS	73
15. ANNEX – ENTREVISTES.....	74
15.1 David Saltzberg.....	74
15.2 José Vicente Díaz	76

1. INTRODUCCIÓ

En aquest treball de recerca he intentat fer una anàlisi en profunditat dels conceptes físics que apareixen a la sèrie americana de televisió, *The Big Bang Theory*, de la qual sóc seguidor.

Els protagonistes d'aquesta sèrie són doctors en física, motiu pel qual hi ha un nivell de física molt elevat, tant és així que hi havia alguns conceptes que no em quedaven clars. Aquests personatges fan referència a experiments físics que s'estan desenvolupant en l'actualitat, per tant, encara no hi ha masses publicacions divulgatives sobre alguns dels temes explicats. Aquest va ser un dels motius perquè vaig triar el tema: per ampliar coneixements.

Els protagonistes de la sèrie són quatre amics que estudien aquesta ciència, cadascú en diferents camps. El personatge que podríem dir que és el protagonista és en Sheldon Cooper (interpretat per l'actor Jim Parsons), un físic especialitzat en la física de partícules.

Aquest personatge parla constantment de la física, i l'aplica a la vida real, fins al punt que arriba a ser un llunàtic. Els altres científics també fan cites però no massa sovint, ells viuen més la vida.

Jo he mirat aquesta sèrie des de que es va estrenar, al 2007, i em va sobtar bastant la manera en què introdueixen la física en totes les situacions quotidianes. En nombroses ocasions apareixen anotacions a les pissarres amb contingut físic per a mi desconegudes, és per això que vaig decidir investigar-hi.

El meu professor de física, que comparteix la meva afició per la sèrie, em va proposar fer un treball de recerca diferent: investigar sobre alguns dels conceptes que surten a la sèrie per així poder entendre-la millor. Però està clar que aquest no és l'objectiu principal del treball, aquesta sèrie ha estat la excusa per aprofundir en el món de la física, una ciència que m'ha captivat i que vull seguir estudiant a la universitat.

Apart d'això també m'interessava molt el tema de poder verificar que el que fan a la sèrie és real, és a dir, que no hi ha ciència ficció, que tot és demostrable.

El treball, com és de suposar, el centraré en diferents aspectes que succeeixen a la sèrie en què es parli de física, no donaré tanta importància a la part còmica de la sèrie tot i que citaré diferents situacions rellevants.

El treball l'he estructurat en diversos apartats:

- Primer he investigat sobre diferents temes dels que es parla a la sèrie, com, per exemple, la famosa Teoria de cordes o la física espacial.
- Després he decidit parlar d'algunes situacions de la sèrie en què hi ha conceptes físics, i verificar que tenen un fonament científic.
- A continuació, i per poder acabar el treball, vaig decidir que seria interessant contactar amb algun físic per a poder contrastar els resultats obtinguts. I també perquè em resolguessin algun dubte sobre la física moderna. A part de contactar amb físics també em vaig proposar parlar amb algú que treballi a la sèrie per aclarir-me dubtes més relacionats amb les actituds dels personatges o la posada en escena dels experiments.

2. OBJECTIUS

- Ampliar els meus coneixements de física.
 - Anar més enllà del temari donat a 2n de Batxillerat i veure com és la física actual i si està estancada o segueix endavant.
 - A partir de la física, intentar entendre com funciona tot el món.
- Demostrar la verosimilitud d'una sèrie de televisió.
 - Comprovar que no facin procediments erronis ni donin fórmules falses.
 - Contrastar la informació que dóna la sèrie amb els últims estudis fets per veure si n'hi ha cap relació.
- Veure com actuen i com treballen els físics.
 - Hàbits d'estudi.
 - Com treballen al laboratori i com empren les eines que utilitzen.
- Veure els experiments que fan cada un dels personatges de la sèrie i intentar demostrar que són certs.
- Intentar reproduir algun dels seus experiments.
 - Per exemple fer un braç biónic o poder obrir un llum a partir d'un missatge que viatgi per internet enviat des d'un ordinador.
- Contactar amb científics que puguin estar al nivell dels protagonistes de la sèrie per intentar entendre més aquest món.

3. PRESENTACIÓ DE LA SÈRIE

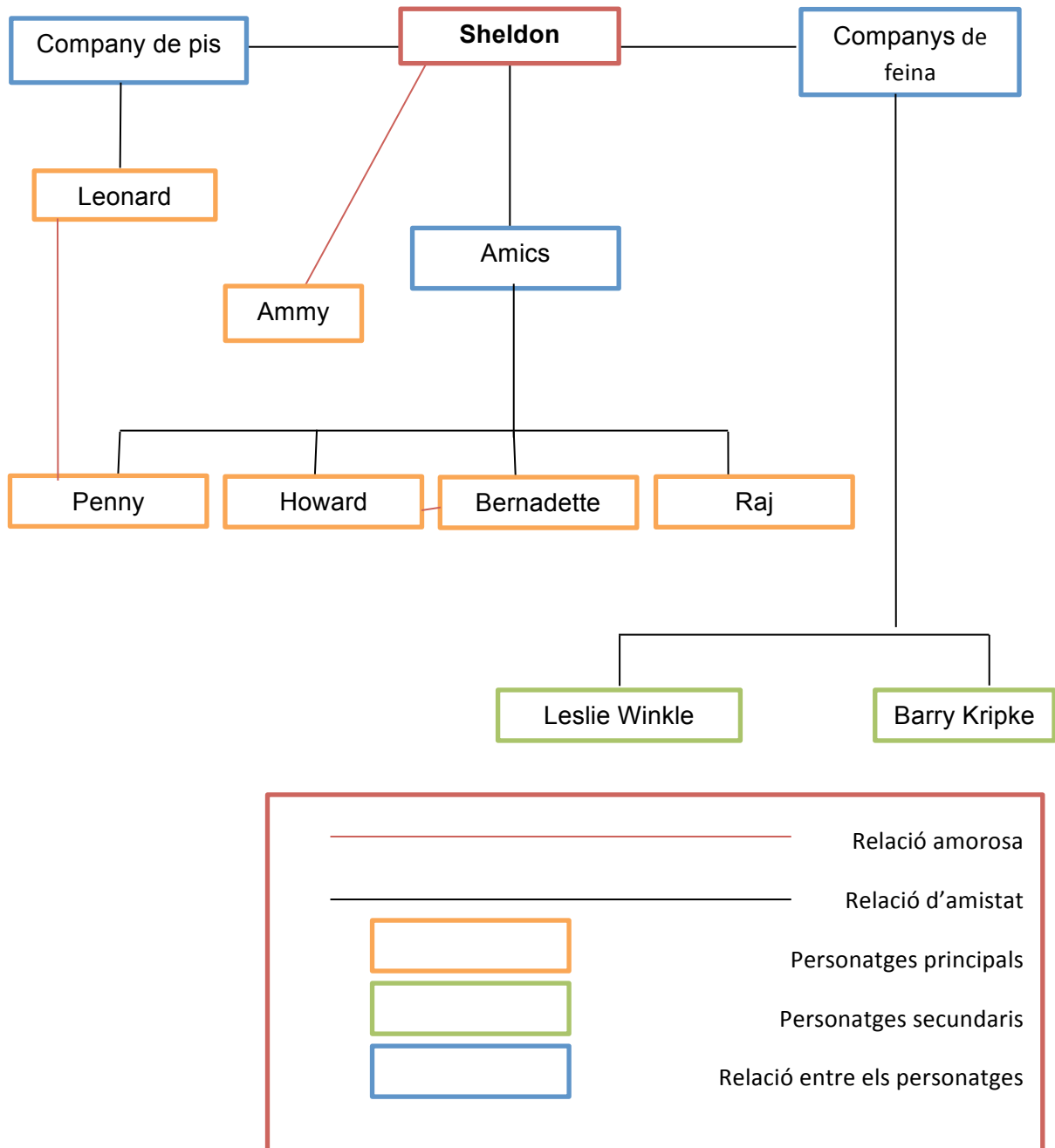
Els protagonistes d'aquesta comèdia són un peculiar trio de veïns. Leonard i Sheldon són dos joves científics que comparteixen pis i treballen al Caltech, el llegendari Institut de Tecnologia de Califòrnia. Amb un ego tan inflat com el seu propi coeficient intel·lectual -de 187- , Sheldon és un maniàtic asocial amb qui Leonard, un científic més enganxat a la realitat, tracta de conviure amb certa dificultat. La rutina que tant apassiona a la parella de físics s'interromp quan apareix la nova veïna de davant, Penny, una perfecta rossa "tonteta", acabada d'arribar de Nebraska, amb aspiracions d'actriu i que acaba treballant de cambrera en un restaurant.

El cercle còmic s'arrodoneix amb dos divertits personatges: Howard, un enginyer jueu, el gran èxit del qual és haver dissenyat un vàter per a l'Estació Espacial Internacional, que falla estrepitosament quan l'instal·len -tal com va passar en la realitat-, i Raj, un astrofísic procedent de l'Índia, incapaç d'entaular una conversa amb una dona.

Els nostres protagonistes no tenen vida social, el seu món gira al voltant dels còmics, els videojocs i altres peculiars entreteniments com ara jugar a Scrabble en llenguatge Klingon.

Tot seguit, per explicar més detalladament cadascun dels personatges, afegint-hi alguns que també tindran rellevància a la sèrie, afegeix-ho un mapa conceptual:

En aquest mapa conceptual he posat com a personatge principal en Sheldon, i he relacionat tota la resta amb ell:



Hi ha dos dels personatges d'aquest quadre que no estan explicats detalladament, això és degut a que són personatges que no tenen massa rellevància a la sèrie com a tal, però si que en tenen en quant a física: aquests són la Leslie Winkle i en Barry Kripke, dos físics que treballen amb els nostres protagonistes i que fan tot un seguit d'experiments als que dedicarem una part del treball.

3.1 Dr. Sheldon Cooper (Jim Parsons)

Començarem pel més conegut, en Sheldon, un dels personatges principals de la sèrie. Té un coeficient intel·lectual de 187 i es considera a ell mateix un geni. També creu, com diu en un capítol, que ell pot ser el primer d'una nova espècie que podrà arribar a viure milers d'anys.

Treballa com a físic teòric a l'institut Tecnològic de Califòrnia i comparteix apartament amb en Leonard, de qui en parlarem a continuació.



La seva especialitat és la teoria de Cordes, la que defèn com a model fonamental de la física, en contraposició de la teoria de la gravetat quàntica de Bucles, defensada per Leslie Winkle. Parlarem també d'aquesta confrontació i d'ambdues teories.

Va obtenir el seu doctorat als 15 anys, fet que sorprèn, ja que la gent als 15 anys no ha acabat ni l'ESO (a Espanya).

També cal citar la seva desmesurada afició als còmics, el seu super heroi preferit, com el dels seus amics, és en Flash.

En Sheldon és el més intel·ligent del grup, cosa que sempre posa en evidència, sense parar de relacionar els seus coneixements amb la vida del dia a dia i així demostrar la seva superioritat intel·lectual. Fins i tot menysprea a les altres persones designant-los "ments inferiors".

Com és de suposar, no li agrada el fet de tenir relacions socials ja que pateix la síndrome d'Asperger. És un maníac del ordre, el fet d'organitzar-ho tot el torna boig, sempre ho té tot estudiat i té solucions per a coses que és impossible que passin. Com no, també té una persistent, anormal i exagerada por als gèrmens.

Tot i això té una relació amorosa amb l'Amy Farrah Fowler, una neuro-biòloga que també donarà que parlar.

3.2 Dr. Leonard Hofstadter (Johnny Galecki)

A continuació parlarem d'en Leonard, el company de pis d'en Sheldon, un noi més arrelat a la vida normal tot i ser físic com ell. Té un coeficient intel·lectual de 173, perquè ens fem una idea la mitjana d'un espanyol és de 111,76.

Aquest altre protagonista de la sèrie treballa com a físic experimental a l'Institut Tecnològic de Califòrnia, un institut al que també dedicarem un apartat.



Un dels seus experiments que veiem a la tele és que desfà un ninot d'algun tipus de metall amb un raig que més endavant veurem de què és.

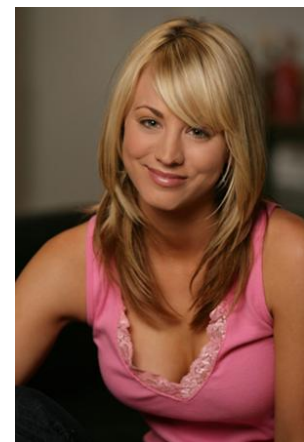
Va obtenir el seu doctorat als 24 anys, i si més no, és el personatge més sociable dins del sector masculí, i l'únic que al llarg de la sèrie ha mantingut relacions "estables" amb les noies.

Aquest personatge és bastant tímid així com amable amb tothom. Casi mai l'hem vist discutint amb ningú, excepte amb en Sheldon, el qual en algunes ocasions el posa dels nervis. I el que és obvi és que aquest físic està enamorat de la Penny, la tercera dels protagonistes, a la que li fa cas en tot moment, acaben sortint junts i establint una relació estable i sincera.

3.3 Penny (Caley Cuoco)

La Penny és la protagonista principal femenina de la sèrie, la veïna de Sheldon i en Leonard, i comparteix una relació amorosa amb aquest últim.

Aquesta protagonista és una persona extravertida que li agrada fer vida social, tot el contrari que els altres, que centren la seva vida a la ciència. La Penny al principi treballa de cambrera en un restaurant "The Cheesecake Factory, però és una feina que no l'omple, ella sempre ha



volgut ser actriu, i al final aconsegueix fer alguna obra, però no centrarem el treball en això.

Penny és desordenada i desorganitzada , però pel que sembla li agrada viure d'aquesta manera . Té molta confiança en els horòscops i discuteix diverses vegades amb Leonard i Sheldon sobre la seva precisió .

En quant a la seva relació amb en Sheldon, és estranya, ell sempre la posa en evidència perquè ella no té masses coneixements físics.

3.4 Howard Wolowitz (Simon Helberg)

En Howard és un dels personatges principals de la sèrie. Treballa com a enginyer a l'Institut Tecnològic de Califòrnia (com la resta), és l'únic de tots els amics que no té un doctorat, cosa que li retreu sempre en Sheldon.

Fa un seguit d'experiments importants: fa un WC que és per a un transbordador on la gravetat és molt baixa, que fracassa igual que en la realitat, una llum que s'obre a partir d'un ordinador, un braç biònic, entre d'altres.

Un dels temes en el qual ens centrarem relacionat amb aquest personatge és que va a l'estació espacial de la NASA degut als seus amplis coneixements en enginyeria. Dedicaré un apartat a la física espacial on parlaré dels transbordadors espacials.

És un noi que no té gens d'èxit amb les noies, sempre intenta lligar però no té massa sort, això passa fins que troba a la Bernadette, una neuro-biòloga.

Finalment, podem dir d'aquest enginyer que té unes grans qualitats científiques.



3.5 Dr. Rajesh Ramayan Koothrappali (Kunal Nayyar)

Aquest és l'últim dels quatre amics. Aquest, a diferència dels seus amics, treballa a la universitat de Caltech, on la seva àrea especialitzada és l'astrofísica de partícules. El Dr. Rajesh, al contrari que en Howard, és incapaç de parlar amb les noies sense anar ebri.



Tot i això, Raj continua amb la seva vida, el seu treball a la universitat i amb la seva convivència amb els seus amics, això últim inclou viatges a Long Beach, competències al "The Bat Jar Conjecture" (un certamen de física) i ser un dels compradors d'una rèplica mida real de la màquina del temps de la pel·lícula original.

3.6 Amy Farrah Fowler (Mayim Bialik)

És un personatge secundari que apareix a la sèrie a partir de la 4a temporada, és una doctora en neurobiologia.

Raj i Howard la van trobar per al Sheldon a través d'un servei de cites per Internet (sense el coneixement de Sheldon). Ella s'assembla més a Sheldon que qualsevol altra persona (fins i tot ell mateix ho va admetre).



Hi ha dos curiositats que vaig trobar i em semblen molt interessants, són les següents:

- 3 Mayim Bialik, l'actriu que interpreta l'Amy, va ser esmentada per primera vegada a La Conjectura de Jar Bat, quan Leonard, Howard i Raj discuteixen qui reemplaçaria a Sheldon en l'equip per al Bol de Física i Raj suggereix Mayim Bialik, dient "La actriu que interpreta Blossom al programa de TV té un doctorat en neurociència".
- 4 Ella creu que la Neurobiologia és superior a la Microbiologia i a la Física.

Ella és l'única actriu que actua a la sèrie que és de veritat neuro-biòloga, per tant, també serà l'encarregada que tots els conceptes científics de la sèrie siguin reals.

3.7 Bernadette Rostenkowski (Melissa Rauch)

I per últim, per acabar amb el còmic grup d'amics de la sèrie, tenim la Bernadette, cambrera del Cheesecake Factory, on treballa per pagar-se els estudis de Microbiologia. És una de les amigues de la Penny i manté una relació estable amb en Howard Wolowitz.

Bernadette resulta ser una noia calmada i seriosa, encara que de tant en tant té els seus moments de "rebel·lia" quan la fan enfadar.



3.8 EXPERIMENTS DE LA SÈRIE

EXPERIMENT	PERSO- NATGE	EXPLICACIÓ	TEMPORADA	CAPÍTOL
Efecte Doppler	Sheldon	Efecte sonor	Primera	6
Teoria de cordes	Sheldon	Teoria nova que intenta relacionar les forces de la natura	Primera	12
Gravetat quàntica de bucles	Leslie	Teoria que s'oposa a la de cordes que defensa la Leslie	Segona	2
Equació o gat de Schrödinger	Sheldon a Penny	En Sheldon intenta explicar l'experiment del gat de Schrödinger	Primera	17
Concurs de física	Sheldon, Leonard, Raj, Howard, Leslie	Certamen en què s'enfronten, on hi ha interessants preguntes físiques	Primera	14
Raig làser enviat a la lluna	Sheldon, Leonard, Raj, Howard	Raig que envien a la lluna i torna (reflectit)	Tercera	23
WC espacial	Howard	Vàter per a un transbordador espacial	Segona	22
Obrir llum amb ordinador	Howard	Amb un clic obrir un llum (làmpara)	Segona	9

4. EFECTE DOPPLER

Hi ha un capítol de la sèrie en què la Penny organitza una festa de disfresses a casa seva amb tots els seus amics. Al principi, els nostres protagonistes es disfressen de FLASH, el seu ídol, però decideixen canviar-se per tal de no anar tots iguals.



En Leonard es disfressa de Hobbit (del *Senyor dels Anells*), en Raj de Thor (Déu Nòrdic) i en Howard de Robbin Hood, encara que tothom el confon amb Peter Pan, i en Sheldon es vesteix d'efecte Doppler, un disfressa que ningú entén, ja que no es comú.

Quan vaig veure aquest capítol em vaig preguntar què era allò de l'efecte Doppler, tenia alguna idea que estava relacionat amb les ones però no sabia precisament com, per la qual cosa vaig decidir investigar una mica aquesta teoria física.



Ara passarem a explicar aquest fenomen detalladament:

L'efecte Doppler es produeix quan un observador (punt de referència) rep una ona emesa per una font que es mou respecte a ell. En aquesta situació la freqüència que mesura l'observador canvia contínuament. Mentre la font s'apropa la freqüència augmenta i mentre la font s'allunya la freqüència disminueix.

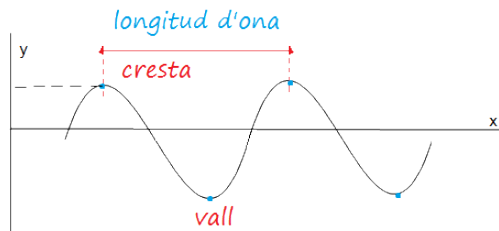
Quan Sheldon vol demostrar aquest efecte fa el soroll "Nyiauuuuuu!" representant el soroll que faria un cotxe de carreres al passar a gran velocitat per davant nostre.

Aquest efecte també el podem observar amb una ambulància amb la sirena activada: a mesura que s'apropa el soroll és més agut (més freqüència) i quan s'allunya el soroll és més greu (menys freqüència). A continuació seguirem parlant del cas de l'ambulància.

Aquest fenomen físic engloba el camp de les ones, tant de les sonores com les òptiques.

4.1 L'efecte Doppler en el so

Primer de tot recordarem que el so és una ona que es propaga per l'aire emesa per una Font sonora.



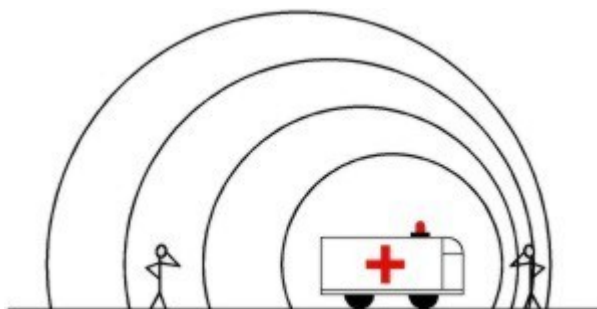
Crestes i valls: punt més alt i baix respectivament.

Longitud d'ona (λ) : distància compresa entre dos punts exactament iguals de l'ona estudiada.

Freqüència: Ones que passen en 1 segon (Hz)

Període: Temps que triga una ona a passar.

La raó per la qual es produeixen uns sons greus i sons aguts, o sons forts i sons dèbils té a veure amb els canvis de freqüència, o el que és el mateix, amb la longitud d'ona i la freqüència d'ona. En el cas de l'ambulància (com hem dit abans) , quan l'ambulància (la font sonora) s'acosta a nosaltres, percebem una freqüència major, ja que la longitud d'ona és menor, i per tant percebem un so que cada cop es fa més fort. Utilitzant la lògica establím que el so més fort que nosaltres percebem de la sirena de l'ambulància és just quan aquesta està en el nostre costat, és a dir, al màxim a prop possible, mentre que el so més dèbil es produeix quan l'ambulància es troba en el punt més llunyà encara perceptible. D'aquesta manera un so pot semblar ser fort o fluix depenent de la posició de l'observador.



Per exemple, passant per alt que el so que emet la sirena d'una ambulància és alt, si l'observador es troba a 50 metres de la font emissora desconeixent la posició d'aquesta

establirà que és dèbil. En canvi, a l'apropar-se a la sirena a la orella, establirà tot el contrari. Si la longitud d'ona i la freqüència d'un so fossin invariables (és a dir, que no s'escurressin o eixamplessin en funció de la distància) un so provinent de Mart se sentiria exactament igual en el planeta Terra que en el planeta roig.

4.2 L'efecte Doppler en la llum

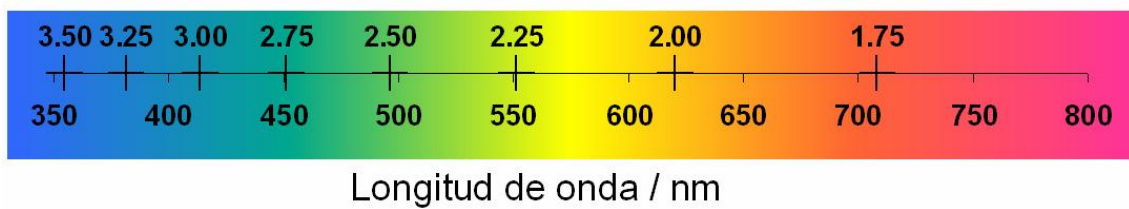
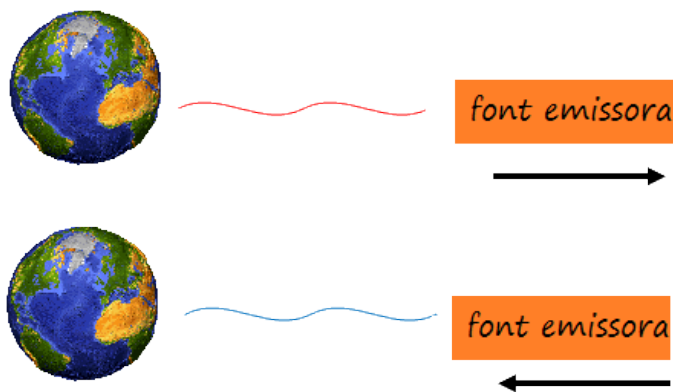
L'efecte Doppler és aplicable a qualsevol tipus d'ona, ja sigui mecànica (el so) o electromagnètica (la llum). La principal diferència entre les dues ones són les causes que les provoquen. Les ones mecàniques (com el so) són fruit d'una pertorbació, i precisen ser transportades per un medi (com pot ser l'aire), en canvi, les ones electromagnètiques (com la llum) provenen de camps elèctrics que constantment s'alternen amb camps magnètics i viceversa, a més de viatjar a la velocitat de la llum i no necessitar un medi de propagació.

Desplaçament al blau i al vermell o roig

En física i astronomia es treballa amb els desplaçaments al blau i al vermell o roig per a calcular distàncies o per saber si una font lumínica s'acosta o s'allunya de nosaltres. Una estrella que s'allunya de nosaltres presenta el que es coneix com un espectre electromagnètic desplaçat al vermell, mentre que una altra estrella de característiques similars que s'apropa a nosaltres presenta un espectre electromagnètic desplaçat al blau.

Per tant, es pot saber si un cos s'allunya o s'apropa de nosaltres (o a quina velocitat ho fa) analitzant la llum que aquest cos emet durant el seu moviment. La raó per la qual la llum es decanta pel color blau en apropar-se i pel color vermell en allunyar-se té altre cop a veure amb la longitud d'ona. Si una estrella s'allunya de nosaltres presenta, per a nosaltres, una longitud d'ona major. Com que dels colors de la llum el que té una longitud d'ona major és el vermell, és lògic que l'espectre electromagnètic s'hagi desplaçat al vermell. Passa exactament el mateix amb el color blau. Una estrella que s'apropa a nosaltres presenta una longitud d'ona menor, i com que dels colors de la llum el blau és un dels que té la longitud d'ona menor, l'espectre electromagnètic es decanta

cap al blau. Els indicadors que ens permeten saber cap a quin color es decanta la llum (i per tant calcular les posicions de les fonts emissores en qüestió) són les línies espectrals, representades com a línies fosques.



També podríem veure aquest efecte de la llum quan mirem les llums d'un cotxe: quan el tenim més a prop les seves llums són blaves, i en canvi quan el cotxe s'allunya veuríem les llums vermelles. Clar que per això la velocitat de la font ha de ser comparable amb la velocitat de l'ona, en aquest cas la de la llum (300.000 km/s), per això només podem apreciar els colors de les longituds d'ones quan mirem l'espai.

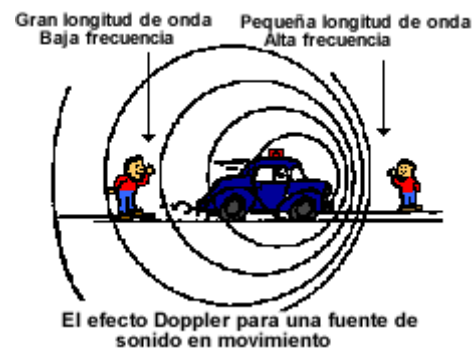
4.3 DIFERENTS CASOS D'EFECTE DOPPLER

4.3.1 FONT SONORA EN MOVIMENT I RECEPTOR FIX

Per entendre aquest apartat hem de suposar una situació:

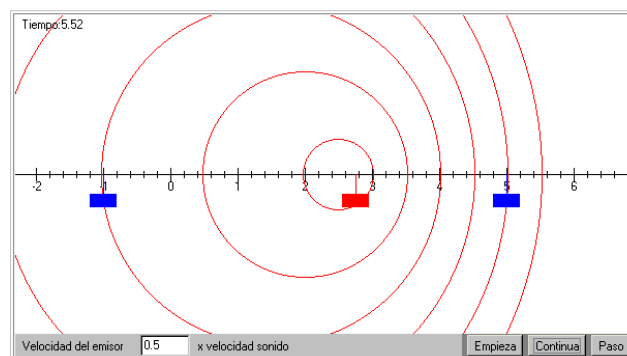
Suposem que tenim una font emissora que anomenarem F , que emet una freqüència determinada que anomenarem f , aquesta font es mou respecte del medi de propagació mentre dos receptors R_1 i R_2 estan en repòs. A més considerem que aquesta F es mou cap a R_1 a una velocitat que ha de ser menor a la del so en aquest medi.

A mesura que van avançant els fronts d'ona corresponents a un mateix estat de vibració s'ajunten a R_1 i es separen a R_2 .



El que fa variar aquesta freqüència que rebem és la longitud d'ona, que serà més petita quan més a prop estiguem de la font emissora.

Aquest seria el que obtindríem si féssim la pràctica a l'ordinador:



4.3.2 RECEPTOR EN MOVIMENT I FONT SONORA FIXA

En aquest cas suposarem que és el contrari, la font emissora està en repòs i és l'emissor qui es mou amb una velocitat constant V_R .

En aquest cas és molt diferent, ja que la longitud d'ona no varia, tot i això, sí que canvia la freqüència percebuda pel receptor, que serà més gran si aquest s'acosta a la font F i més petita si se n'allunya, ja que en el mateix interval de temps creua a través d'un major nombre de fronts d'ona.

4.3.3 FONT SONORA I RECEPTOR EN MOVIMENT

Per últim tenim aquest cas, hem de suposar que tant la font emissora com el receptor estan en moviment amb una velocitat constant. En aquest cas citarem la fórmula.

4.3.4 FÓRMULA PER CALCULAR L'EFECTE DOPPLER:



f_o = freqüència que percep l'observador (també s'usa com f_r o freqüència del senyal rebut)

f_f = freqüència real que emet la font (també s'usa com f_e o freqüència del senyal emès)

v_s = velocitat del so (343 m / s)

v_o = velocitat de l'observador (també s'usa com v_r o velocitat del receptor)

v_f = velocitat de la font (també s'usa com a veu o velocitat de l'emissor)

Parem compte que a la fórmula veiem que al numerador el + (més) – (menys) el símbol + és a dalt i al denominador a baix, això té molta importància ja que dependrà de si el receptor s'allunya o s'apropa a la font emissora:

- 3 Si el receptor s'apropa al numerador serà + i al denominador –
- 4 Si el receptor s'allunya al numerador serà – i al denominador +

PROBLEMA

Ara veurem un exemple de problema on posarem en pràctica aquesta fórmula:

La sirena de l'ambulància emet un so la freqüència és 200 Hz .

L'ambulància viatja a 80 m / s (allunyant-se del receptor)

El receptor s'allunya de l'ambulància a velocitat de 5 m / s (amb signe - ja s'allunya de la font)

Pregunta: amb quina freqüència rep el so el receptor ?

Tenim que:

$$F_f = 200 \text{ Hz}$$

$$V_f = 80 \text{ m/s}$$

$$V_o = -5 \text{ m/s}$$

Sabem que $v_s = 343 \text{ m/s}$ (velocitat de la llum)

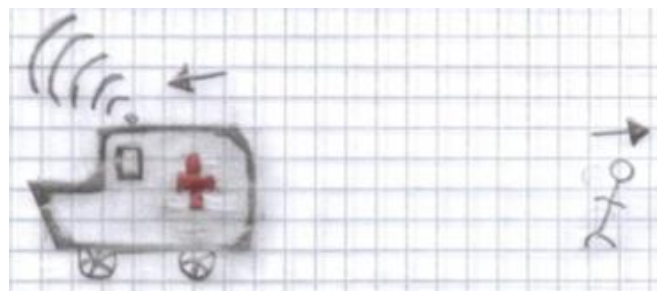
$$f_f = f_f \frac{v_s \mp v_o}{v_s \mp v_f}$$

$$f_o = 200 \text{ Hz} \frac{343 \text{ m/s} - 5 \text{ m/s}}{343 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 80 \text{ m/s}}$$

$$f_o = 200 \text{ Hz} \frac{338 \text{ m/s}}{423 \text{ m/s}}$$

$$f_o = 200 \text{ Hz} \cdot 0,80$$

$$f_o = 160 \text{ Hz}$$



4.4 CAS 1 (ONES DE XOC)

A partir de l'explicació anterior podem justificar la formació d'ones de xoc. Es tracta d'un cas límit d'efecte Doppler quan la velocitat de la Font es igual o major que la velocitat d'ona.



A la foto podem veure aquesta ona de xoc quan un avió supera la velocitat d'ona del so (342 m/s), aquesta ona de xoc origina una condensació del vapor d'aigua atmosfèric

4.5 CAS 2 (FUNCIONAMENT DELS RADARS)

De radars de trànsit n'hi ha de molts tipus, però el més freqüent és el que funciona a partir de l'efecte Doppler. Aquest consisteix en enviar un senyal amb una freqüència determinada, i el senyal que torna amb una altra freqüència després d'un temps ens diu quina és la velocitat a la que va el vehicle.

La fórmula que relaciona la velocitat amb la freqüència és la següent:

$$v = f \cdot \lambda$$

Per tant com veiem a la fórmula si la freqüència que torna al radar és molt gran implicarà que el cotxe va a gran velocitat, ja que la velocitat i la freqüència són directament proporcionals.

Passa exactament el contrari si la freqüència captada per el radar és baixa, en aquest cas la velocitat del cotxe serà menor.

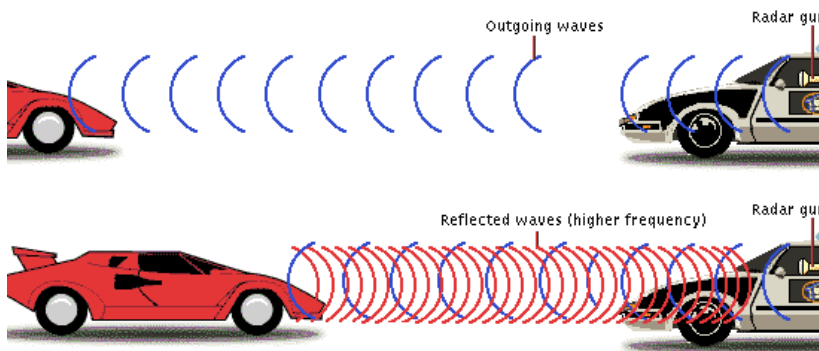
En quant a la longitud d'ona si és molt gran la velocitat serà gran i si és més petita aquesta velocitat serà més petita, passa el mateix que amb la freqüència, aquesta longitud d'ona també és directament proporcional a la velocitat.

Mitjançant aquest sistema, els radars poden calcular exactament quina és la velocitat de cada vehicle en un moment donat.



Aquí veiem com seria aparentment aquest radar Doppler.

Constaria d'una sonda per on sortirien les ones que emet el radar amb una freqüència determinada, el flash, la càmera per a captar imatges i les parts exclusivament de control de l'aparell.



En aquest cas veiem que les ones tornades pel cotxe vermell tenen una petita λ i alta freqüència, per tant, la velocitat serà alta.

5. RAIGS LÀSER

Hi ha dos experiments que apareixen a la sèrie que em van sobtar, aquests dos experiments estan directament relacionats amb els làsers i les seves característiques. És per aquest motiu que dedicaré aquest apartat a explicar el funcionament d'aquests objectes i quines característiques haurien de tenir els que utilitzen els personatges de la sèrie en els seus experiments.

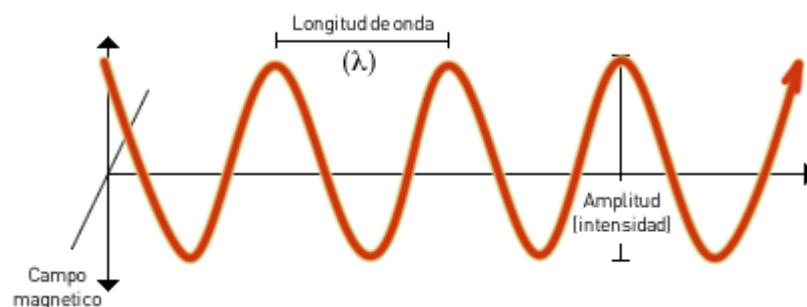
Primer de tot explicaré els raigs làsers i després em centraré més en els emprats pels personatges de la sèrie.

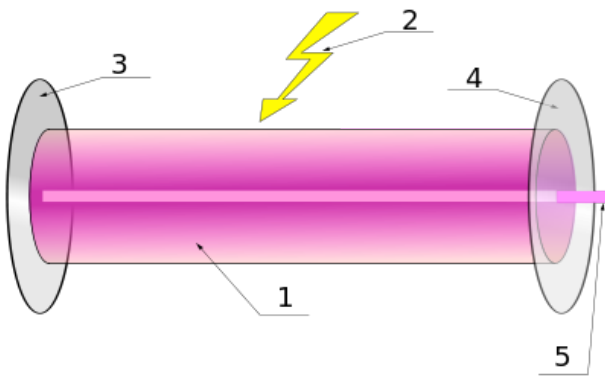
Aquests dos experiments són bastant peculiars, un dels dos tracta d'enviar un raig làser a la lluna i que torni, disposen de material professional per calcular l'anada i rebre l'ona que torna i l'altre és simplement un raig làser "destruïu" capaç de cremar.

RAIGS LÀSER

Un làser és un aparell compost per un mitjà sòlid, líquid o gasós dins d'una cavitat limitada per dos miralls paral·lels, un d'ells semitransparent. Si els àtoms d'aquest mitjà són excitats s'eleva a un nivell d'energia que no és estable i per tornar al seu estat alliberen aquesta energia en forma de fotons. Part d'aquesta llum surt a l'exterior a través del mirall semitransparent en forma de polsos o com un llamp continu.

Per tant, un làser produeix un feix de llum brillant, monocromàtica, col·limada i controlable que permet dipositar una alta quantitat d'energia en un dels pigments presents en la pell.





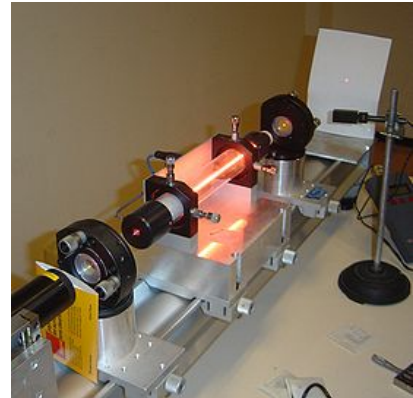
1. Medi actiu: compost químic de l'interior del dispositiu i que serà excitat.
2. Font d'energia, que sol ser una pila, per produir el bombardeig d'energia.
3. Mirall reflectant 100%
4. Mirall amb una mica de transparència

Un cop definit el concepte de làser classificaré i donaré detalls de diferents tipus de làser:

Làser	Medi actiu	Rang de freqüència d'emissió	Règim de emissió	Potència de pico màxima (aproximada)	Utilitats
Heli-Neó	Gas	Vermell	Continu	10 mW	-Meteorologia - Lectors de codis de barres
Ió de Ar	Gas	Verd – blau	Continu	10 W	-Bombeig -Espectacles
CO ₂	Gas	Infraroig	Continu o polsat	1 kW	-Tall -Soldadura -Cirurgia
Excímer	Gas	Ultraviolat	Polsat	1 MW	-Microprocessat -Cirurgia
Químics	Gas	Infraroig	Continu	1 MW	-Escuts antimíssils
Colorant	Líquid o sòlid	IR-Visible-UV	Continu o polsat	1 W	-Espectroscòpia
Rubí	Sòlid	Vermell	Polsat	1 kW	-Investigació

Com podem veure a la taula, els làsers de Heli-Neó són els emprats en el camp de la meteorologia, per tant, són els que estudiarem una mica més a fons.

Un làser d'heli - neó , o làser HeNe , és un tipus de làser de gas que utilitza com a mitjà actiu una barreja gasosa d'heli i neó . Els làsers d'heli - neó emeten , habitualment , a una longitud d'ona de 633 nm i , per tant , en llum visible de color vermell . Són un tipus de làser habitual en aplicacions industrials i científiques i sovint s'utilitzen en laboratoris docents .



5.1 RAIG ENVIAT A LA LLUNA

En un capítol els quatre científics envien un raig a la lluna i reben el reflex d'aquesta ona amb un receptor que tenen al costat del raig, per això utilitzen un sistema informàtic complex, la seva presència es indispensable ja que no consisteix només a enviar el raig i esperar que torni, s'han de tenir diferents factors en compte.

Com hem vist en la classificació dels làsers anterior, segurament que el raig làser es tracta d'un d'Heli-Neó, però com ho fan per rebre el senyal de tornada?

Bé, primer de tot hem de saber que quan els astronautes van anar a la lluna per primer cop van colocar un seguit de miralls en diferents punts de la superfície lunar, fet que facilita el reflex del raig làser quan arriba a la lluna, aquest fet és un dels que demostren que l'home ha trepitjat la lluna.

Com podem veure en una notícia científica que parla precisament d'aquests làsers que arriben a la lluna, en concret aquest experiment es va fer per comprovar la teoria de la relativitat i medir la distància de la Terra a la lluna.

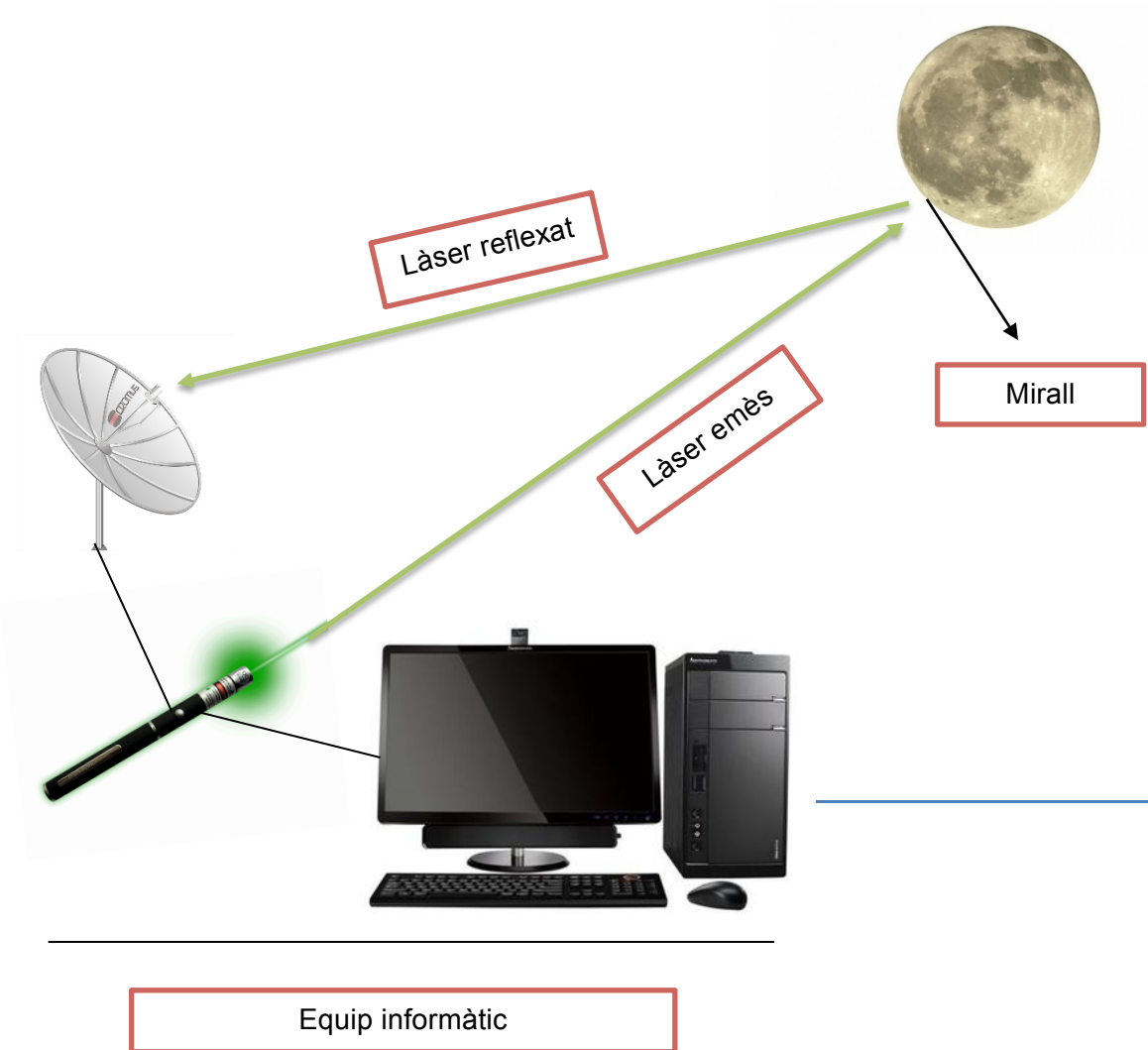
“Luna Roja, Rayo Verde”: NASA capta espectacular imagen de Luna de Sangre y rayo láser”

“La NASA va publicar aquesta imatge fa un parell de dies en el lloc APOD (que comparteix la millor foto d'astronomia de cada dia) amb el títol: "Lluna Roja, Raig Verd". Com adverteix la mateixa agència espacial, no es tracta d'una escena d'una pel·lícula de ciència ficció: és una fotografia real que combina el fenomen de l'eclipsi lunar total amb un raig làser disparat per un telescopi. El feix de llum verda és un làser llançat pel reflector de 3.5 metres de diàmetre del Observatori Apache Point, a l'estat de Nou Mèxic (EUA), que s'utilitza en el projecte especial APOLLO per mesurar la distància de la Terra a la Lluna -la qual cosa és usat per comprovar una vegada més la relativitat general d'Einstein. El làser està específicament dirigit al retroreflector Apollo 15 deixat a la Lluna per astronautes en 1971.”



Raig làser de color verd

Així que “simplement” aquest experiment consisteix en enviar un làser específic a la lluna, que reboti a la superfície lunar i torni rebent-lo un receptor que tenen al costat del raig, això no és tant simple com sembla, ja que s’ha de tenir en compte com serà el raig reflectit.



5.2 RAIGS POTENTS AMB CAPACITAT DE CREMAR

Per explicar aquest apartat he decidit recórrer a una notícia que parla d'un experiment semblant al que fa en Leonard.

Un jove dels Estats Units ha creat un raig làser casolà que és capaç de cremar o travessar pràcticament tot el que se li posi per davant. El jove que penja habitualment vídeos en el seu compte de YouTube sobre raigs làser o focs artificials sembla no donar massa importància al tema tan seriós que té entre les seves mans.

Tots els fans de la saga *Star Wars* estaran encantats en veure que a poc a poc les espases làser de la saga cinematogràfica s'estan convertint en realitat. De moment aquest raig làser casolà no està pensant per acabar amb els soldats de l'Exèrcit Imperial de Star Wars, però sí que crema o travessa materials o objectes com el paper, cinta, cartró, taules de fusta o pilotes de ping-pong. Si aquest tipus de gadgets casolans cau en mans equivocades, qualsevol persona podria patir ferides greus si és apuntada directament a alguna part del seu cos com els ulls.

Aquest raig làser casolà, que és legal als Estats Units, utilitza un díode làser de 450nm i funciona amb dues bateries d'ió liti de 18.650mAh que es troben normalment en els ordinadors portàtils, per tenir una referència els làsers que podem comprar nosaltres que serveixen de punter tenen bateries de 1200 mAh aproximadament.



6. TEORIA DE CORDES

La teoria de Cordes és una de les hipòtesis més essentades, complicades i estudiades de la física. En un capítol de *The Big Bang Theory* Sheldon discuteix amb un nou i jove alumne sobre ella, el que ens ajudarà a analitzar-la a fons i descobrir per què és tan important

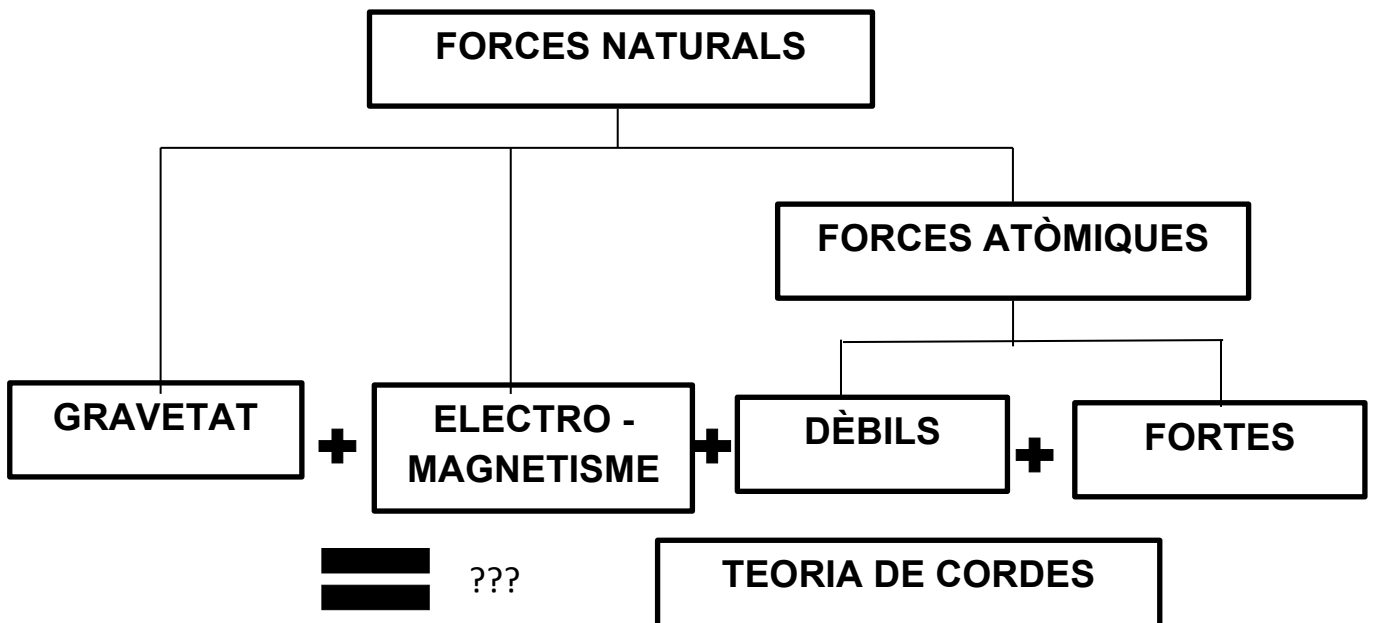


per a la ciència. La teoria de cordes és un model físic que tracta d'unificar totes les forces de la natura.

“Una teoria per a governar-les totes”

Però hem de recordar en tot moment que ni aquesta ni la teoria del punt següent estan comprovades, d'aquí ve la disputa que hi ha entre els físics que creuen que una és l'acertada i els que creuen que ho és l'altra.

Actualment es coneixen quatre tipus de forces que són les que s'estan intentant unificar: la gravetat, l'electromagnetisme i les dos forces dels àtoms: les forces nuclears dèbils i les fortes.



Primer de tot explicaré cadascuna de les forces més detalladament:

6.1 LA GRAVETAT

La gravetat és la força d'atracció mútua que experimenten dos objectes amb massa.

Com a conseqüència de la gravetat tenim la sensació de pes. Si estem pròxims a un planeta, experimentem una acceleració dirigida a la zona central del planeta (centre de massa), a la Terra aquesta acceleració és de $9,8 \text{ m/s}^2$.

Origina els moviments a gran escala que s'observen a l'univers: l'òrbita de la Lluna al voltant de la Terra, les òrbites dels planetes al voltant del Sol, etc. A escala cosmològica és la interacció dominant, ja que governa la majoria dels fenòmens a gran escala (les altres tres interaccions fonamentals són predominants a escales més petites, l'electromagnetisme explica la resta dels fenòmens macroscòpics, mentre que la interacció forta i la interacció feble són importants només a escala subatòmica).

EINSTEIN:

Einstein, en la seva teoria de la relativitat general, fa una anàlisi diferent de la interacció gravitatòria. D'acord amb aquesta teoria, la gravetat es pot entendre com un efecte geomètric de la matèria sobre l'espai-temps. Quan certa quantitat de matèria ocupa una regió de l'espai-temps, provoca que aquest es deformi. Segons aquesta teoria, ja que tots els objectes es mouen en l'espai-temps, en deformar aquest, la trajectòria d'aquells serà desviada produint la seva acceleració, que és el que anomenem força de gravetat.

NEWTON:

Newton, amb la seva teoria de la llei de la gravitació universal, va trobar la fórmula que avui en dia utilitzem per a calcular la gravetat entre dos cossos qualssevol.

En aquesta teoria els efectes de la gravetat sempre són atractives, i la força resultant es calcula respecte del centre de gravetat dels dos objectes. Les

forces són majors si els objectes estan pròxims. Mentre que si es van allunyant aquesta força perd intensitat.

La llei de la gravitació universal formulada per Isaac Newton postula que la força que exerceix una partícula puntual amb massa m_1 sobre una altra amb massa m_2 és directament proporcional al producte de les masses, i inversament proporcional al quadrat de la distància que les separa

$$\mathbf{F}_{21} = -G \frac{m_1 m_2}{|\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1|^2} \hat{\mathbf{u}}_{21}$$

On \hat{u} es la constant de gravitació universal, que és aproximadament $6,674 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$

6.2 ELECTROMAGNETISME

L'electromagnetisme és la part de l'electricitat que estudia la relació entre els fenòmens elèctrics i els fenòmens magnètics. Els fenòmens elèctrics i magnètics van ser considerats com a independents fins a 1820, quan la seva relació va ser descoberta per casualitat.

Així, fins a aquesta data el magnetisme i l'electricitat havien estat tractats com a fenòmens diferents i eren estudiats per ciències diferents. No obstant això, això va canviar a partir del descobriment que va fer Hans Christian Oersted, observant que l'agulla d'una brúixola variava la seva orientació en passar corrent a través d'un conductor proper a ella. Els estudis d'Oersted suggerien que l'electricitat i el magnetisme eren manifestacions d'un mateix fenomen: les forces magnètiques procedeixen de les forces originades entre càrregues elèctriques en moviment.

6.3 FORCES NUCLEARS

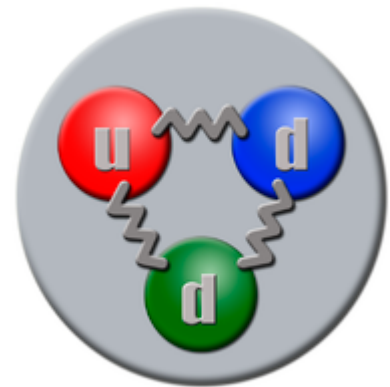
6.3.1 DÈBILS

Uns deu mil milions de vegades més feble que l'electromagnètica i amb un abast encara menor que la interacció forta, aquesta força la trobem en els anomenats fenòmens radioactius de tipus beta, que no són altra cosa que desintegracions de partícules i nuclis atòmics. Per descriure el fenomen, cal tornar a referir-se als quarks.

Recordem que un protó consta de dos quarks amunt i un avall, doncs bé, la interacció nuclear feble provoca que un dels quarks a dalt es converteixi en un quark a baix, de manera que el protó es transformarà en un neutró.

En física de partícules, els quarks, juntament amb els leptons, són els constituents fonamentals de la matèria. Diverses espècies de quarks es combinen de manera específica per formar partícules subatòmiques com ara protons i neutrons.

A l'imatge veiem un neutró compost per dos quarks abaix (d) i un quark adalt (u)



6.3.2 FORTES

És la força que obliga als nuclis atòmics a romandre units. Els nuclis estan formats per protons i neutrons, i aquests al seu torn per quarks. Doncs bé, tant els quarks entre si com els neutrons i protons es mantenen enganxats perquè la interacció nuclear forta els obliga.

6.4 TEORIA DE CORDES

Finalment, un cop enteses les forces de la natura aquesta teoria intenta explicar-les totes juntes, però aquest model presenta un seguit de incongruències.

El problema que troben els físics amb aquestes quatre forces és quan intenten buscar les interaccions entre elles.



Aquesta teoria descriu totes les diverses partícules fonamentals com a manifestacions diferents d'una partícula bàsica "una corda", és a dir, aquesta teoria postula que absolutament totes les partícules estan formades del mateix element, les cordes.

Aquestes cordes oscil·larien, i segons la manera en que ho facin es formen unes partícules o altres.

Per a que això sigui possible, aquesta teoria de cordes ha d'ampliar les quatre dimensions que coneixem (3 espacials i el temps), en 10 o 11 dimensions, hi ha científics que diuen que es necessiten 11 i altres que amb 10 són suficients. La forma d'explicar l'existència d'aquestes dimensions suplementàries i que no s'hagin descobert és que aquestes dimensions es troben dins de les quatre fonamentals que coneixem però no són recognoscibles.

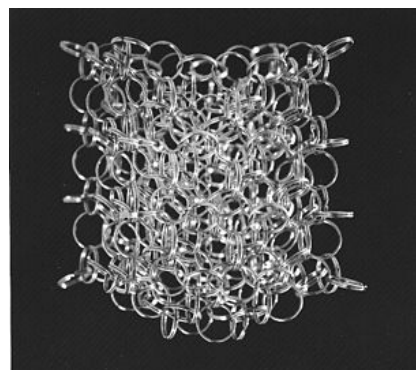
Però aquest no és l'únic problema que té la teoria, com diu el jove estudiant a la sèrie, aquesta teoria produeix una superabundància de possibles universos compatibles amb el nostre, almenys 10^{500} , i això és molt difícil de creure per als físics.

7. TEORIA QUÀNTICA DE BUCLES

La teoria quàntica de bucles es contraposa totalment a la teoria de cordes, d'aquí venen les disputes que tenen en Sheldon i la Leslie per a decidir quina teoria és la més encertada, és per això que he decidit incloure aquest apartat al treball, tot i que no pugui arribar a comprendre del tot el significat d'aquesta teoria me'n podré fer una idea.

Una teoria que, com hem dit abans, tampoc està comprovada.

Aquest és l'intent amb més seguidors per unificar la física quàntica i la relativitat general, però no és l'únic. Hi ha un altre enfocament amb més de 25 anys d'història, que també té importants seguidors en la física teòrica, encara que són minoria en comparació amb la teoria de cordes. Es tracta de la Teoria de la gravetat quàntica de bucles. Aquesta teoria veu l'espai-temps no com un escenari passiu en què es mouen les partícules tal com ho interpreta la mecànica quàntica, ni un continu com ho veu la relativitat general, sinó que interpreta que l'espai i el temps tenen unes mesures mínimes en l'escala de longitud temps de Plank, i en aquesta escala s'entrellacen les diferents dimensions, inclòs el temps, i la forma en què s'uneixen determinen les característiques físiques d'aquest espai temps, i d'aquesta manera la força de la gravetat. L'espai i el temps són meres conseqüències de les lleis de la física. La teoria gravitatòria quàntica de bucles pot ser visualitzada, com el seu nom indica, com una malla de rínxols. Segons les seves regles, no té sentit on hi ha aquesta malla en espai i el temps, perquè la malla és la substància de les que l'espai i el temps estan compostos. Es tracta per tant no d'un escenari, sinó que l'espai-temps és l'actor que determina les forces de la natura.



Representació gràfica de l'entramat de bucles que defineixen l'espai-temps segons la LQC

8. EQUACIÓ DE SCHRÖDINGER

Aquest nom de Schrödinger també surt i té una certa rellevància a la sèrie ja que en Sheldon el nombra en certes ocasions. Primer de tot citaré l'equació i l'origen i després em centraré en la paradoxa del gat de Schrödinger que és el que cita directament en Sheldon en una conversa amb la Penny.

Tot i que no surti precisament l'equació de Schrödinger, he trobat necessari citar-la a més de fer referència al que sí es parla en la sèrie, que és el gat de Schrödinger.

8.1 L'EQUACIÓ DE SCHRÖDINGER

En física, especialment en mecànica quàntica, l'equació de Schrödinger és una equació que descriu com canvia al llarg del temps l'estat quàntic d'un sistema físic. És tan rellevant per a la mecànica quàntica com ho són les lleis de Newton per a la mecànica clàssica.



A la interpretació estàndard de la mecànica quàntica, l'estat quàntic, també anomenat funció d'ona o vector d'estat, és la descripció més completa que es pot donar d'un sistema físic. Les solucions a l'equació de Schrödinger descriuen sistemes atòmics i subatòmics, electrons i àtoms, però també sistemes macroscòpics, i possiblement l'Univers sencer. Aquesta equació rep el nom del seu descobridor Erwin Schrödinger, que la va publicar el 1926.

L'equació de Schrödinger pot convertir-se matemàticament en una matriu mecànica de Heisenberg i també en la formulació de la integral de camí de Feynman. La descripció que l'equació fa del temps no és convenient per a les teories relativístiques, un problema que no és greu a la formulació de Heisenberg i que no es presenta a la formulació de la integral de camí.

Per a un sistema quàntic general l'equació seria:

$$i\hbar \frac{\partial \Psi(\mathbf{r}, t)}{\partial t} = \hat{H} \Psi(\mathbf{r}, t)$$

On:

- $\Psi(\mathbf{r}, t)$ és la funció d'ona, que és l'amplitud de probabilitat per a diferents espais de configuració del sistema.
- \hbar és la constant de Planck reduïda, (la constant de Planck dividida per 2π), que pot ser igualada a la unitat quan s'utilitzen unitats naturals.
- \hat{H} és l'operador lineal Hamiltonià.

Una partícula en tres dimensions

Per a una única partícula en tres dimensions l'equació seria:

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi(\mathbf{r}, t) = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi(\mathbf{r}, t) + V(\mathbf{r}) \Psi(\mathbf{r}, t)$$

On:

- $\mathbf{r} = (x, y, z)$ és la posició de la partícula a l'espai tridimensional,
- $\Psi(\mathbf{r}, t)$ és la funció d'ona, que és l'amplitud de probabilitat que la partícula sigui a una posició donada \mathbf{r} a un temps donat t .
- m és la massa de la partícula.
- $V(\mathbf{r})$ és l'energia potencial de la partícula a cada posició \mathbf{r} .

Einstein va interpretar els quanta de Planck com a fotons, partícules de llum, i va proposar que l'energia d'un fotó és proporcional a la seva freqüència, una misteriosa dualitat ona-partícula. Atès que l'energia i el moment (quantitat de moviment) són relacionats de la mateixa manera que la freqüència i el nombre d'ona en relativitat, el moment d'un fotó havia de ser proporcional al seu nombre d'ona.

Louis de Broglie va proposar generalitzar la dualitat ona-partícula a totes les partícules, tant pels electrons com pels fotons, tot i que la hipòtesi implicava que els electrons havien de produir interferències com la llum, cosa que seria verificat més tard amb l'experiment Davisson-Germer. Per analogia amb el fotó Louis de Broglie va associar a cada partícula lliure d'energia E i amb quantitat de moviment p una freqüència ν i una longitud d'ona λ :

$$\begin{cases} E = h\nu \\ p = h/\lambda \end{cases}$$

Seguint les idees precedents, Schrödinger va decidir de cercar una equació d'ona per a l'electró. Es va guiar per l'analogia entre mecànica i òptica proposada per William Rowan Hamilton segons la que en el límit, a una longitud d'ona zero, un sistema òptic s'assemblaria a un sistema mecànic, la trajectòria dels raigs de llum seguirien el principi de Fermat. Hamilton no va proposar una equació per a aquestes ones. Va ser Schrödinger qui va proposar-ne una equació d'ona, que generalitzava l'aproximació que havia fet Louis de Broglie, la seva proposta en la seva versió moderna en unitats naturals és:

$$i\frac{\partial}{\partial t}\Psi(x, t) = -\frac{1}{2m}\nabla^2\Psi(x, t) + V(x)\Psi(x, t).$$

Schrödinger va calcular amb aquesta equació les línies espectrals per a l'hidrogen tractant un àtom negativament carregat com una ona, $\Psi(x, t)$, movent-se a un pou quàntic, V , creat per un protó (carregat positivament). Aquest càlcul reproduïa els nivells d'energia del model atòmic de Bohr.

Però encara va anar més lluny, aparentment Arnold Sommerfeld havia mesurat correctament les desviacions relativistes en les línies espectrals atòmiques respecte a les prediccions del model de Bohr. Schrödinger va utilitzar la relació relativista entre el moment i l'energia per trobar el que avui dia es coneix com l'equació de Klein-Gordon a un potencial elèctric:

$$\left(E + \frac{e^2}{r}\right)^2 \psi(x) = -\nabla^2\psi(x) + m^2\psi(x).$$

També va trobar les ones estacionàries d'aquesta equació relativista, però les correccions relativistes no concordaven amb la fórmula de Sommerfeld i ho va deixar de banda. Finalment va decidir posar junts la seva equació d'ona i l'anàlisi espectral de l'hidrogen, el seu escrit va ser publicat el 1926 a la revista *Annalen der Physik*. L'article va rebre el suport d'Einstein que veia les ones de matèria com un antídoto contra les matrius mecàniques que considerava extremadament formals.

Schrödinger es va oposar sempre, igual que Einstein, a una aproximació estadística o probabilística perquè comportaria el col·lapse de la funció d'ona, i mai va acceptar la interpretació de Copenhaguen que van proposar Niels Bohr, Max Born i Werner Heisenberg.

8.2 EL GAT DE SCHRÖDINGER

“Al 1935 Edwin Schrödinger per intentar explicar aquesta interpretació de Copenhaguen de la física quàntica va proposar un experiment en el que es ficava un gat a una caixa amb una ampolla de gas tòxic que es podia trencar en qualsevol moment i com que ningú sabia si aquesta ampolla s’havia trencat o no, abans d’obrir la caixa es va considerar que el gat podia estar viu o mort”.

Aquesta definició és la que diu Sheldon a Penny, paraula per paraula.

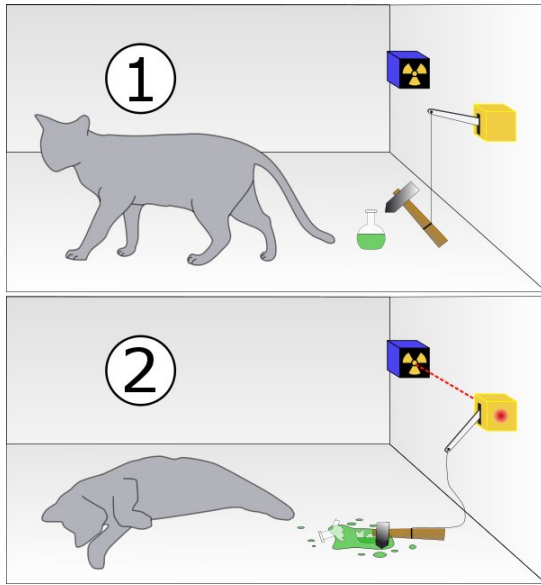
Ara intentarem entendre-la:

Per fer-ho hem de entendre primer una de les propietats de la desintegració radioactiva, encara que som capaços de saber si un àtom es desintegrarà o no, no podem saber en quin moment ho farà. Com a molt podem afirmar que, per exemple, al cap d’una hora hi ha un 50% de possibilitats que s’hagi desintegrat i un 50% de que no.

Ara imaginem aquest àtom i dissenyem un dispositiu de manera que si es desintegra es trenca una ampolla plena d’un gas verinós. A continuació fiquem en una caixa aquest dispositiu i un gat viu, i al cap d’una hora d’haver-ho ajuntat tot a la caixa som incapaços de dir o saber si el gas segueix viu o ja ha mort, com anteriorment, té un 50% de possibilitats de estar viu i un 50 de no estar-hi.

El punt essencial d’aquest experiment és que segons la teoria quàntica el gat es troba literalment viu i mort a la vegada, només a l’obrir la caixa passarà a estar viu o mort.

Dit això d’una altra manera, el que ens diu la física quàntica és que el gat no existeix fins que l’observem, és en el mateix moment d’obrir la caixa quan la seva existència que fins llavors era una espècie de llimbs mescla viu i mort es concreta.



En el dibuix número 1 el gat està viu ja que l'ampolla amb el gas tòxic no s'ha trencat.

En el dibuix 2 el gat ha mort degut a que l'ampolla de gas tòxic s'ha trencat i ha alliberat aquest gas.

9. FÍSICA ESPACIAL

Entrem ara a parlar de la física espacial, un subapartat de la física que se centra en l'univers:

L'univers, com han constatat un seguit de científics, abans que es formessin les galàxies era una sopa atòmica calenta i densa. Això, junt amb l'evidència del desplaçament cap al vermell, ha portat a la teoria del *Big Bang*. Aquesta teoria exposa que l'univers va començar amb una gran explosió al principi del temps. I s'ha seguit expandint a partir de llavors. Actualment s'està treballant molt per esbrinar si l'Univers seguirà expandint-se, o si les forces gravitatòries faran que deixi d'expandir-se i comenci a contrarestar-se fins el col·lapsa ment.

9.1 Teoria del Big Crunch

Aquesta teoria defensa que hi haurà un moment, que no coneixem, en què l'univers parará d'expandir-se de forma sobtada degut a la força de gravetat, i en aquest moment, es crearà un tipus de forat negre que ho atraurà tot cap al seu interior, fent així que l'univers desaparegui.

Sempre ha hagut un tipus de "guerra" entre la força de la gravetat i la força d'expansió de l'univers, i finalment s'acabarà amb una forta força de gravetat que atraurà tots els cossos que conformen l'univers d'avui en dia.

Hi ha un seguit de científics que creuen que després d'això podrà tornar a aparèixer vida, que serà com rebobinar el casset per a tornar a començar amb tot.

9.2 Teoria del Big Rip

En canvi, aquesta altra teoria postula tot el contrari, defensa que l'univers s'anirà expandint sense parar, durant un temps infinit, això es creu per l'abundància de matèria fosca que tenim al nostre univers.

Finalment, creuen que l'univers s'esquinçarà pel mig produint així una separació de l'univers que coneixem

Aquest apartat de la física s'ha estudiat a fons ja que l'espai exterior la gravetat, base de la física, no és la mateixa que a la Terra ($9,8 \text{ m/s}^2$), i això fa que totes les fórmules s'hagin de canviar.

9.3 Big freeze

Aquesta teoria es creu que és la més probable.

Postula que d'aquí a un bilió d'anys, quan les estrelles s'apaguin, tot l'univers es quedarà fosc, L'Univers s'aproximaria a un estat altament entròpic, desordenat.. A una escala de temps encara més llarga les galàxies passarien a ser forats negres.

El Big Freeze és un escenari sota el qual l'expansió continua indefinidament en un Univers que és massa fred per tenir vida.

9.4 Big bounce

Aquesta teoria defensa que es crearà un efecte rebot: primer hi haurà un Big Crunch (per culpa de la gravetat tot s'ajuntarà), i a partir de això, hi haurà un Big Bang que farà que l'univers es torni a crear.

Per això, nosaltres no podem saber si som els de la primera generació o ja n'hi ha hagut abans que nosaltres.

9.5 Multivers

És una teoria que defensa que hi ha molts univers paral·lels, tots aquests universos junts componen tot el que existeix i pot existir: la totalitat del espai, temps, matèria i energia.

9.6 Fals buit

Si ens trobem dins d'un fals buit d'aquest, llavors implicaria - més que probable que en molts milers de milions d'anys - es podria deixar d'existir tal com el coneixem, variarien totes les constants físiques.

9.7 Nivells indefinits

El model cosmològic multi-nivell proposa l'existència de nivells indefinits de l'Univers. Mentre l'existència del nostre nivell de l'Univers és finita, hi ha un nombre indefinit de nivells de l'Univers cadascun amb el seu principi i la seva fi.

Després de l'explicació de totes aquestes fascinants teories sobre el final de l'univers, crec adient continuar aquest apartat amb diferents aspectes de l'espai exterior relacionats amb la vida en un transbordador espacial sense perdre de vista la física.

9.8 LA SÈRIE

En aquesta sèrie de televisió tenim un gran expert física espacial, Howard Wolobidg, que treballa per a la NASA i fa un seguit d'estudis interessants estudiant la gravetat que hi ha a l'Univers, fins i tot viatja a un transbordador espacial on viu durant una època. Els estudis més interessants que fa són els següents:

WC per a un transbordador espacial

Howard celebra el llançament de la seva última invenció, un sistema de gravetat zero que elimina residus humans (un "bany espacial") per a ser usat en l'Estació Espacial Internacional, mitjançant la compra de còmics a tots seus amics. Però a la meitat del capítol li comuniquen a Howard que hi ha un problema amb el 'bany' ja que si no tapona una de les canonades tots els residus poden acabar 'adornant' l'estació espacial. Per això busca ajuda en els seus amics. A casa del Sheldon i del



Leonard tenen un 'bany' idèntic al que el està en l'espai i amb una gran quantitat d'objectes han d'intentar taponar aquesta canonada. Al final Howard diu que la solució que els va donar va funcionar, però al final del capítol els

astronautes de l'Estació Espacial Internacional van a una "caminada espacial" imprevista, suggerint que Howard va fallar en la seva solució.

Parlant d'aquest tema, en la vida real també hi ha hagut un seguit de errors en quant al funcionament d'aquests "banys espacials".

Primer explicaré com hauria de ser el funcionament d'aquest sanitari i després explicaré alguna de les anècdotes:

Els vàters espacials utilitzen motors d'aire propulsat per ventalls per dirigir les deixalles a un contenidor especial, això fa que les deposicions no surtin del vàter i puguin arribar al contenidor on s'emmagatzemaran aquestes deposicions.

Un informe de la NASA afirma que mentre utilitzaven el vàter en el mòdul, els membres de la tripulació van escoltar un fort so i el ventall va deixar de funcionar". El sistema per recollir els residus sòlids no va patir cap dany, però el mecanisme per recollir els líquids no va comptar amb la mateixa sort.

Els astronautes van tractar de reemplaçar el dispositiu separador d'aire i aigua de la mateixa manera que el filtre, però cap d'aquests intents va servir per fer que el vàter tornés a operar correctament.

Com que aquest apartat de la física espacial m'ha captivat, he decidit dedicar algun subapartat més a diferents preguntes sobre com funciona tot als transbordadors espacials.



PESAR-SE A L'UNIVERS

Aquest és un punt molt important, ja que els astronautes quan estan a l'espai exterior perden pes, això és degut a que no han de fer cap tipus d'esforç per vèncer la gravetat com s'ha de fer a la Terra.

De tots és conegut que fora del camp gravitatori de la Terra els objectes perden el seu pes i suren lliurement. Per això, quan un astronauta vol comprovar el seu pes necessita una balança especial que indiqui la seva massa corporal, la qual correspon al valor que marcaria una bàscula en terra ferma.

Aquesta balança, instal·lada en naus espacials com els transbordadors espacials, es diu Body Mass Measurement Device -dispositiu per a la mesura de la massa corporal-. Es tracta d'un seient anatòmic enfilat a un bastidor mitjançant un sistema de molles en el qual ha d'establir l'astronauta fermament subjecte amb cinturons. Un mecanisme posa en moviment la molla, que comença a oscil·lar rítmicament. A partir de la velocitat del moviment pendular, un ordinador dedueix la massa -el pes- del viatger espacial. Durant el mesurament del pes, l'astronauta ha de romandre amb els músculs tensos, perquè els líquids del cos i els òrgans tous no es moguin. Això influiria sobre el moviment pendular i falsejaria el resultat.

Per deduir la massa hem de estudiar el Moviment vibratori i veure la relació entre la massa i la velocitat de vibració dels cossos, només llavors tindriem plantejat amb precisió el problema i podríem trobar una possible solució al nostre problema i podríem dissenyar un experiment per reproduir el procediment en el nostre laboratori terrestre.

Parlant de pesar-se a l'espai he decidit adjuntar a aquest apartat un exercici que van proposar per a la selectivitat i resoldre'l:

6 La massa dels astronautes a l'espai es mesura amb un aparell que es basa en el moviment harmònic. Quan l'astronauta s'hi coloca, l'aparell inicia un moviment vibratori. Sabem que per una massa de 60 kg la freqüència d'oscil·lació és 0,678 Hz.

a) Calcula la velocitat màxima d'oscil·lació d'aquesta massa si sabem que l'amplitud màxima és 20 cm.

$$\omega = 2\pi f$$

$$20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$\omega = 2\pi \cdot 0,678 = 4,26 \text{ rad/s}$$

$$|V_{\text{màx}}| = A\omega = 0,2 \cdot 4,26 = \boxed{0,85 \text{ m/s}}$$

b) Si la massa d'un astronauta fa oscil·lar l'aparell a una freqüència de 0,6064 Hz, calcula la constant elàstica de la molla i la massa de l'astronauta

$$f = 0,6064 \text{ Hz}$$

$$\omega = 2\pi f$$

$$\omega = \sqrt{\frac{K}{m}}$$

$$\omega = 2\pi \cdot 0,6064$$

$$K = m\omega^2$$

$$\omega = 3,81 \text{ rad/s}$$

$$K = 60 \cdot (4,26)^2 = 1089 \text{ N/m}$$

$$F = -k \cdot x$$

$$F = -k \cdot x$$

$$x = A \sin \cdot (\omega t \cdot \phi_0)$$

$$F = ma = m \cdot (-\omega^2 \cdot x) = -m\omega^2 \cdot x \quad \mathbf{K = m\omega^2}$$

$$a = -A\omega^2 \cdot \sin(\omega t \cdot \phi_0)$$

$$a = -\omega^2 \cdot x$$

$$m = \frac{K}{\omega^2} = \frac{1089}{3,81 \cdot 3,81} = \boxed{75 \text{ kg}}$$

9.9 CURIOSITY

Ja que parlo de la física espacial, he trobat convenient dedicar un apartat al *curiosity*, un dels últims èxits científics que han hagut. Però no parlaré d'aquest rover específicament, simplement citaré què és, quins són els seus objectius i algunes de les coses que ha fet a Mart.



El Curiosity és un rover que està explorant el cràter Gale a Mart, com a part de la missió Mars Science Laboratory (MSL) duta a terme per la NASA.

Va ser llançat des de Cap Canaveral el dia 26 de novembre del 2011, a les 16:02 CET a bord de la nau espacial MSL i va aterrar satisfactòriament a Aeolis Palus, al cràter Gale de Mart el 6 d'agost de 2012, a les 07:17 CET. El punt d'aterratge del Curiosity (anomenat Bradbury Landing), és a menys de 2,4 km del centre del punt d'aterratge fixat per la NASA després d'un viatge de 563,000,000 km.

Alguns dels objectius del rover Curiosity són obtenir informació del Clima de Mart, de la seva geologia, investigar si la vida a Mart podria haver estat possible investigant el rol de l'aigua i estudiant-ne l'habitabilitat planetària, i també preparar una possible futura exploració humana.

OBJECTIUS

Tal com va establir el Mars Exploration Program, els objectius principals de la missió MSL són ajudar a determinar si a Mart hi podria haver hagut mai vida, així com determinar el rol de l'aigua i estudiar el clima i la geologia del planeta. Aquesta missió també ha de servir per ajudar a preparar una futura exploració humana.

Amb aquesta intenció, el Curiosity té vuit objectius científics principals:

1. Determinar la natura i fer un inventari dels compostos orgànics de Mart.
2. Fer un inventari dels elements químics bàsics per a la vida (carboni, hidrogen, nitrogen, oxigen, fòsfor i sulfur)

3. Identificar els trets que poden representar els efectes produïts per processos biològics (biosignatura).
4. Investigar la composició química, isotòpica i mineral de la superfície marciana i dels materials geològics propers a la superfície.
5. Interpretar els processos que han format i modificat les roques i el sòl (pedologia)
6. Avaluar els processos evolutius de l'atmosfera marciana en una escala de temps llarga (i.e. 4.000.000.000 anys)
7. Determinar l'estat present, la distribució i el cicle de l'aigua i del diòxid de carboni.
8. Caracteritzar l'ampli espectre de radiacions a la superfície, incloent-hi la radiació galàctica, els raigs còsmics, les tempestes de protons i els neutrons secundaris.



Aquesta imatge, per exemple, va ser una de les primeres fotos que va fer el Curiosity

NOTICIES SOBRE EL CURIOSITY

7 EL CURIOSITY TROBA UNA ROCA AMB FORMA D'OS

La NASA ha hagut de donar explicacions sobre una imatge publicada, de les que pren diàriament Curiosity, i que ha causat enrenou a la xarxa. Han estat molts els usuaris que han vist el que sembla ser un os a la fotografia -- concretament un fèmur - encara que l'agència espacial assegura que es tracta d'una roca amb aquesta forma.

L'afirmació errònia que s'havia trobat un os a Mart va aparèixer per primera vegada en el bloc 'OVNI' i va ser ràpidament recollit pels mitjans de comunicació nord-americans.

Tant és així, que la NASA va haver de desmentir el que s'estava publicant. "Aquesta roca pot tenir la forma de l'os fèmur, però no es tracta de restes fossilitzades d'un marcià misteriós", ha declarat en un comunicat.

"Els membres de l'equip de missions científiques de la NASA coincideixen que aquesta forma és conseqüència de l'erosió, ja sigui com a conseqüència del vent o de l'aigua", continua el text.

El rover Curiosity ha trobat evidències que Mart va ser una vegada un lloc habitable, en el passat, però no hi ha evidència que les criatures fossin prou grans com per a deixar un os al planeta.

"Si alguna vegada va existir vida a Mart, els científics esperen que siguin formes de vida simples, microbis", han explicat a 'Space.com' funcionaris de la NASA.

Segons la seva opinió, "Mart no ha tingut prou oxigen en la seva atmosfera per donar suport organismes complexos". "Així que no és probable que hi hagi grans fòssils al planeta", han conclòs.



Roca amb forma de fèmur

Aquestes són unes de les gestes més importants que ha fet el *curiosity* des que va ser enviat a Mart.

8 Conclou que Mart va poder haver albergat vida

La NASA va anunciar que Mart va tenir condicions adequades per a la vida, segons les primeres anàlisis realitzades a la mostra de roca recollida pel rover Curiosity. Concretament, els científics van identificar sofre, nitrogen, hidrogen, oxigen, fòsfor i carboni en les mostres de la roca trepada per Curiosity a la superfície marciana.

9 Descobreix un antic llit de curs d'aigua

El robot Curiosity va trobar nous indicis que alguna vegada hi va haver aigua a Mart. El rover va fer fotos de diversos còdols de superfície llisa i rodona, molt similars als que es veuen en les lleres dels rius de la Terra. Amb això, els científics van trobar proves que l'aigua va fluir per la seva superfície fa diversos milions d'anys.

10 Perfora i analitza la seva primera mostra recollida a Mart

Aquesta era la primera vegada que un robot perforava a la roca de Mart per recollir una mostra, va anunciar la NASA. Aquest va ser una nova fita per a Curiosity, ja que si bé els seus predecessors havien llimat algunes roques per obtenir mostres, era la primera vegada que un robot realitzava una perforació per aprofundir en l'interior del planeta vermell.

11 Completa el seu primer quilòmetre a Mart

Curiosity completa el seu primer quilòmetre sobre la superfície de Mart, el que li ha portat dues setmanes, per explorar les capes més baixes en les que podria haver indicis de vida passada. Els experts van explicar que el Curiosity avançava amb lentitud però "amb pas ferm" tenint en compte que es tractava d'un altre planeta i que hi havia zones del terreny, encara desconegudes per a l'home, que havia de trepitjar.

12 Envia el seu primer autoretrat des de Mart

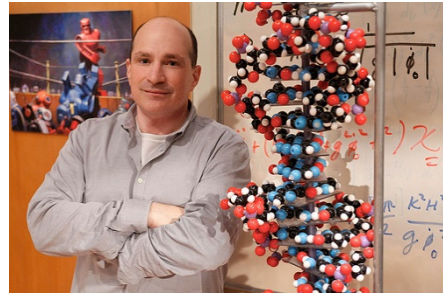
El robot va enviar el seu primer autoretrat des de Mart on, a gairebé tres mesos de la seva arribada al cràter Gale, ensumar per primera vegada l'atmosfera i no va trobar traces de metà. La NASA va distribuir 55 imatges d'alta resolució preses per la càmera col·locada a l'extrem del braç robòtic.



10. ENTREVISTES

10.1 DAVID SALTZBERG

Saltzberg treballa a *The Big Bang Theory* com a assessor científic, responent les preguntes dels escriptors i inclús de vegades escrivint part dels guions, ajudant els actors i molt més.



Vaig intentar contactar amb aquest professor sense masses expectatives de rebre una resposta, però em va sorprendre, em va respondre l'entrevista amb una amabilitat exemplar.

Continuo amb la entrevista, està en anglès ja que com he dit és un professor americà.

QUESTIONS ABOUT MY PROJECT

1. Biography and your recent studies (do not need too long)

I started with physics as a youngster reading books by Isaac Asimov and his essays on science in "Fantasy and Science Fiction Magazine". I was more interested in the science there than the stories. When I was eventually ready I studied physics in high school, college and graduate school. I went to CERN after I finished graduate school, then one of the two meccas for particle physicists. After a few years I was invited by UCLA to be a professor where I teach and chase after a few research projects.

2. What do you think about the show "The big bang theory"?

I love it, of course. By the way, it is not just Smart about physics. The writers add a lot of things about history, philosophy and other subjects I hope people learn about in between the laughs.

3. Do you watch the sitcom?

I have seen every episode. The production team shows the previously taped episode to the live studio audience the next week just before the live taping of the next episode. So the audience gets to see an episode that has never been

aired. And the rest of us, the cast and crew, sit and watch it on the monitors, often the first time we see it as well.

4. What do you think about Sheldon's personality? All physicists are similar?

I would like to be friends with Sheldon. He has a really good heart under his prickly exterior and is very interesting. Some physicists are like Sheldon and many are different in their own way. I think you will find Sheldon's in all professions and other interesting people in all professions, not just physics.

5. How did you start studying physics?

(see above)

6. What is your idea about the string theory?

A lot of people smarter than I am are betting their lives on it. So if they think it is worthwhile I wish them the best. It is hard for them because they do not have much experimental guidance which historically has helped science along. But if they succeed they have solved a few of the biggest questions in the Universe. I am happy to give them space to work and see what they come up with.

7. I include in my project some pages of astrophysics, could you tell me something about the space?

Much of what we learn about fundamental physics these days comes from astronomical observations, where we can look back and see radiation from just after the big bang. We can receive higher energy particles than can be made at any man-made accelerator, and the distances involved sometimes serve us well for studying fundamental physics. And even beyond fundamental physics questions, there are a lot of interesting objects to look at. They are finding Earth-like planets around other stars and maybe soon they will find evidence for life on one of them.

8. Why did you accept to participate in the sitcom? How was the experience?

They asked for help when they were getting started and found me through a friend of a friend of one of the producers. I was happy to help them get the science right which gives a boost to current and future physicists who watch the show. The last eight years have been wonderful. The writers and everyone else have been very kind to me and I have learned a lot about a very different world, which is also not so different from physics.

9. If you want to include any interesant information I appreciate it very.

Comedy is also an empirical effort, just like physics. You can think a joke is funny but ultimately the people laugh or they don't.

TRADUCCIÓ EN CATALÀ

1. Biografia i els teus estudis recents (no necessiten massa extens)

Vaig començar amb la física de jove amb llibres d'Isaac Asimov i els seus assajos sobre la ciència en "Fantasia i Ciència Ficció Magazine". Està clar que jo estava més interessat en la ciència que en les històries. Quan vaig estar llest vaig estudiar física a l'escola secundària, la universitat i a l'escola de postgrau. Vaig anar al CERN després d'acabar l'escola de postgrau, llavors una de les dues meques per als físics de partícules. Després d'uns anys vaig ser convidat per la UCLA per ser professor. En aquesta universitat faig classes i ajudo en alguns projectes d'investigació.

2. Què pensa vostè sobre la sèrie "La teoria del Big Bang"?

M'encanta, és clar. Per cert, no només ensenya física. Els autors afegeixen un munt de coses sobre la història, la filosofia i altres matèries. Espero que la gent aprengui entre rialles.

3. Vostè veu la comèdia?

He vist tots els episodis. L'equip de producció mostra l'episodi prèviament gravat a l'audiència en viu la setmana abans de l'enregistrament en viu del

proper episodi. Així que el públic arriba a veure un episodi que mai s'ha emès. I la resta de nosaltres, l'elenc d'actors i l'equip, seiem i la veiem en els monitors..

4. Què opines sobre la personalitat de Sheldon? Tots els físics són similars?

M'agradaria ser amic de Sheldon. Ell té un bon cor sota el seu exterior espinós i és molt interessant. Alguns físics són com en Sheldon i molts són diferents en la seva manera de ser. Crec que trobareu Sheldon en totes les professions i altres persones interessants en totes les professions, no només en la física.

5. Com vas començar a estudiar física?

(Vegeu més amunt)

6. Quina és la seva idea sobre la teoria de cordes?

Un munt de gent més intel·ligent que jo inverteixen les seves vides en ella. Així que si pensen que val la pena jo els desitjo el millor. És difícil per a ells perquè no tenen molta orientació experimental que històricament ha ajudat al llarg de la ciència. Però sí tenen èxit, perquè han resolt algunes de les preguntes més grans en l'Univers. Estic feliç de donar-los espai per treballar i veure el que passa.

7. incloc en el meu projecte algunes pàgines de l'astrofísica, podria vostè dir-me alguna cosa sobre l'espai?

Gran part del que aprenem sobre la física fonamental en aquests dies prové d'observacions astronòmiques, podem mirar enrere i veure la radiació des de just després del Big Bang. Podem rebre partícules d'energia més alta de la que es pot creac en qualsevol accelerador fabricat per l'home, i les distàncies de vegades ens serà molt útil per a l'estudi de la física fonamental. I fins i tot més enllà de les qüestions fonamentals de la física, hi ha una gran quantitat d'objectes interessants a veure. Estan trobant planetes similars a la Terra al voltant d'altres estrelles i potser aviat trobaran evidència de vida en un d'ells.

8. Per què va acceptar participar en la comèdia? Com va ser l'experiència?

Els van demanar ajuda i em van trobar a través d'un amic, tant amic meu com d'un dels productors de la sèrie. Jo estava feliç d'ajudar a difondre la ciència i donar impuls als físics actuals i futurs que veuen el xou. Els últims vuit anys han estat meravellosos. Els escriptors i tots els altres han estat molt amables amb mi i jo he après molt sobre un món molt diferent, que tampoc és tan diferent de la física.

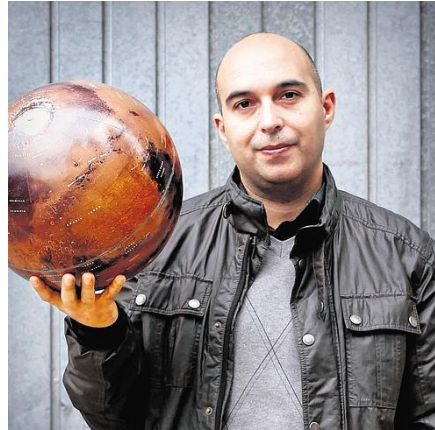
9. Si voleu incloure qualsevol informació interessant ho agraeixo.

La comèdia és també un esforç empíric, igual que la física. Tu pots pensar que una broma és divertida però a la llarga la gent riu o no.

10.2 JOSÉ VICENTE DÍAZ

1. Currículum, estudis i formació professional (pot incloure qualsevol fet important relacionat amb els seus estudis).

Soy Licenciado en Física por la Universitat de València, Máster oficial en Teledetección por la Universitat de València y Máster en Astronomía y Astrofísica por la Universidad Internacional Valenciana. Mi trabajo final de Máster en Astrofísica trató sobre la distribución y caracterización de los cuerpos menores en el Sistema Solar, y el trabajo final de Máster en



Teledetección sobre los aerosoles “Validation of MODIS aerosol optical depth over the Mediterranean Coast” que se expuso el trabajo en la *EGU General Assembly 2013* en Austria. Soy miembro de SOMYCE (Sociedad de Observadores de meteoros y cometas de España) llevo actualmente las redes sociales de la sociedad. También soy miembro de la Real Sociedad Española de la Física en la que soy vocal en el grupo de Física de la atmósfera y de los océanos. Actualmente trabajo en mi propia empresa dedicada a la divulgación de la astronomía “Experiencias Astronómicas”: josevicentediaz.wordpress.com. Y soy uno de los preseleccionados para la misión a Marte que organiza Mars One para el año 2024.

2. Expliqui quin és el projecte en el qual està preseleccionat actualment

Estoy preseleccionado como astronauta para la misión a Marte que organiza la fundación Holandesa Mars One. De 200.000 candidatos actualmente solo quedan 600, este mes en enero tengo una entrevista con la organización para saber si paso ronda. El proyecto consiste en conseguir el primer asentamiento humano en otro planeta, en este caso Marte, desde 2018 y cada dos años se irá enviando material a Marte que robots irán montado, en 2024 llegarán los primeros 4 humanos que vivirán en otro planeta.

3. Creu que es podr  dur a terme?

S , creo que se podrá llevar a cabo, hay que ir viendo sí se van cumpliendo los plazos, la primera misión es en 2018. Las misiones al espacio son complicadas y siempre pueden surgir inconvenientes, pero el proyecto es viable y tan solo es necesaria m s implicación de la comunidad científica y seguro que se consigue, no se s  en 2024 pero si en la década de los 20.

4. Es pot anar a Mart i tornar o és un viatge d'anada?

Es solo un viaje de ida, no hay retorno. Con la tecnología actual es lo más cómodo, no hay naves muy grandes son pequeñas y con poco combustible, además hay radiaciones muy importantes en el espacio interplanetario que afectan a los tripulantes (radiación cósmica y el viento solar), por tanto recibirlas dos veces (ida y vuelta) puede ser letal, por tanto lo más fácil es quedarse all .

5. Es veu preparat per al projecte?

S , me veo preparado e ilusionado, pero es muy difícil llegar tan lejos, con ser uno de los 600 que quedan ya estoy muy contento, es muy complicado llegar a ser uno de los elegidos, pero lo intentar .

6. Per qu  va decidir participar en aquest projecte?

Me pareció muy interesante que por fin después de más de 40 años del primer viaje a otro mundo (la Luna) se quiera llegar a otro planeta, y yo quise participar en un evento tan importante.

7. Coneix la s rie "The Big Bang Theory"? Podria donar-me'n una opinió?

Me parece una serie muy simpática y divertida, y se habla de ciencia cosa que no est  mal, lo único que no me gusta es que se cree la imagen de que los

científicos somos unos frikis, somos gente normal, con una profesión diferente pero con los mismos gustos que los demás. Vale... a mi también me gusta Star Wars... jaja pero no soy tan Friki como los de la serie. Pero me encanta, la veo siempre que puedo

8. Coneix la teoria de Cordes? Me'n podria dir alguna cosa?

Sí conozco la teoría, es una nueva idea para explicar las partículas (según la teoría las partículas serian estados vibracionales de otros objetos más extensos), pero aún no existe la matemática suficiente para poder demostrarla. De momento es solo una teoría, tiene muchos detractores.

9. Quin creu que es el model més encertat per explicar el funcionament de tot l'univers?

El actual modelo es el más preciso (modelo del Big Bang), según este el Universo se está acelerando y es plano. Lo acelera la llamada energía oscura (que está por descubrir), esto de que se acelere lo hace la energía oscura, se supone que se debería parar y por su propia gravedad volver a su estado inicial, pero no es así cada vez se acelera más.

10. Coneix alguna curiositat relacionada amb els transbordadors espacials i la vida dels astronautes al espai?

No conozco curiosidades de los transbordadores, de los astronautas al espacio sí. Te puedo contar la más curiosa, los astronautas no están en microgravedad en el espacio, están cayendo continuamente. Los astronautas de la ISS (estación espacial internacional) que ves como flotan, no es que floten están cayendo continuamente, es como sí estuvieran en una montaña rusa, les cuesta mucho acostumbrarse a eso.

11. Creu que algún dia podrem viure a la Lluna? Per què?

No creo que se pueda vivir en la Luna, en la Luna no hay atmósfera y no frena toda la radiación dañina para la vida, además hay continuos impactos de meteoritos. En el único lugar donde se podría estar en la Luna sería en alguna cueva volcanica que hay muchas en la Luna, pero con una protección extrema pues no tiene atmósfera y las temperaturas son terribles.

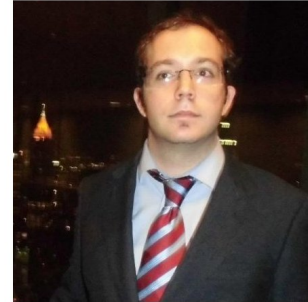
12. Quin era el seu somni de petit?

Mi sueño de pequeño era ser astronauta y viajar por el espacio. Por eso estudié Física y Astronomía.

10.3 ROGER LASCORZ

Em podries resumir el teu currículum?

Vaig fer Física a la Universitat de West George amb una nota de 3,94/4. He fet Enginyeria Aeroespacial a la Georga Tech amb una nota de 3,7/4, vaig començar als 16 anys, ara en tinc 21. Ara estic fent el doctorat de aeroespacials.



Estàs involucrat en algun projecte actualment?

A un de la NASA, aquesta associació va decidir formar grups d'estudiants excel·lents de diferents universitats per a investigar.

En general la gent pensa que investigar l'espai no serveix per a res, però per exemple la tecnologia que s'utilitza per als mòbils es va trobar d'una recerca que van fer dels forats negres, escàners que utilitzen pels càncers de mama es van desenvolupar a partir de filtres que es van crear per fer les imatges de l'espai més nítides, és a dir la tecnologia que s'utilitza per l'espai després són utilitzades per tothom.

El que estem intentant és trobar la manera que anar a l'espai sigui viable econòmicament, tot i que els plans que estem fent serien com a molt aplicables d'aquí a 10 anys.

Llavors el que estem fent és localitzar un esteroide i intentar-lo portar a la terra, és a dir, extreure minerals i tornar-lo. El que volem és intentar tirar un asteroide de l'univers al mar, però clar presenta un problema per si estalla contra un continent.

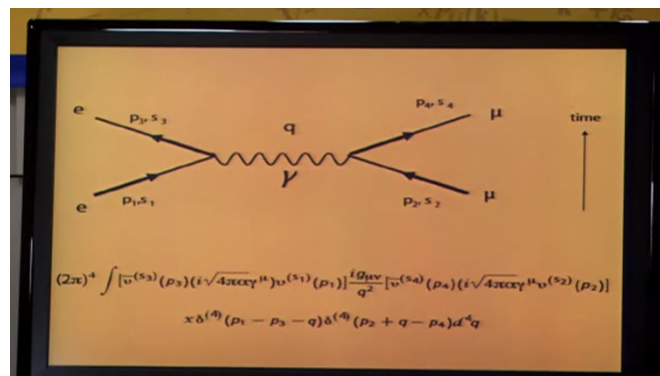
Bàsicament el que estic fent jo per la NASA és intentar trobar la manera de fer dels asteroides un negoci.

Que en penses de la sèrie?

Està molt bé, diuen coses molt interessants que potser no és bona a vegades però que són interessants per exemple una curiositat és que el comportament d'en Sheldon que és físic i se'n fot d'en Howard, enginyer, és habitual.

I també hi ha una forta diferència entra els professors que tenen doctorat i els que no en tenen, per exemple un professor doctorat cobra més i aquest pot arribar fins a 15 minuts tard a classe i un que no té doctorat només 10.

Té relació el diagrama de Feynman i la integral?



No és correcta la resposta, el gràfic representa les interaccions de partícules.

El que s'ha de vigilar quan parles de les interaccions és no violar cap llei de la naturalesa, les interaccions de les partícules són com llençar daus, és poc probable que en llencis 3 i donin tots 6 però és possible, si demostres que són possibles ja en tens prou,

La integral no té res a veure amb el gràfic.

Quina opinió tens de la teoria de cordes?

Bé, a la universitat ho hem fet molt bàsic. L'únic que et puc explicar bàsicament és que és efectivament una teoria, que no és com la majoria de teories que et diuen que són teories perquè no s'han pogut demostrar del tot, com per exemple la gravetat que encara la quantifiquen com a teoria perquè no l'han pogut demostrar.

Bàsicament la teoria de cordes es basa en assumir que totes les partícules a nivell més baix són com a cordes que vibren a diferents freqüències, llavors tu fas una demostració matemàtica de que això podria ser veritat i et diu que és possible. És una teoria que no es pot provar ni desaprovar, és a dir, depèn de tu si te la vols creure.

Hi ha un capítol en què envien un raig a la lluna, que me'n podries dir?

Aquí ha arribat la controvèrsia sobre si es veritat que van arribar els astronautes a la lluna. Una de les poques maneres que tenen de demostrar-ho és que quan van anar a la lluna van tenir la bona idea de deixar uns miralls molt petits, llavors hi ha un observatori científic que tenen la feina de agafar un làser i vigilar la distància de la lluna i la Terra i com evoluciona.

Els el que fan és llançar un raig al mirall i en el temps que tu ni te n'adones perquè passa molt ràpid ells ho mesuren i veuen com canvia aquesta distància entre la Terra i la lluna.

Però com que la Terra va girant és difícil que el raig làser doni al mirall, no?

És clar, només poden fer aquest experiment quan la Terra i la lluna estan totalment alineats.

Parlem una mica de física espacial i tot el relacionat amb els astronautes

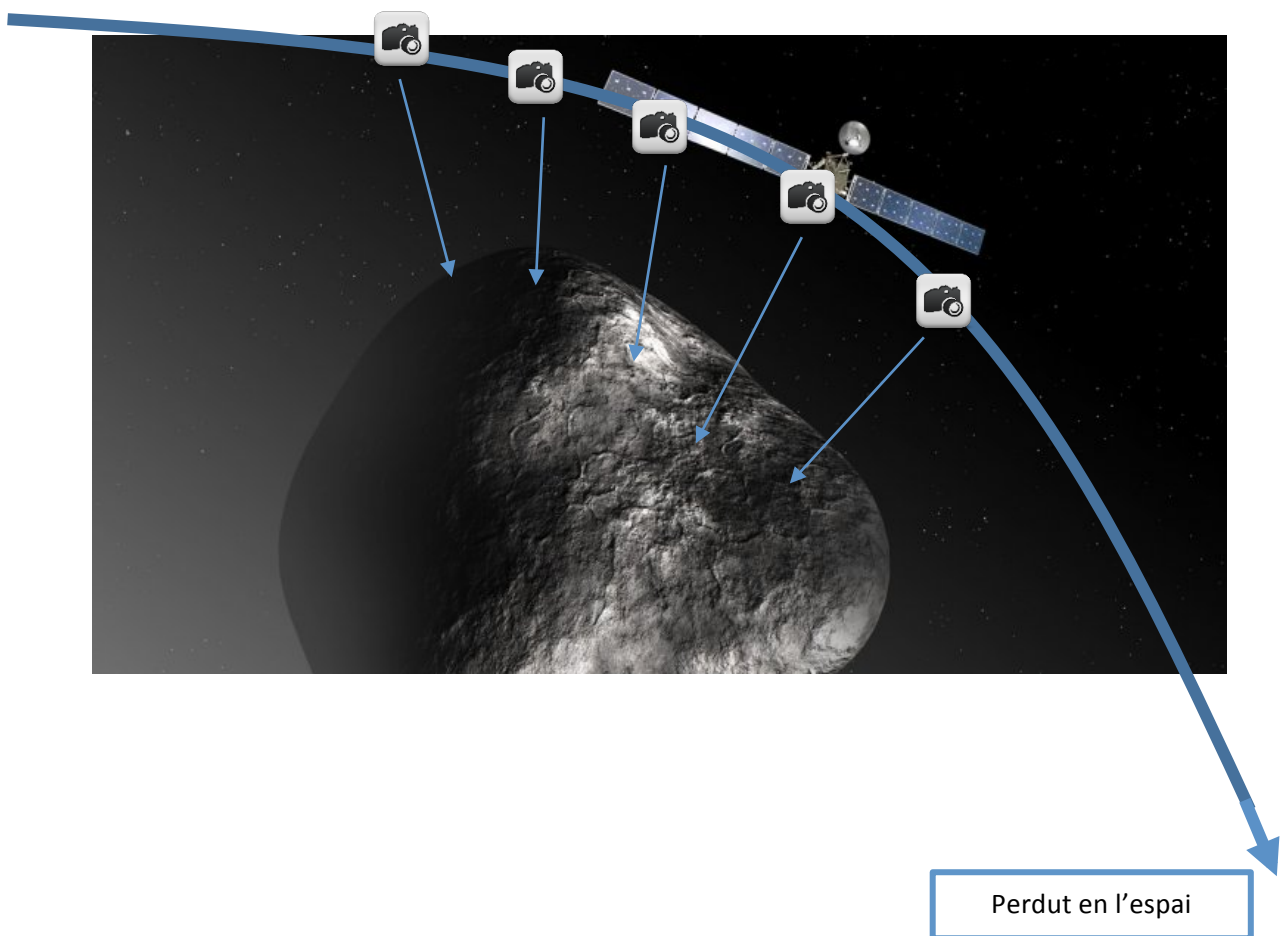
Tornant al tema dels asteroides i de l'univers, Mart té dues llunes, que no són com la nostra lluna que és perfecta, sinó que són dos asteroides atrapats per la gravetat.

Llavors, el problema que tu tens de anar a un planeta i tornar és que quan tu arribes al planeta no portes casi coses perquè treure coses de la Terra costa molt, llavors si tu arribes a Mart i vols tornar has hagut de portar suficient fuel com per poder tornar, és un malson però no crec que passi això i que ho veiem, anar a Mart sí, que tornin no, sempre va en una direcció, com per exemple del curiosity que es va estacionar a la lluna:



Llavors van pensar en una solució que era ficar-se en una de les dues llunes de Mart, i mentre va orbitant poden anar mirant el planeta, aquest asteroide té micra gravetat que no coneixem massa bé i amb això ho podríem estudiar.

El que feien abans per estudiar aquest planeta per exemple era, fins fa relativament poc, enviaven una sonda des de la Terra que feia una trajectòria semblant a la del dibuix, i aquesta sonda no entrava en òrbita, el que feia era fer fotos durant la trajectòria i això és perdía enviant les fotos, però bé, ara ja poden entrar en òrbita.



El que estan pensant ara de fer és enviar una tripulació a Mart, que entressin en òrbita, en un espai molt petit, observar Mart i tornar, sense aterrar mai perquè si aterres ja no pots tornar.

En Howard, que és l'enginyer i el que treballa per a la NASA que fa un vàter espacial. Em sabries dir qualsevol cosa relacionada amb la vida als transbordadors o alguna curiositat?

Tu pensa que hi ha astronautes que els agafen per ser llestos i altres per la seva condició física. Quan estàs a l'espai sents una força de gravetat cinc vegades superior, això no ho aguanta qualsevol, per tant hi ha molts científics bons que no ho podrien aguantar.

En concret, el fet que el lavabo és trenqués pot ser degut a dos motius: o que no el dissenyés bé o que les vibracions que hi ha quan vas cap amunt el vagin trencant, és a dir, que es trenqués pujant.

També he fet una entrevista a un astrofísic que està pre seleccionat per a fer una expedició a Mart al 2024, com ho veus?

Jo no m'hi apuntaria, ho veig inviable per al 2024, i si et diuen el contrari t'estan enganyant, no tinc clar que hi puguin arribar vius perquè hi ha forces invisibles, existeix la radiació, la gent no hi pensa perquè a la Terra estem molt protegits però jo quan dissenyava satèl·lits per anar a altres planetes és el que porta més mal de cap, perquè no sé quanta protecció per a la radiació he de donar, pensa que són components electrònics.

Tu pot ser que enviïs una persona a Mart i mori per càncer, o pot ser que torni i després mori per càncer, això està demostrat ja que hi ha una proporció més alta de la normal d'astronautes que pateixen càncer.

D'aquí a Mart no està ben estudiada la radiació que t'emportaries, tampoc no està ben investigat l'efecte d'aquesta radiació, també depèn del comportament del sol, és a dir, no està ben clar. I si arribes a Mart tampoc pots estar fora ja que no té un camp magnètic com el de la Terra, t'emportaries molta radiació, el que estan pensant de fer a Mart és colònies subterrànies fetes per perforadores semblants a les del dibuix

Superfície de Mart



I treure aquesta perforadora de la Terra costaria molt, hauria d'estar programada i sense gent que aniria més tard i hauria de quedar-se a Mart per sempre.

He investigat i he vist que tu i un grup d'estudiants més heu muntat una empresa. En què consisteix?

Amb un grup de companys ens vam adonar que els restaurants perdien molta facturació i vam dissenyar aquest dispositiu que serveix per tu veure el menú, tot el menjar amb fotos, pots demanar des de la taula, hi ha jocs per als nens, pots pagar, t'estalvies la comissió que et cobra el banc i per tant guanyem diners i a tu no et costa gaire.

Moltes coses que he après estudiant els satèl·lits també ens serveixen per això, ja que això és com un mini satèl·lit, ha de tenir suficient energia, has de poder transmetre totes les dades bé, no es pot escalfar ni refredar massa i per tant és un projecte interessant.

Hem guanyat el primer premi de la URV, el primer de Tarragona Impulsa, estem aixecant força i ara el que busquem és un inversor

Projectes de futur?

A mi m'agradaria molt dedicar-me a la investigació, i encara no tinc molt clar si em ficaré de cap d'un projecte en una d'aquelles empreses privades que treballen per l'espai. El que jo sempre he volgut fer és per la NASA, o fer de professor de l'universitat que allà el que fan és una assignatura al semestre i la resta de temps se'l passen al laboratori amb estudiants de màsters fent experiments, i a mi fer experiments i simulacions m'agrada molt, utilitzant un programa que es diu inventor (en 3D).

11. CONCLUSIONS

- Per començar, puc dir que he verificat que la sèrie dóna continguts físics reals i verificats per un professor de física que es diu David Saltzberg, aquest era un dels objectius que em plantejava al principi. No obstant això i com comentava a l'entrevista amb en Roger Lascorz, he vist que hi ha una errada a la sèrie: quan organitzen el concurs de física, la integral i la fórmula no tenen res a veure.
- Una altra conclusió que trec del treball és que he aconseguit entendre més la sèrie, és a dir, hi havia vegades que quan mirava la sèrie no entenia alguns conceptes o certes bromes que feien relacionades amb la física, i ara, un cop tornada a veure la sèrie i havent buscat tota la informació necessària, entenc la majoria d'elles. Per exemple l'efecte Doppler, si que en tenia alguna idea però no sabia exactament el que era.
- En els objectius també em proposava veure quins eren els hàbits d'estudi de científics de tant alt nivell, i veient la sèrie vaig veure que ells dediquen tot el dia a estudiar, tant a casa com a la universitat on investiguen cadascú en el seu camp.
- He provat en repetides ocasions intentar reproduir algun dels experiments (per exemple la creació d'un braç biònic) que fan els personatges de la sèrie, però ho vaig trobar impossible perquè els instruments del que disposen ells no estan al meu abast. En comptes de això vaig decidir contactar amb personalitats importants d'intel·ligència similar a la dels protagonistes. Per això vaig contactar amb en Roger Lascorz (un físic i enginyer aeroespacial amb 21 anys), en José Vicente Díaz (un astrofísic valencià pre seleccionat per anar a fer una expedició a Mart al 2024), també vaig contactar amb en David Saltzberg, el físic encarregat de revisar si la física de la sèrie és correcta (més o menys el que he intentat fer jo però, evidentment, a un altre nivell) i per últim amb en Stephen Hawking, que apareix a la sèrie, però vaig veure a la seva web oficial que no tenia correu per preguntes ja que no disposava de temps lliure per contestar-les.

Remarco l'entrevista que li vaig fer a en David Saltzberg ja que és un professor americà que ha decidit dedicar-me una mica del seu temps tot i tenir-ne poc ja que és professor en dos universitats. Apart de respondre'm les preguntes, com podem veure en els correus, es va interessar en el meu treball i fins i tot va voler saber on estudiava i quin curs estava fent. Això demostra la gran amabilitat que tenen els físics, ja que les tres persones a les que vaig entrevistar em van tractar de la millor manera possible i em van ajudar en tot el que necessitava.

A partir de les entrevistes que he anat fent i els blogs que he anat consultant he pogut veure que la majoria de gent troba molt interessant aquesta sèrie i la mira dia a dia. Tot i així, també n'hi ha que no troba correcte que es mostri aquesta imatge dels físics, frikis que no surten de casa i no tenen cap vida social, com diu en José Vicente Díaz a la seva entrevista.

També he de dir que he gaudit molt fent aquest treball ja que jo era fan de la sèrie i amb aquest treball encara m'hi he enganxat més. Trobo perfecte que hi hagi sèries que a més d'entretenir els seus seguidors ensenyin continguts científics, i és per això que vaig decidir, amb l'ajuda del meu tutor, fer aquest treball.

Finalment he de dir que amb aquest treball he descobert el món de l'astrofísica, fins ara desconegut per a mi, m'ha entusiasmat i qui sap si en un futur serà el camp de la física en el qual m'especialitzaré.

També he fet un taller de física de física a Barcelona organitzat pel CERN que em va fer descobrir el món de la física de partícules.

12. WEBGRAFIA

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/>

<http://francescserrat.wordpress.com/2010/07/01/que-es-la-teoria-de-cordes/>

<http://www.ecm.ub.es/~ariadna/Recerca/TeoriaDeCordes.pdf>

<http://personajes.lanacion.com.ar/1628125-quien-es-el-fisico-detras-de-the-big-bang-theory>

<http://www.tvnotas.com.mx/2013/10/19/C-55104-el-fisico-detras-de-las-bromas-de-the-big-bang-theory.php>

<http://lahoracero.org/bazinga-the-big-bang-theory/>

<http://www.taringa.net/posts/ciencia-educacion/10908844/Teoria-de-las-cuerdas-Para-saber-de-que-habla-sheldon.html>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Gravedad#Introducci.C3.B3n>

http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/conceptos-basicos/iv.-electromagnetismo

<http://www.nodo50.org/arevolucionaria/masarticulos/febrero2004/cuatrofuerzas.htm>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Quark>

http://www.profesorenlinea.cl/fisica/sonidoEfecto_Doppler.htm

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/ondas/doppler/doppler.html>

<http://www.antena3.com/temas/noticias/curiosity-1.html>

13. STEPHEN HAWKING

Dedico un apartat a aquest gran científic ja que és un dels més rellevants avui dia en el camp de la ciència i aprofitant que surt a la sèrie en diré quatre coses.

A més s'han de tenir en compte les col·laboracions que ha fet aquest gran científic a “*The Simpsons*” i *Star Trek*.



Stephen William Hawking CBE (Oxford, 8 gener de 1942) és un físic, cosmòleg i divulgador científic del Regne Unit. És l'actual titular de la Càtedra Lucasiana de Matemàtiques (Lucasian Chair of Mathematics) de la Universitat de Cambridge i és membre de la Reial Societat de Londres, de l'Acadèmia Pontifícia de les Ciències i de l'Acadèmia Nacional de Ciències d'Estats Units. Entre les nombroses distincions que li han estat concedides, Hawking ha estat honrat amb dotze doctorats honoris causa i ha estat guardonat amb l'Ordre de l'Imperi Britànic (grau BCE) el 1982, amb el Premi Príncep d'Astúries de la Concòrdia el 1989 i amb la medalla Copley el 2006.

Stephen Hawking s'ha vist molt més arrogant i condescendent que Sheldon, ja que a *The Hawking excitation* Stephen li va fer mostrar el seu error a Sheldon en un projecte on explicava la possibilitat que el bosó de Higgs sigui un forat negre. Sheldon en adonar-se del seu error es desmaia per haver-li lliurat el seu treball equivocant al seu ídol, Hawking. Aquest li respon: "Genial, un altre dèbil".

14. AGRAÏMENTS

Agraeixo al meu tutor Jesús Pascual que em va donar la idea principal del treball i per haver-me ajudat a dur-lo a terme

Sobretot agraeixo moltíssim l'ajuda de les tres persones a les que he fet una entrevista (Roger Lascorz, Jose Vicente, David Saltzberg). Com he dit a les conclusions, no tenien cap obligació d'ajudar-me i ho van fer sacrificant el seu temps lliure. mai oblidaré aquesta col·laboració, espero seguir els vostres passos i ser un físic exemplar.

Espero que aquesta recerca sigui la primera de moltes.

15. ANNEX – ENTREVISTES

15.1 DAVID SALTZBERG

Project Recibidos x

Manel Gil Sorribes <manelgiso@gmail.com> 7 de ene. (hace 12 días) ☆ ↶ ↷

para saltzberg

Hi David

I'm Manel Gil Sorribes an spanish student, I'm doing a project about the sitcom "The big bang theory" and I know that you are involved on it. I admire you very much and I thought to do you some short questions to add to the project, if you could answer them I will be very grateful, thanks for your time and sorry for my english. herewith questions

Looking forward to your response
Thanks for your time

Manel Gil Sorribes, your follower

David Saltzberg <dvd.sltzbrg@gmail.com> 7 de ene. (hace 12 días) ☆ ↶ ↷

para mí

Dear Manel,
Thank you for reaching out and being such a fan. I can reply but my answers will necessarily have to be short since I am double-teaching right now. Before I respond, I just want to check that this will not be published or posted online. If it will, then it would require special approval from the show's production office.
Best Regards,
David Saltzberg

Manel Gil Sorribes <manelgiso@gmail.com> 7 de ene. (hace 12 días) ☆ ↶ ↷

para David

Hi David
Thanks for participating in my project, I'm delighted .
This is just to complete a school project, I won't publicate online.
Thanks for all
Your follower
Manel Gil Sorribes
If you have any interesant information please add to the questions.
El dia 07/01/2015 19.02, "David Saltzberg" <dvd.sltzbrg@gmail.com> va escriure:

David Saltzberg 8 de ene. (hace 11 días) ☆ ↶ ↷

para mí

inglés > danés Traducir mensaje Desactivar para: inglés x

Dear Manel,
Good luck with your school project. I have attached my answers.
BTW, what level of school is this for? Are you in Spain? Good luck with your project.

The screenshot shows a Gmail interface. At the top, there's a Google search bar and a navigation bar with icons for back, forward, and other actions. The main content area displays an email from Manel Gil Sorribes to David Saltzberg, dated January 8, 2015. The email text reads: "Hi David Thanks for help me with the project, I'm so grateful. I'm doing 2nd of batxillerat in Reus, Tarragona , next year I will go to Barcelona to study physics at the university. Your fan Manel Gil". Below the email text is a reply box with the prompt "Haz clic aquí si quieres Responder o Reenviar el mensaje". On the left side, there's a sidebar with navigation options like "Recibidos (87)", "Destacados", "Importantes", "Enviados", "Borradores (5)", "Círculos", and "[imap]/Trash (26)". On the right side, there's a "Novedades" section and a "Usuarios (2)" section featuring David Saltzberg's profile. At the bottom, there's a status bar showing storage usage ("0,51 GB (3%) ocupados de 15 GB") and copyright information ("©2015 Google - Condiciones - Privacidad").

15.2 JOSÉ VICENTE DÍAZ

Treball de recerca Recibidos x

Manel Gil Sorribes <manelgiso@gmail.com> 15/12/14 ☆

para josevte.miuniv. ▾

Hola, sóc el Manel Gil Sorribes, un alumne que està cursant segon de batxillerat. Ara mateix estic fent el meu treball de recerca que va centrat en el tema de la física, he vist, buscant per internet, que vostè és un astrofísic reconegut mundialment.

Si pogués, m'agradaria poder enviar-li un seguit de preguntes i vostè, si tingué temps, respondre-les, preguntes relacionades amb aquest món de la astrofísica a la que dedico un apartat del treball. Magradaria poder incloure aquesta entrevista al meu projecte.

Si accepta, feu-m'ho saber, estaré encantat de rebre una resposta. Moltes gràcies,

Manel.

Jose Vte <josevte.miuniverso@outlook.com> 16/12/14 ☆

para mí ▾

español ▾ > danés ▾ Traducir mensaje Desactivar para: español x

Hola Manel, buenos días. Gracias por querer enviarme preguntas y aparecer en tu trabajo. Tengo que decirte que no soy un astrofísico reconocido mundialmente, ojalá, pero aun queda mucho para eso. Soy astrofísico y se me conoce porque soy uno de los preseleccionados para la misión a Marte de 2024, pero estamos aun en la ronda 2 y aun queda mucho. También soy miembro de SOMYCE, la Sociedad de Observadores de Meteoros y Cometas de España, pero solo a nivel nacional o incluso local se me conoce más. Encantado de participar en tu trabajo.

Un cordial saludo

Jose Vicente

Manel Gil Sorribes <manelgiso@gmail.com> 28/12/14 ☆

para Jose ▾

Hola,
Ho sento per haver-lo fet esperar tant, ja tinc les preguntes llestes, li adjunto. Moltes gràcies per ajudar-me amb el treball. Espero la seva resposta,
Manel Gil Sorribes.

El 16 de diciembre de 2014, 10:31, Jose Vte <josevte.miuniverso@outlook.com> escribió:

...

Manel Gil Sorribes <manelgiso@gmail.com> 6 de ene. (hace 13 días) ☆

para Jose ▾

Hola de nou,
Sóc el Manel, sento tornar-li a enviar un altre correu, el fet és que necessito les preguntes per aquesta setmana que és quan he de entregar el treball, no cal que siguin massa llargues les respostes, simplement és perquè le meu tutor vegi que he pogut contactar amb un astrofísic important.
Atentament, Manel Gil Sorribes

El 28 de diciembre de 2014, 20:58, Manel Gil Sorribes <manelgiso@gmail.com> escribió:

...

Google

+Manel

Gmail Más

REDACTAR

Recibidos (87)
Destacados
Importantes
Enviados
Borradores (5)
Círculos

[imap]Trash (26)
Personal
Viaje
Más ▾

Buscar contactos...
 ● Jordi Güell
 ● Ricard Arrufat Ar...
 CRISTINA LARIO...
 David Saltzberg
 joaquinlimonfort
 Jose Vte
 jpascua9
 manelgiso
 Radikalpaintball
 tsorrib

Jose Vte
para mí ▾
6 de ene. (hace 13 días) ☆

Hola Manel,

Menos mal que me lo has recordado, perdona por no enviártelo antes.
Un saludo y suerte con el trabajo

Jose Vicente

José Vicente Díaz Martínez
"Experiencias Astronómicas"
Móvil: 606882204
E-mail: josevte.miuniverso@outlook.com
Web: <http://josevicentediaz.wordpress.com/>

Q Antes de imprimir este mensaje, asegúrese de que es necesario. Proteger el medio ambiente está también en su mano.

Este mensaje se dirige exclusivamente a su destinatario y puede contener información privilegiada o confidencial. Si no es Ud. el destinatario indicado, queda notificado de que la utilización, divulgación y/o copia sin autorización está prohibida en virtud de la legislación vigente. Si ha recibido este mensaje por error, le rogamos que nos lo comunique inmediatamente por esta misma vía y proceda a su destrucción. Los datos personales que en esta comunicación aparecen, así como los que josevicentediaz.wordpress.com manejan de Ud. quedan sujetos a la legislación vigente en materia de protección de datos personales (Ley Orgánica 15/1999, de Protección de Datos de Carácter Personal). Puede solicitar quitar su nombre de la lista en cualquier momento enviando un mail a josevte.miuniverso@outlook.com con el siguiente asunto: "Darse de baja de la lista"

Date: Tue, 6 Jan 2015 19:36:17 +0100
Subject: Re: Treball de recerca

Google

+Manel

Gmail Más

REDACTAR

Recibidos (87)
Destacados
Importantes
Enviados
Borradores (5)
Círculos

[imap]Trash (26)
Personal
Viaje
Más ▾

Buscar contactos...
 ● Jordi Güell
 ● Ricard Arrufat Ar...
 CRISTINA LARIO...
 David Saltzberg
 joaquinlimonfort
 Jose Vte
 jpascua9
 manelgiso
 Radikalpaintball
 tsorrib

Jose Vte
para José ▾
6 de ene. (hace 13 días) ☆

Hola de nuevo
Muchas gracias por su colaboración. Espero que salga seleccionado para el proyecto y pueda cumplir su sueño de ser astronauta.
Le agradezco mucho su interés y que me haya prestado atención dedicándome un poco de su tiempo.

Atentamente
Manel Gil Sorribes

El 6 de enero de 2015, 20:18, Jose Vte <josevte.miuniverso@outlook.com> escribió:

Haz clic aquí si quieres [Responder](#) o [Reenviar](#) el mensaje