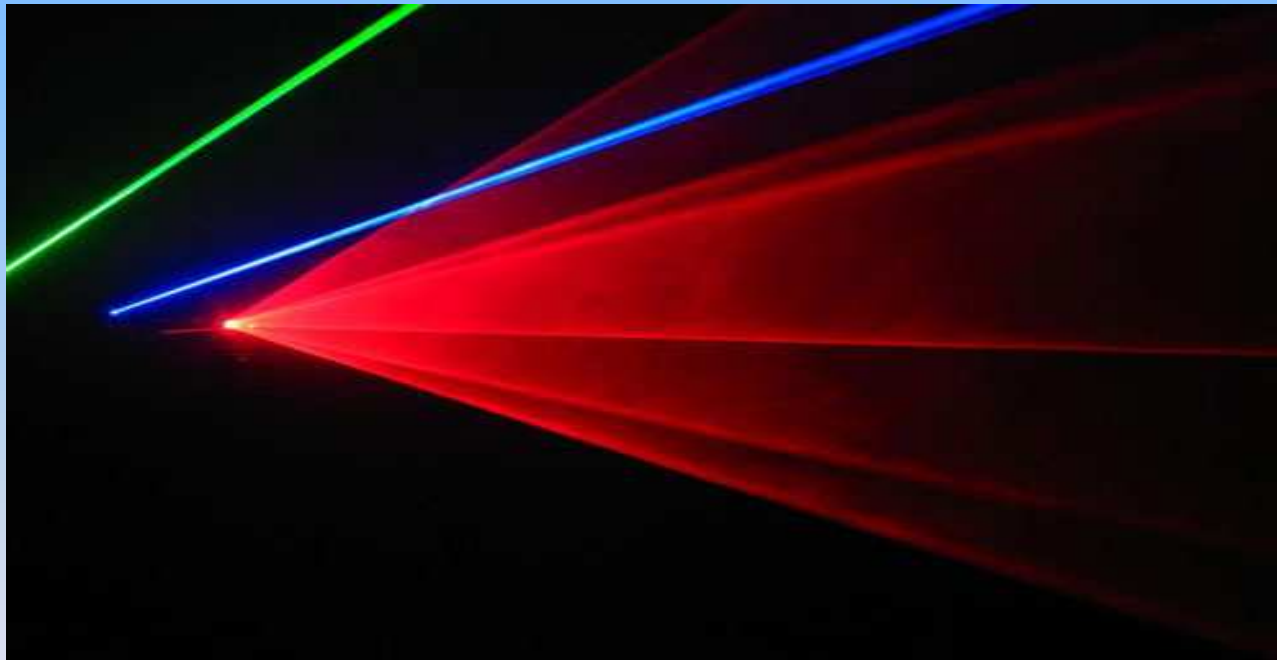


El làser: com es va descobrir? com ens afecta?

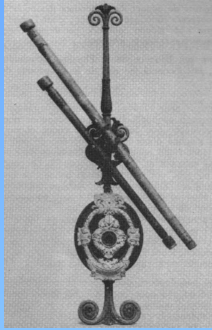


Santiago Vallmitjana

(Departament de Física Aplicada i Òptica, Universitat de Barcelona)

E-mail: santi.vallmitjana@ub.edu

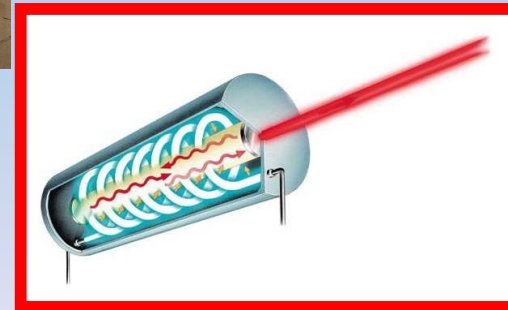
Un descobriment que ha marcat una fita en la Història de la Ciència i de la Tècnica



Telescopi



Microscopi



LÀSER

L'adveniment d'una font de llum sense precedents
ÉS una EINA multifuncional, multidisciplinar... omnipresent

Light **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation

L'**A**parició d'una **S**ensacional **E**ina **R**evolucionària

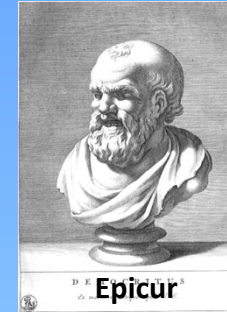
La prehistòria del làser

- Evolució de les teories sobre la llum

Les primeres teories

C. 460-270 aC

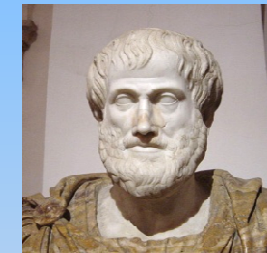
Demòcrit i Epicur: Teoria atomista de la llum, primera teoria corpuscular de la llum.



Epicur
(c. 341 – 270 aC)

384-322 aC

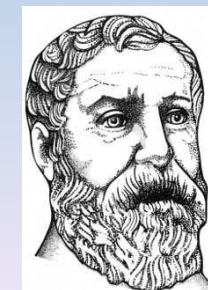
Aristòtil: obra *Física*, en que la llum no és matèria sinó una activitat misteriosa que arriba als ulls.



Aristòtil
(c. 384 – 322 aC)

C. 10-75

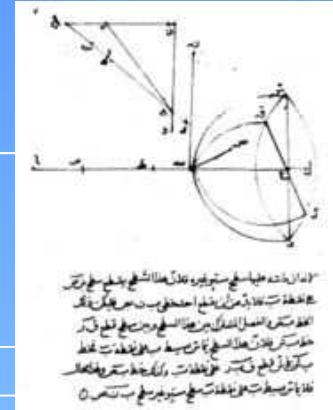
Heró d'Alexandria: *Catòptrica*, la reflexió de la llum suposant que aquesta viatja sempre pel camí més curt.



Heró d'Alexandria
(c. 10 - 75)

Al llarg de més d'un mil·lenni aquestes idees són totalment vigents, al ser compatibles amb les escasses dades disponibles.

$$\frac{\sin \varepsilon}{\sin \varepsilon'} = \text{cte.}$$



1621

Willebrord Snell descobreix experimentalment la llei de la refracció. Sembla que prèviament, l'astrònom i matemàtic àrab de Bagdad, **Ibn Sahl**, la va formular vers l'any **985**.

1637

René Descartes publica *Discours de la Méthode* on exposa la seva teoria de la llum, segon la que es transmet instantàniament per impulsos.

1662

Pierre de Fermat dedueix les lleis de l'Òptica a partir d'un supòsit general: el camí que segueix un raig de llum per desplaçar-se d'un punt a un altre és aquell per al qual el temps emprat és mínim.

1665

Isaac Newton amb el seu famós experiment suposa la llum formada per la composició de feixos de diferents colors i elabora la teoria corpuscular de la llum, publicada en *Opticks* el 1704.



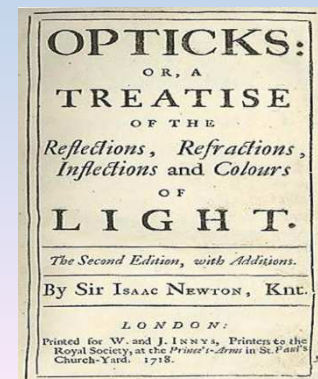
Willebrord Snell
(1580 - 1626)



René Descartes
(1596 - 1650)



Pierre de Fermat
(1601 - 1665)



Isaac Newton
(1643 - 1727)

1676

Ole Roemer s'adona que l'eclipsi de Io, satèl·lit de Júpiter, s'ha retardat 10 minuts respecte un eclipsi anterior en que la Terra estava més pròxima a Júpiter, demostrant que la velocitat és finita. No la calcula.

1690

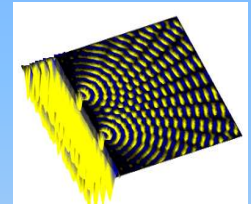
Christiaan Huygens exposa la seva teoria ondulatoria de la llum en el *Traité de la lumière*. Amb les dades de Roemer, calcula la velocitat de la llum en 220.000 Km/s

1729

James Bradley publica el descobriment i les mesures de l'aberració de la llum i avalua la velocitat amb un valor proper a 298.000 Km/s.

1801

Domini de l'òptica corpuscular durant tot el segle XVII. **Thomas Young** realitza l'experiment de la "doble escletxa", que posa de manifest la major naturalitat de les teories ondulatories per explicar-los.



1810

Étienne Malus descobreix la polarització de la llum, i presenta la Llei de Malus que relaciona el canvi d'intensitat segons l'angle relatiu entre polaritzador i analitzador. El mateix any, **Johann Goethe** publica *Zur Farbenlehre* sobre la teoria dels colors, rebutjant la teoria newtoniana de la llum.



Olaf C. Roemer
(1644 - 1710)



Christiaan Huygens
(1629 - 1695)



James Bradley
(1693 - 1762)



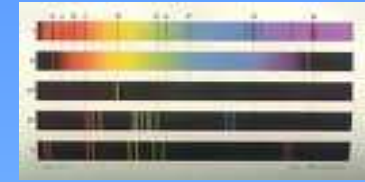
Thomas Young
(1773 - 1829)



Johann Goethe
(1749 - 1832)

1814

Joseph von Fraunhofer mesura la localització de més de 500 línies d'absorció de l'espectre de la llum solar.



1815

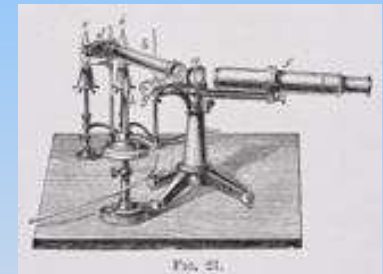
La publicació de les investigacions d'**Augustin Fresnel** contribueix de forma decisiva en l'acceptació general de la teoria ondulatoria de la llum. El 1819 publica *Mémoire sur la diffraction de la lumière*, que conté la formulació rigorosa de la seva pròpia teoria ondulatoria de la llum.

1845

Michael Faraday observa i mesura el gir del pla de polarització de la llum sota els efectes d'un electroimant, cosa que li fa suggerir la possible naturalesa electromagnètica de la llum.

1849

Armand Fizeau dissenya un experiment, que li permet determinar per primer cop en un laboratori la velocitat de la llum. El 1850 **Leon Foucault** millora el disseny de Fizeau. Els valors obtinguts difereixen un 5% en excés del valor acceptat avui dia.



1850

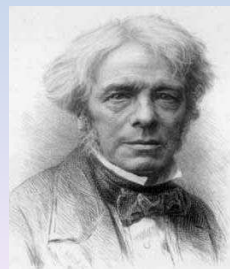
Robert Bunsen i **Gustav Kirchhoff** observen els espectres d'emissió de moltes substàncies.



Joseph Fraunhofer
(1787 - 1826)



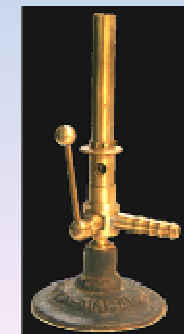
Augustin J. Fresnel
(1788 - 1827)



Michel Faraday
(1791 - 1867)



Kirchhoff i Bunsen

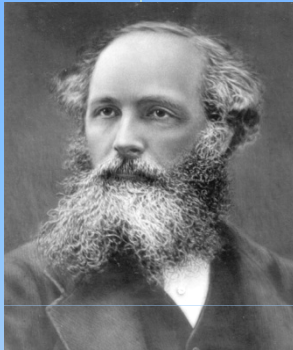


1865

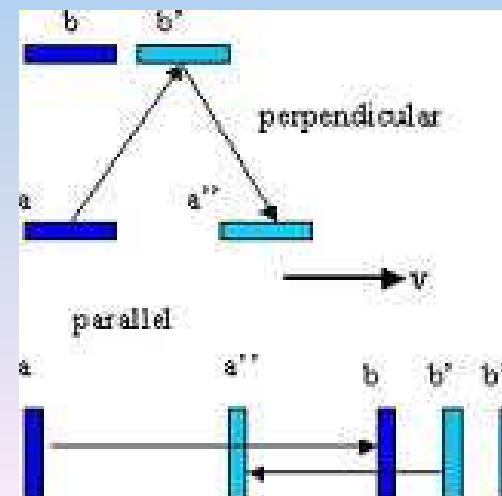
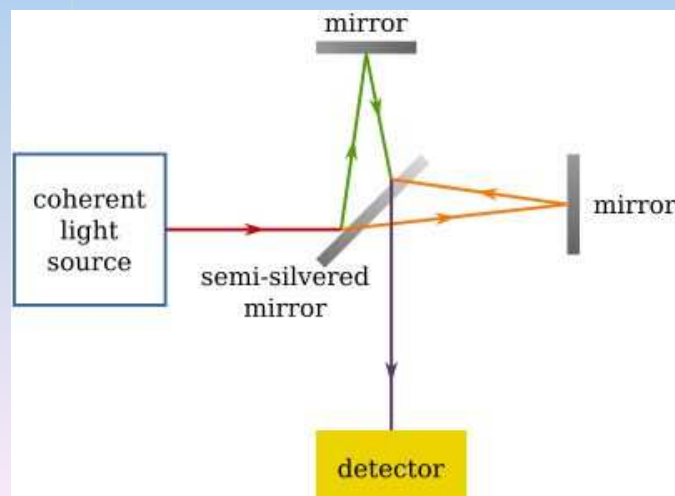
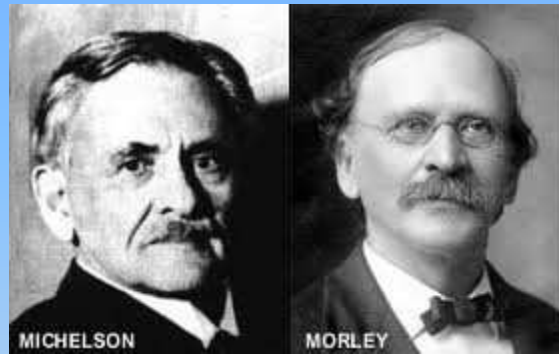
James Maxwell estableix que la llum és un fenomen electromagnètic, al comprovar que la velocitat de propagació deduïda a partir de les seves equacions concorda amb la velocitat de la llum mesurada al laboratori. Suposa l'èter com a suport.

1881

Albert Michelson fa l'experiment que repeteix el 1885 amb **Edward Morley**, per mesurar la velocitat de la Terra respecte a l'èter.



James K. Maxwell
(1831 - 1879)



1900

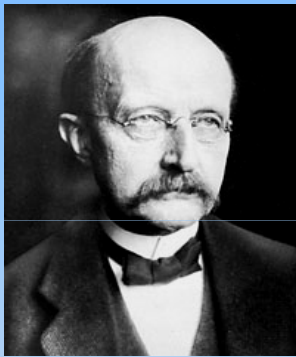
Max Planck introdueix els *quanta*, es a dir, la quantització de l'energia.

1913

Niels Bohr presenta el seu model atòmic, que justifica la emissió i absorció de fotons com diferències d'energia entre els nivells electrònics.

1916

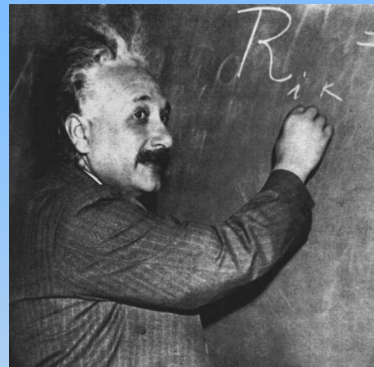
Albert Einstein proposa el concepte de quantum de llum, i introdueix el concepte d'emissió estimulada, base conceptual per els màsers i làsers.



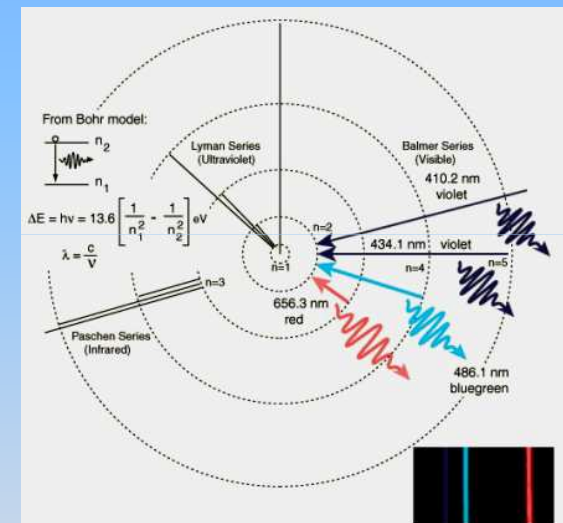
Max Planck
(1861 - 1944)



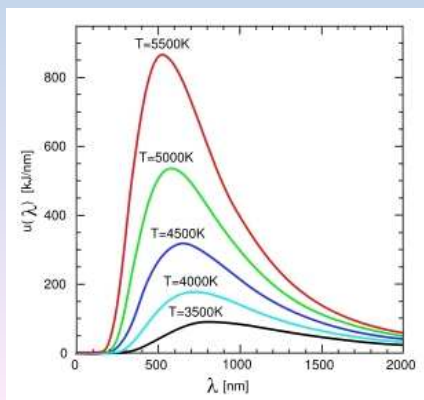
Niels Bohr
(1885 - 1962)



Albert Einstein
(1879 - 1956)



Transicions electròniques



$$I(\nu, T) = \frac{2h\nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

Llei de Planck

HISTÒRIA (més recent)

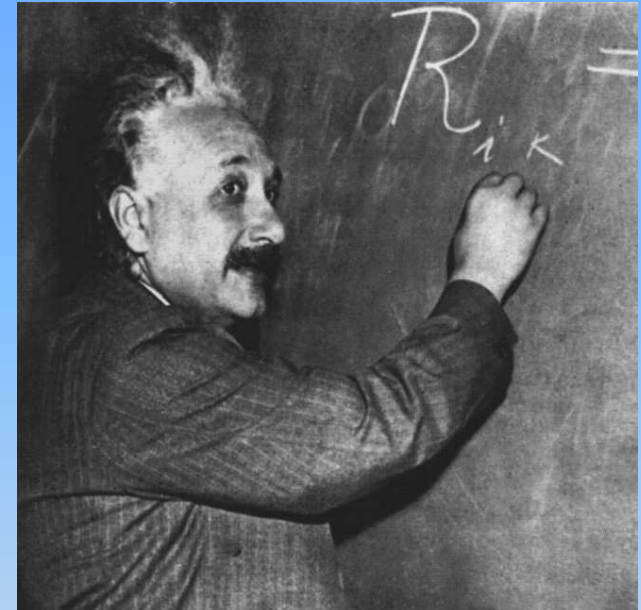
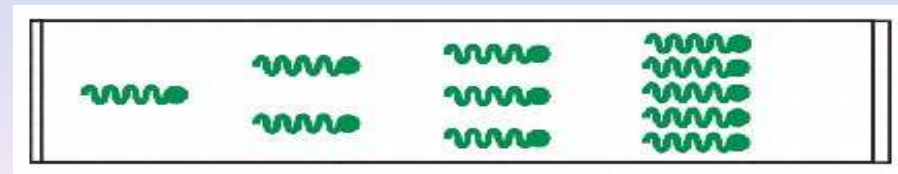
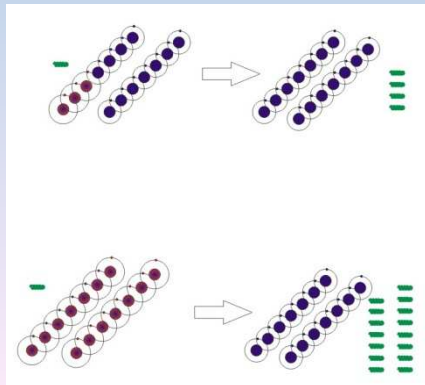
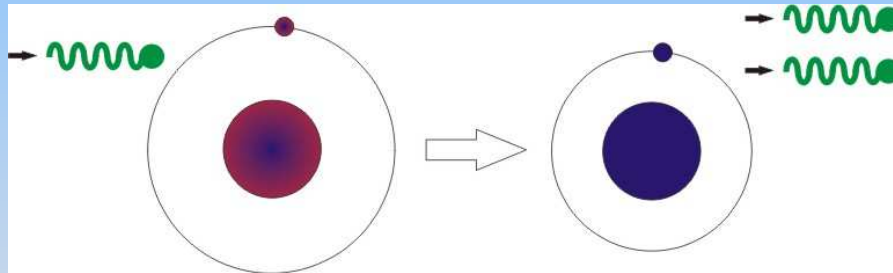


Perquè i com apareix

Perquè i com apareix

- 1905 A. Einstein (Premi Nobel 1921): efecte fotoelèctric.
- 1917 A. Einstein: Emissió estimulada

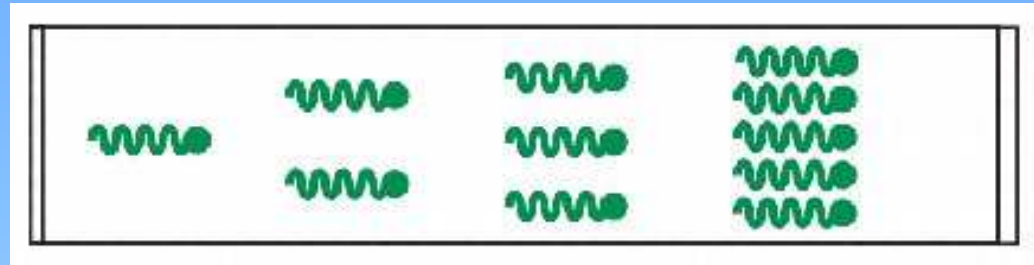
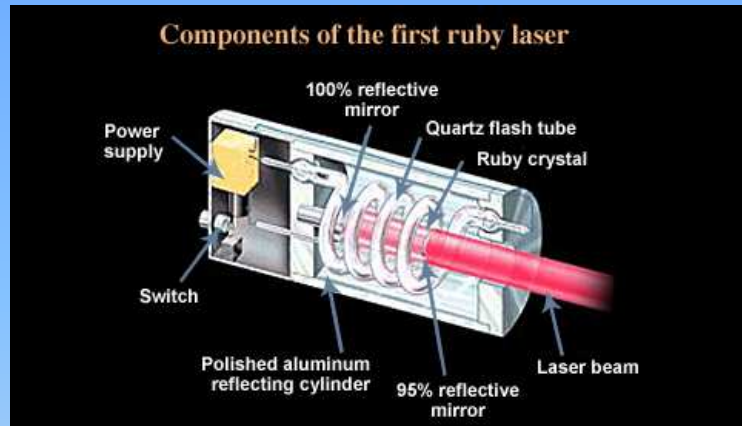
Emissió Estimulada



L'avantpassat: el MÀSER

- **1939-1945** 2^a Guerra Mundial. Desenvolupament tècniques radar (radio detection and ranging) condueix a amplificació per emissió estimulada en guies d'ona. Neix recerca pel **MASER** (Microwave Amplification by Stimulated Emission of radiation) per C. Townes Columbia Univ. *Means of Acquiring Support for Expensive Research*
- **1953** Joseph Weber (Maryland Univ.) publica treball sobre coherència emissió estimulada.
- **1954** Charles Townes Herbert Zeiger i James Gordon primer maser. C. H. Townes, (P. N. 1964)
- **1954** Alexander Prokhorov i Nicolai Basov Levedev Phys Inst Moscou investiguen sobre nivells d'energia (comparteixen Premi Nobel amb Townes el 1964).

Perquè aparegué abans el màser?



Tres condicionants per fer “lasing”:

- **El medi actiu** : Tipus de material. Nivells d'energia electrònica adequats.
- **El bombeig** : Aconseguir la inversió població. Domini d'emissió estimulada.
- **La cavitat ressonant** : Geometria adequada per l'amplificació del procés.

Coeficients d'Einstein:

Relació emissió espontània i estimulada

$$\frac{A_{21}}{B_{21}} = \frac{8 \pi h \nu^3}{c^3}$$

La cursa final

- 1955** Prokhorov i Basov proposen treball a tres nivells en màser de gas.
- 1956** Nicolaas Bloembergen Harvard Univ proposta de treballar a tres nivells en màser estat sòlid.
- 1957** Schawlow i Townes pensen en màser òptic o infraroig. Treballen amb Bell Labs. (Schawlow es casa amb la germana de l'altre, Aurelia Townes)
- 1958** C. H. Townes i A. L. Schawlow (P. N. 1981), de Bell T. Lab, Phis. Rev. 112, 1940-1949, bases teòriques.
- 1960** T. H. Maiman, de Hughes Res. Lab., Nature, 187, 493-494, primer làser de robí.
- 1960** Patent nº2.929.922 (Schawlow+Townes)



A. Prokhorov



N. Basov



Prokhorov, Townes i Basov



N. Bloembergen



C.H. Townes



A.L. Schawlow



T.H. Maiman

2 Publicaciones històriques

1940

QUINN, BAKER, LATOURETTE, AND RAMSEY

Newell¹ has calculated the spherically symmetrical contribution σ^s to the magnetic shielding constant for H_2 . Extrapolating his result to HD through considerations based on the relative internuclear distances for the two molecules combined with an average of Eqs. (82) and (83) yields the following average shielding constant

$$\begin{aligned} \text{for the HD molecule:} \\ \langle \sigma^s \rangle_1 &= (\sigma^s/3m\epsilon^2) \langle \rho \sum_i r_i^{-3} \rangle_1 = \langle \sigma^s \rangle_1 \\ &= (3.216 \pm 0.010) \times 10^{-5} \\ &= (0.594 \pm 0.030) \times 10^{-5} \\ &= (7.622 \pm 0.032) \times 10^{-5} \end{aligned} \quad (84)$$

PHYSICAL REVIEW

VOLUME 112, NUMBER 6

DECEMBER 15, 1958

Infrared and Optical Masers

A. L. SCHAWLOW AND C. H. TOWNES*
Bell Telephone Laboratories, Murray Hill, New Jersey
(Received August 26, 1958)

The extension of maser techniques to the infrared and optical region is considered. It is shown that by using a resonant cavity of centimeter dimensions, having many resonant modes, maser oscillation at these wavelengths can be achieved by pumping with reasonable amounts of incoherent light. For wavelengths much shorter than those of the microwave region, maser-type amplification appears to be quite impractical. Although use of a multimode cavity is suggested, a single mode may be selected by making only the end walls highly reflecting, and defining a suitably small angular aperture. Then extremely monochromatic and coherent light is produced. The design principles are illustrated by reference to a system using potassium vapor.

INTRODUCTION

AMPLIFIERS and oscillators using atomic and molecular processes, as do the various varieties of masers,¹⁻⁴ may in principle be extended far beyond the range of frequencies which have been generated electronically, and into the infrared, the optical region, or beyond. Such techniques give the attractive promise of coherent amplification at these high frequencies and of generation of very monochromatic radiation. In the infrared region in particular, the generation of reasonably intense and monochromatic radiation would allow the possibility of spectroscopy at very much higher resolution than is now possible. As one attempts to extend maser operation towards very short wavelengths, a number of new aspects and problems arise, which require a quantitative reorientation of theoretical discussions and considerable modification of the experimental techniques used. Our purpose is to discuss theoretical aspects of maser-like devices for wavelengths considerably shorter than one centimeter, to examine the short-wavelength limit for practical devices of this type, and to outline design considerations for an example of a maser oscillator for producing radiation in the infrared region. In the general discussion, roughly reasonable values of design parameters will be used. They will be justified later by more detailed examination of one particular atomic system.

* Permanent address: Columbia University, New York, New York.
¹ Gordon, Zeiger, and Townes, *Phys. Rev.* **99**, 1264 (1955).
² Combs, Harg, and Townes, *Compt. rend.* **247**, 2451 (1958).
³ N. Bloembergen, *Phys. Rev.* **104**, 329 (1956).
⁴ J. Allais, *Compt. rend.* **245**, 157 (1957).

CHARACTERISTICS OF MASERS FOR MICROWAVE FREQUENCIES

For comparison, we shall consider first the characteristics of masers operating in the normal microwave range. Here an unstable ensemble of atomic or molecular systems is introduced into a cavity which would normally have one resonant mode near the frequency which corresponds to radiative transitions of these systems. In some cases, such an ensemble may be located in a wave guide rather than in a cavity but again there would be characteristically one or a very few modes of propagation allowed by the wave guide in the frequency range of interest. The condition of oscillation for n atomic systems excited with random phase and located in a cavity of appropriate frequency may be written (see references 1 and 2)

$$n \geq \hbar V \Delta \nu / (4\pi \epsilon_0^2 Q), \quad (1)$$

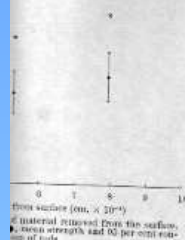
where n is more precisely the difference $n_1 - n_2$ in number of systems in the upper and lower states, V is the volume of the cavity, $\Delta \nu$ is the half-width of the atomic resonance at half-maximum intensity, assuming a Lorentzian line shape, μ is the matrix element involved in the transition, and Q is the quality factor of the cavity.

The energy emitted by such a maser oscillator is usually in an extremely monochromatic wave, since the energy produced by stimulated emission is very much larger than that due to spontaneous emission or to the normal background of thermal radiation. The frequency range over which appreciable energy is distributed is given approximately by¹

$$\Delta \nu = 4\pi kT(\Delta \nu)^2 / P, \quad (2)$$

NATURE

493



obtained with these bulk glass specimens are in the region 450,000-500,000 lb./sq. in. and closely approach the value obtained by Thomas² for fine glass fibres.

The glass rod used in these experiments had the following approximate composition by weight (percentages): SiO_2 , 69; Na_2O , 16; CaO , 4; Al_2O_3 , 3; MgO , 3.

The etching solution, contained about 15 per cent hydrofluoric acid, 15 per cent sulphuric acid by weight and the remainder water.

Experiments are being continued to determine the effect on these results of varying the concentration, temperature and nature of the etchant; and of changing the size and composition of the glass.

Rolls-Royce, Ltd.,
Aerophysics Laboratory,
Littlecore,
Derby,
June 22

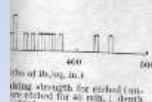
¹ Greene, C. H., *J. Amer. Cer. Soc.*, **38**, 56 (1955).
² Thomas, W. F., *Nature*, **181**, 1056 (1958); *Phys. and Chem. Glasses*, **1**, 4 (1960).

Stimulated Optical Radiation in Ruby

Schawlow and Townes¹ have proposed a technique for the generation of very monochromatic radiation in the infrared optical region of the spectrum using an alkali vapour as the active medium. Javan² and Sanders³ have discussed proposals involving electron-excited gaseous systems. In this laboratory an optical pumping technique has been successfully applied to a transparent solid resulting in the attainment of negative temperatures and stimulated optical emission at a wave-length of 6943 Å.; the active material used was ruby (chromium in corundum).

A simplified energy-level diagram for triply ionized chromium in this crystal is shown in Fig. 1. When this material is irradiated with energy at a wave-length of about 4500 Å., chromium ions are excited to the 4F_2 state and then quickly lose some of their excitation energy through nonradiative transitions to the 4E state.⁴ This state then slowly decays by spontaneously emitting a sharp doublet, the components of which at 300° K. are at 6943 Å. and 6929 Å. (Fig. 2a). Under very intense excitation the population of this metastable state (4E) can become greater than that of the ground-state; this is the condition for negative temperatures and consequently amplification via stimulated emission.

To demonstrate the above effect a ruby crystal of 1 cm. dimensions coated on two parallel faces with silver was irradiated by a high-power flash lamp;



494 NATURE

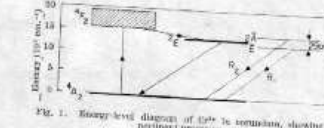


Fig. 1. Energy-level diagram of Cr^{3+} in corundum, showing pertinent processes.

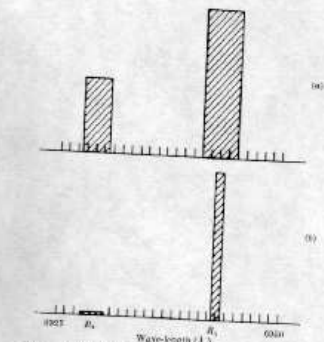


Fig. 2. Emission spectrum of ruby: (a) low-power excitation; (b) high-power excitation.

the emission spectrum obtained under these conditions is shown in Fig. 2b. These results can be explained on the basis that negative temperatures were produced and regenerative amplification occurred. I expect, in principle, a considerably greater ($\sim 10^3$) reduction in line width when mode selection techniques are used. I gratefully acknowledge helpful discussions with G. Birnbaum, R. W. Hellwarth, L. C. Levitt, and R. A. Satten and am indebted to L. J. D'Harenne and C. K. Asawa for technical assistance in obtaining the measurements.

Hughes Research Laboratories,
A Division of Hughes Aircraft Co.,
Malibu, California.
¹ Schawlow, A. L., and Townes, C. H., *Phys. Rev.*, **112**, 1940 (1956).
² Javan, A., *Phys. Rev. Letters*, **3**, 87 (1959).
³ Sanders, J. R., *Phys. Rev. Letters*, **3**, 80 (1959).
⁴ Holman, T. H., *Phys. Rev. Letters*, **4**, 164 (1960).

METALLURGY

A Simple Method of Investigating the Creep of Metals under Simple Shear

DR. K. H. JOHNSON and I¹ have investigated the creep of metals under simple shear by the use of a disk of the metal in question, in which is cut a conical groove being securely gripped, while the internal to the annulus is subjected to a constant torque. When the strain

have been under uniform conditions of stress and temperature, the final shape of the specimen is measured.

Mr. I. Johnson, Imperial College of Science, Technology and Mechanics, London, S.W.7, England.

¹ Johnson, K. H., and Johnson, C. H., *Phil. Mag.*, **112**, 1940 (1956).
² Johnson, K. H., *Phys. Rev. Letters*, **3**, 87 (1959).
³ Johnson, K. H., *Phys. Rev. Letters*, **3**, 80 (1959).

Mr. I. Johnson, Imperial College of Science, Technology and Mechanics, London, S.W.7, England.

Phis. Rev. 112, 1940-1949(1958)

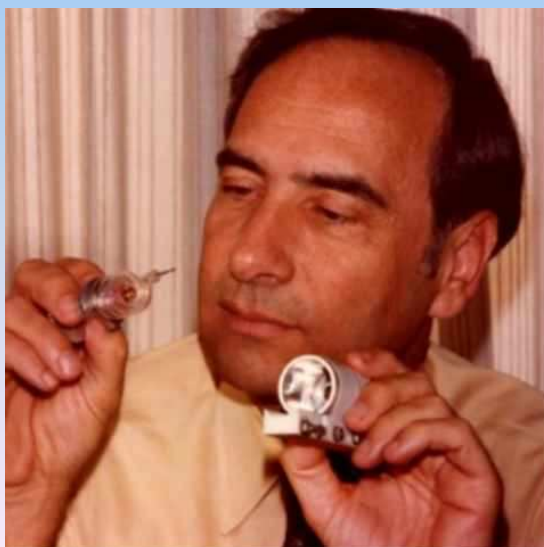
Nature, 187, 493-494(1960)

El 16 de Maig de 1960 es fa la primera LLUM LASER

Theodore Maiman (Hughes Research Laboratories a Malibu, California, treballa sobre el robí laser Rubí sintètic (òxid d'alumini dopat amb àtoms de Crom), malgrat que Schawlow havia dit que no era adequat.

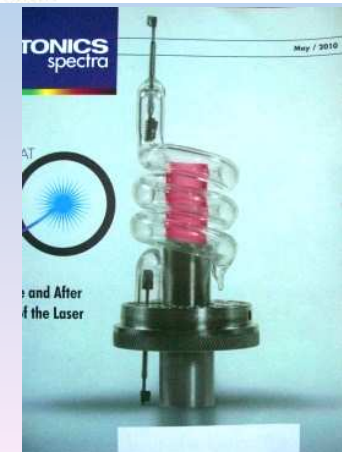
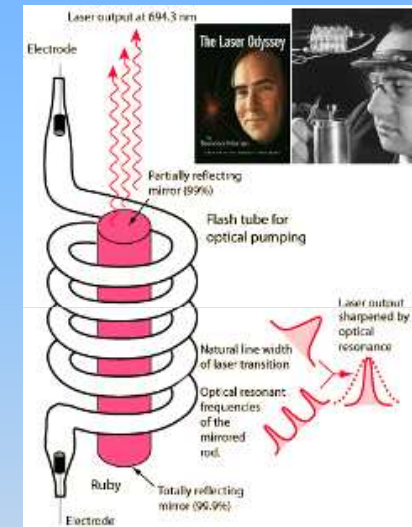
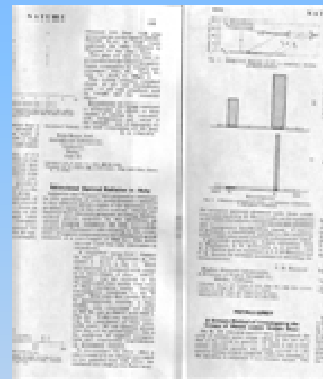
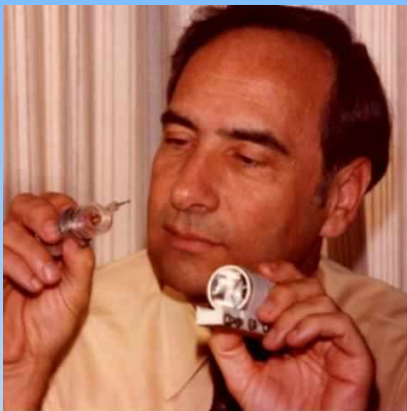
Per càlculs, veu que ha de ser polsat i que necessita molta llum, tipus flash. Prova amb flashos més potents del mercat i millora barra de 1 cm diàmetre x 2 cm longitud.

El 16 Maig 1960 aconsegueix el primer feix. Grava els resultats (espectres) i prepara publicació.



La Difusió

Hughes fa conferència de premsa el 7 de Juliol per anunciar el fet.
El fotògraf va agafar un flash més gran (després alguns van provar d'imitar sense èxit).
També va predir el muntatge de flash lineal en cavitat el·líptica.
Prova en la recent creada PRL (el 1958), però el director Samuel Goudsmith (que era un dels co-descobridors del spí de l'electró) ho rebutja.
Ho envia a Nature, que ho publica el 6 d'Agost.



Un protagonista oblidat: Gordon Gould

Juventut marxista en els anys 40 . Pofessor a Columbia Univ .
Sen contractat per City College de New York, expulsat el 1954.
Escriu idees en notes, incloent el nom làser pero no les publica.

Deixa Columbia per manca de medis i va a la TRG Inc
(Technical Research Group) de Long Island, on convenceran
mes tard al Govern i aconseguixen alta financiació del projecte
ARPA . Investiga en medi gas amb vapor alcalí.

Les restriccions militars junt amb passat comunista compliquen
la rapidesa de la recerca. Fa intent de patent i certifica uns
apunts amb un notari el 1957.

En congrés del 1959 proposa el terme Làser (en comptes de
màser òptic).

En aparèixer el treball de Maiman i tota la importància mediàtica
reclama la seva “paternitat”.

Seguiran una sèrie de demandes i fins el 1977 no és
reconeguda la patent . Una altra és reconeguda el 1979.

El 1973 funda Optoelecom Inc. a Maryland. Es jubila el 1985.



RESUM “Laser Pioneers”

- Charles H. Townes IR i optical masers
- Arthur L. Schawlow, Orígens del làser
- Nicolaas Bloembergen Masers i Òptica no lineal
- Gordon Gould Desenvolupament del làser
- Theodore Maiman, primer làser 1960
- Peter Sorokin El segon làser i el Dye làser, 1960 i 1966
- Ali Javan, el làser de He-Ne 1961
- Robert. N. Hall, làser de semiconductor 1962
- C. Kumar N. Patel, làser de CO₂ 1963
- William Bridges làser Iònic 1963
- William T. Silfvast, làser de vapors metàl·lics 1965
- James J. Ewing ,làsers Excimers 1970
- John M.J. Madey, làser d'electrons lliures 1977
- Dennis L. Matthew, làser de rajos X 1981

Pioners del làser



P. Sorokin. Dye



A. Javan. He-Ne



G. Gould.



R. Hall. Diode



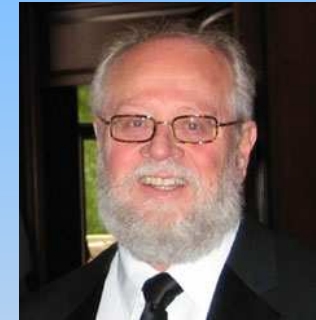
K. Patel. CO₂



W. Bridges. Ionic



W. Silfvast. Vapors



J.J. Ewing. Excimer



J.M.J. Madey. Free el.



D. L. Matthews. R X

LÀSER I POTÈNCIA; GRANS LÀSERS



Concentració de potència: ... militars...



Prensa
1962

•POTÈNCIA I ARMAMENT

- 1962 Apareix en dominical del Sunday Times “The incredible Laser”
- 1967-69 en Hughes Res. Lab per la DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) fan laser de 1.5 KW (tubs 12 m amb total de 42m)
- 1970 Lasers de 60 KW en continu (Edward Gerry)
- Inici anys 80 es prova làser de gas-dynamic de 400 Kw en avió
- 1989 laser de CO2 de 1 MW en Kuratchow Institut de Atomic Energy en Troisk al Sud de Moscú.
- Mig i finals 80 Reagan amb Strategic Defense Initiative. (Dedicant molt per free electron laser).
- També en polsos ultracurts.
- Idea de fer fusió amb laser: Lawrence Livermore National Laboratory en los Alamos.
- No resultats concluent.

EXAMPLE ACTUAL

NORTHROP GRUMMAN

Search

HOME ABOUT US CAPABILITIES CAREERS MEDIA CONTACT US

A LEADER IN GLOBAL SECURITY

A-Z INDEX CONTRACTS CORPORATE RESPONSIBILITY INVESTOR RELATIONS

In the News:
Oct. 26—Northrop Grumman Introduces New Coherent Doppler Radar System for Patrol Vessels and Small Combatants
Oct. 25—U.S. Army Selects Northrop Grumman to Provide Advanced AN/APR-39 Radar Warning Receivers
Oct. 25—U.S. Marine Corps AH-1Z Helicopter Upgrade Completes Operational Evaluation With Northrop Grumman Integrated Cockpit
[Archived News Releases](#)
Live Webcast
Q3 2010 Northrop Grumman Earnings Conference Call
Wed., Oct. 27, 2010
10:30 a.m. EDT



Intelligence, Surveillance and Reconnaissance

Our ISR systems are designed and developed to ensure the security and freedom of our nation and its allies.

About Northrop Grumman
Northrop Grumman Corporation is a leading global security company whose 120,000 employees provide innovative systems, products, and solutions in aerospace, electronics, information systems, shipbuilding and technical services to government and commercial customers worldwide.
Follow Northrop Grumman on:
   

NOC Stock Price:

Our Business Sectors:

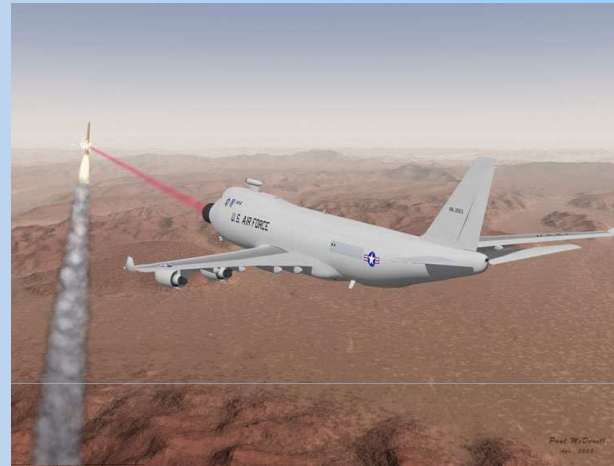
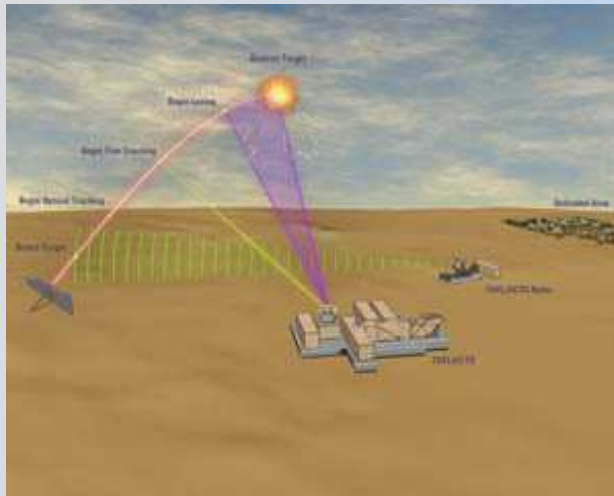
- Aerospace Systems
- Electronic Systems
- Information Systems
- Shipbuilding
- Technical Services

In Focus:

- Proven, Persistent, Performing. Support Global Hawk
- Cybersecurity
- Weightless Flights of Discovery Program
- Intelligence, Surveillance and Reconnaissance
- AUSA 2010 Online Media Kit

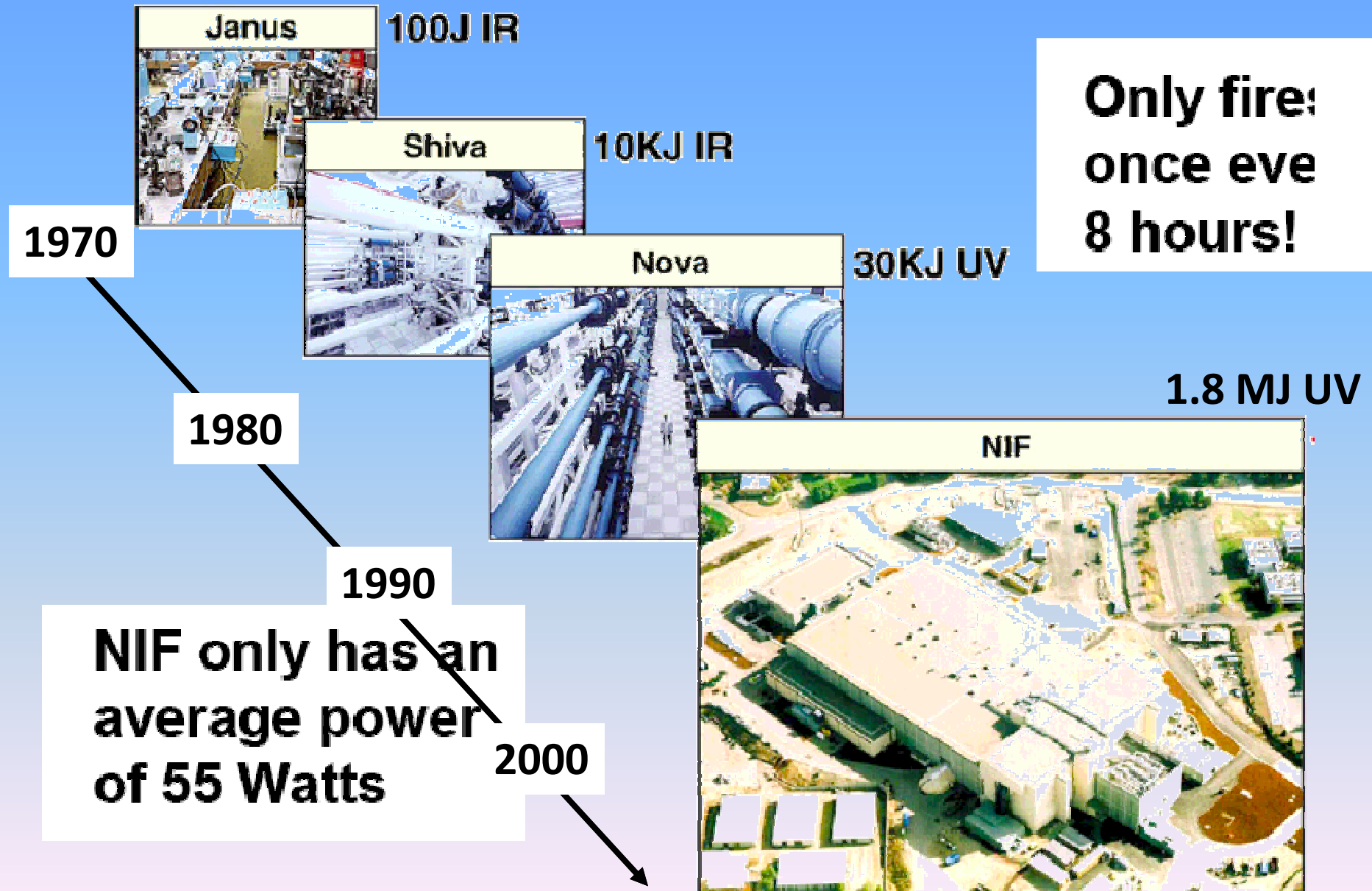
A New Paradigm?

- Laser weapons may challenge the primacy of projectile weapons.



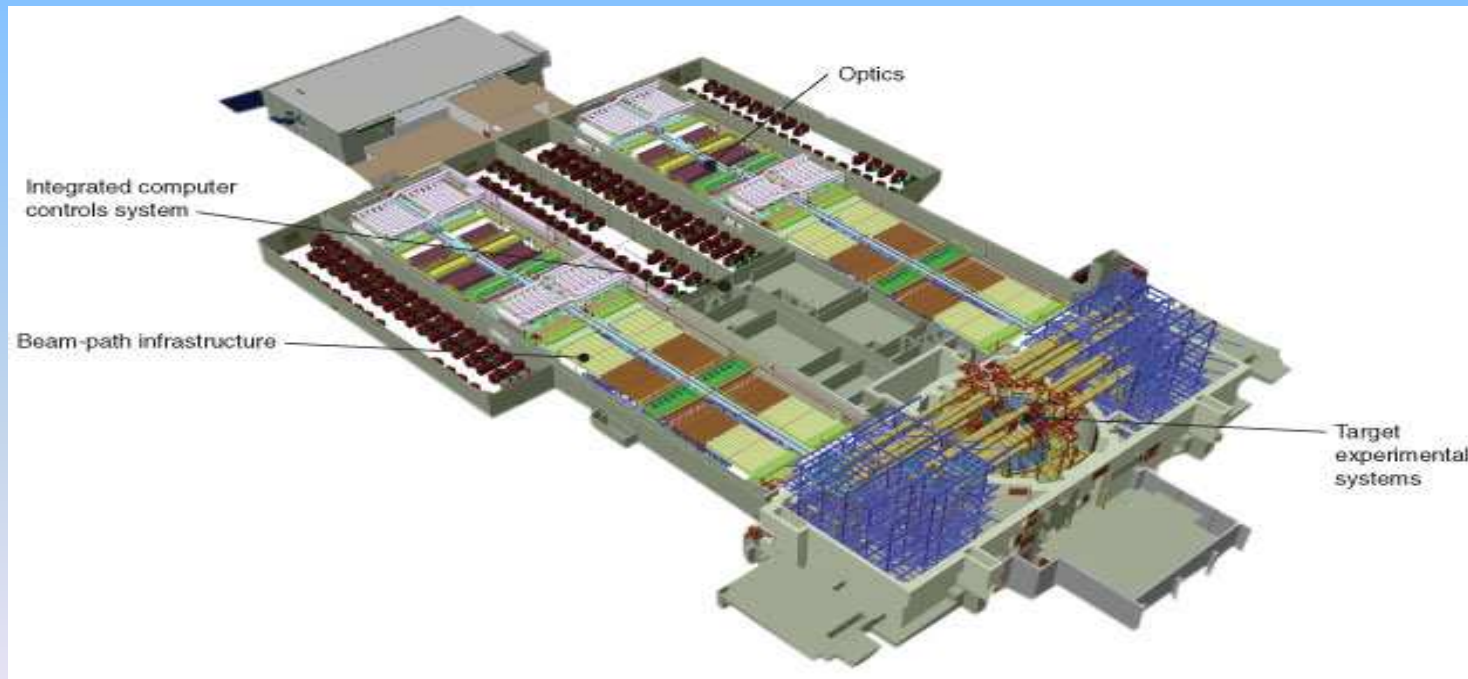
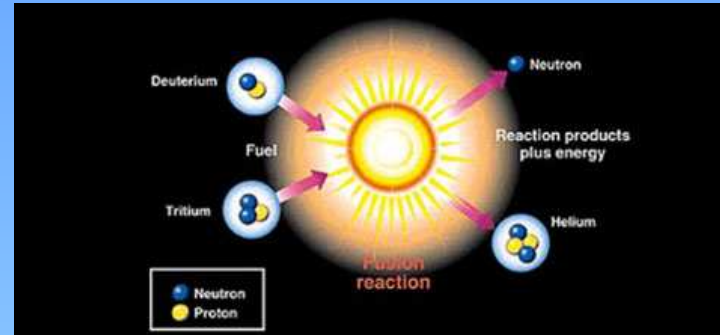
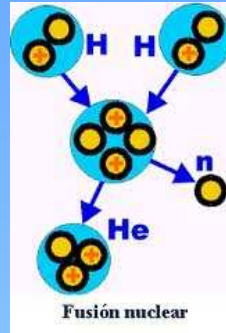
POTÈNCIA

A Legacy of Lasers at LLNL



NIF-LIFE

The National Ignition Facility: Laser Inertial Fusion Energy



Is a laser-based inertial confinement fusion (ICF) research device under construction at the Lawrence Livermore National Laboratory in Livermore, California

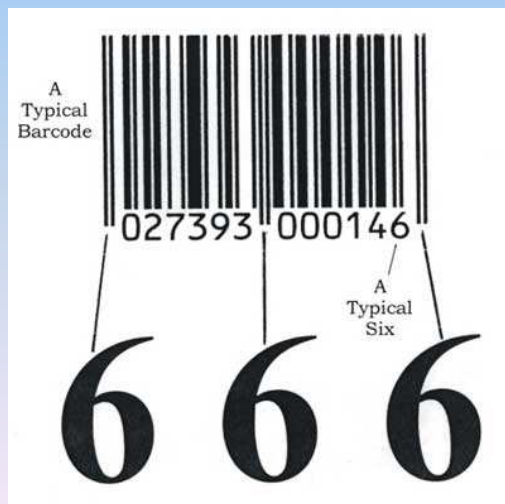
**El làser:
com ens afecta?**

**El làser nostre de cada
dia**

Cada dia...



També...

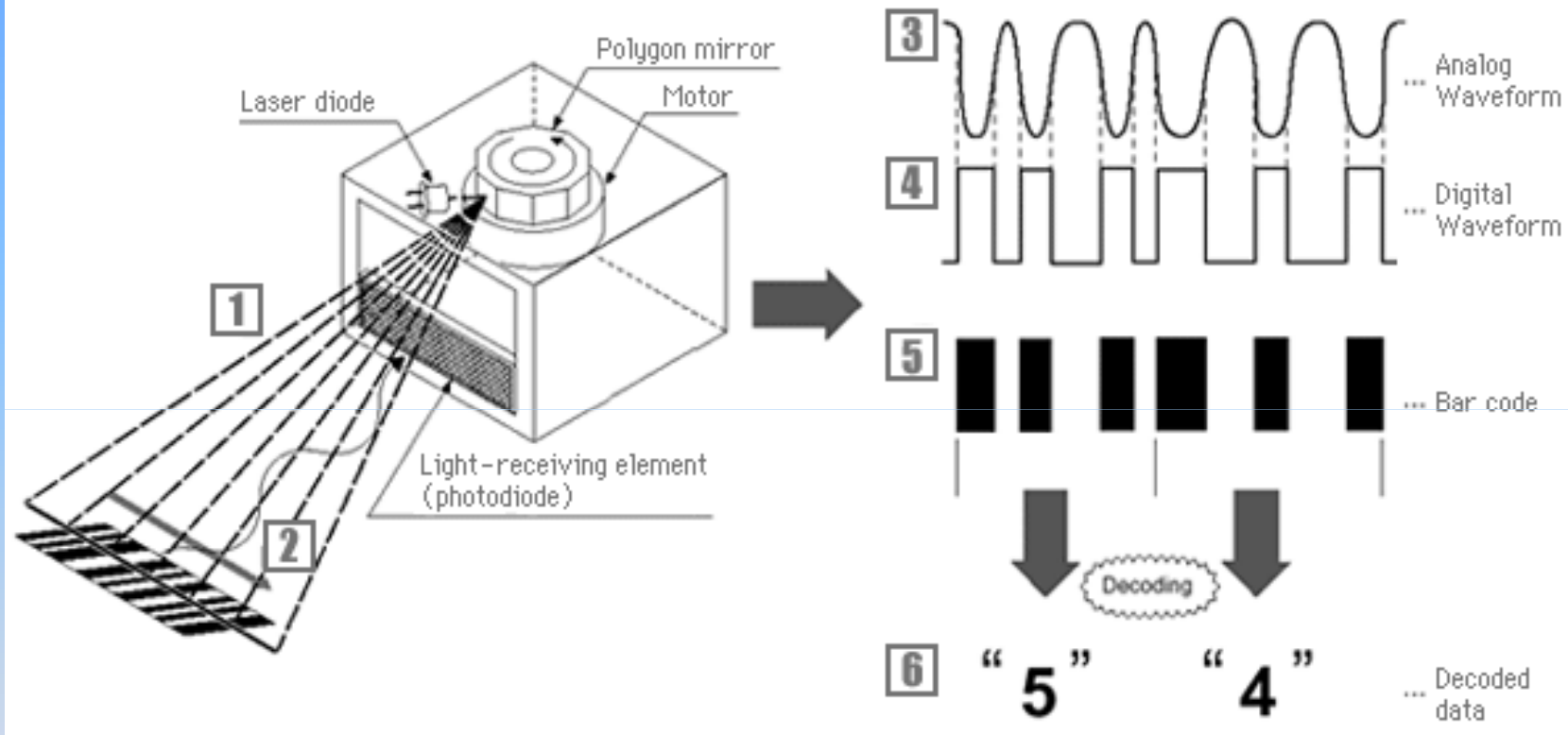


El lector de
codis de barres

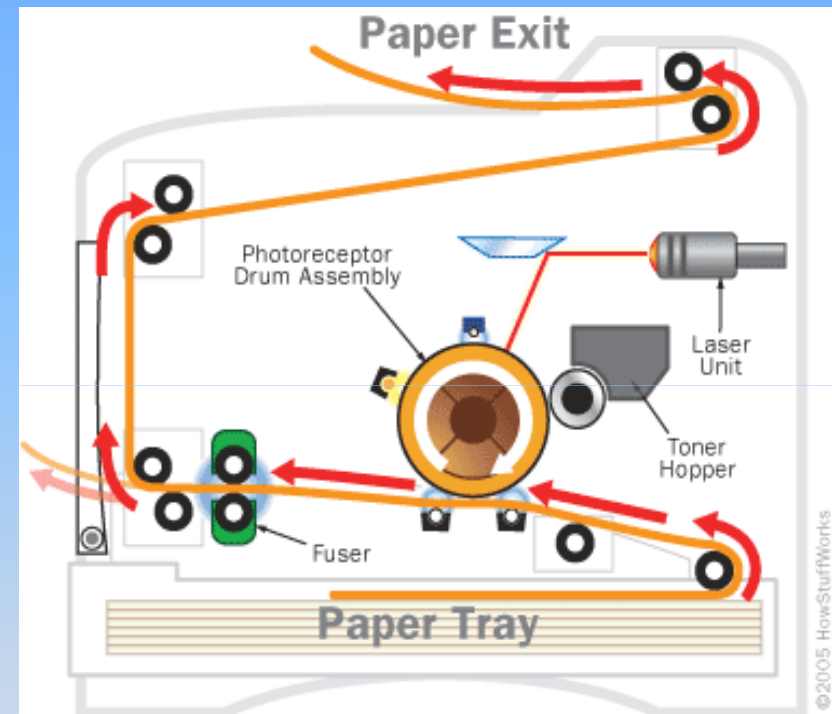
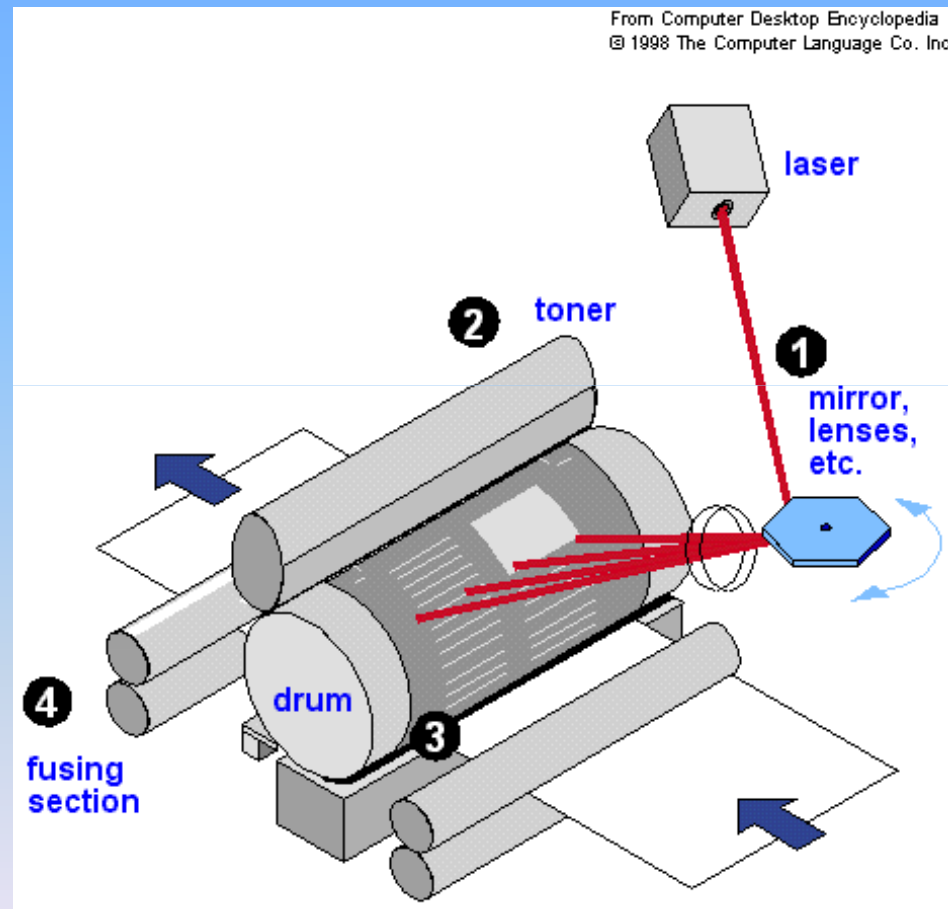


El lector de codis de barres

1-1. Reading principle

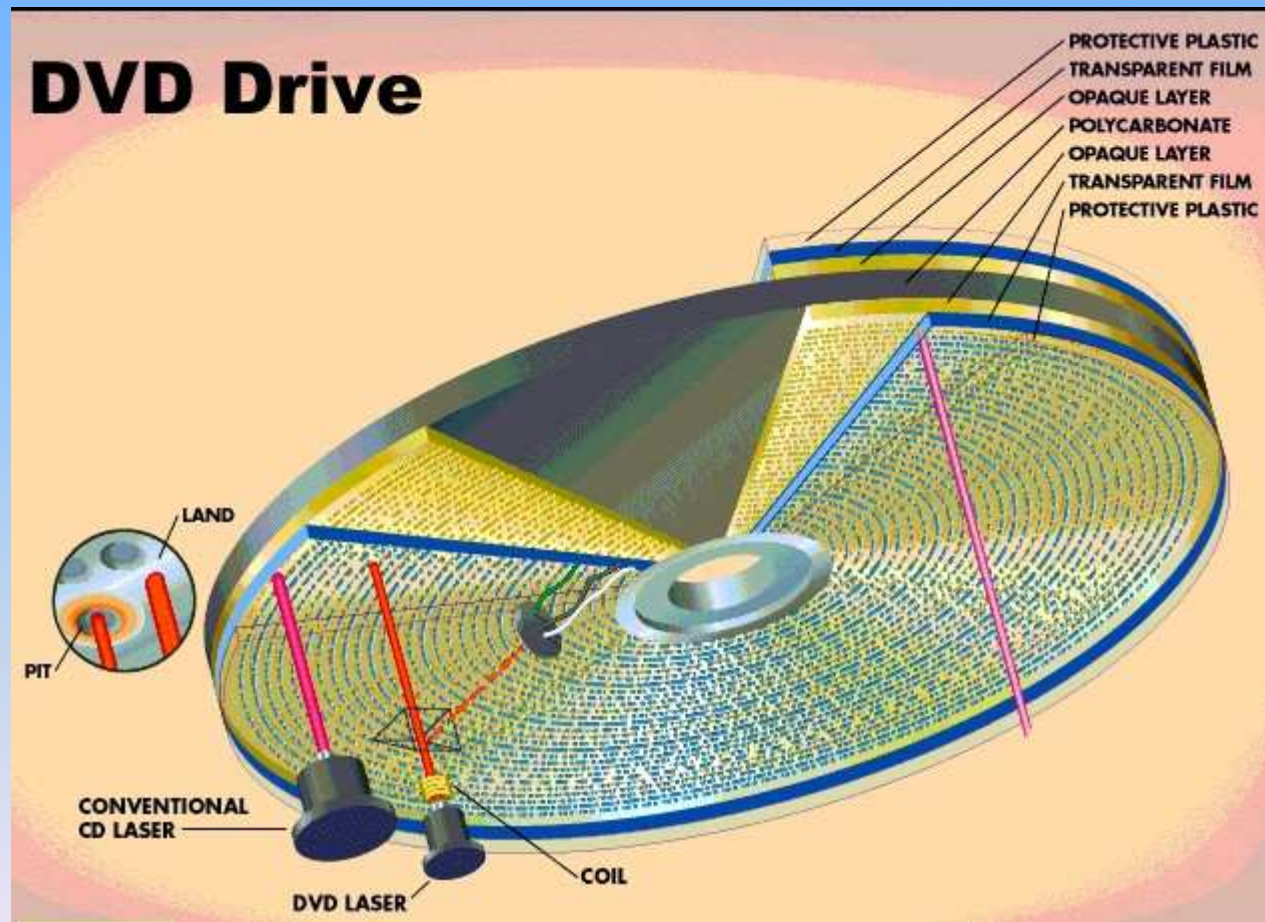


Impressores làser



Impresores, escanners, fotocopiadores...

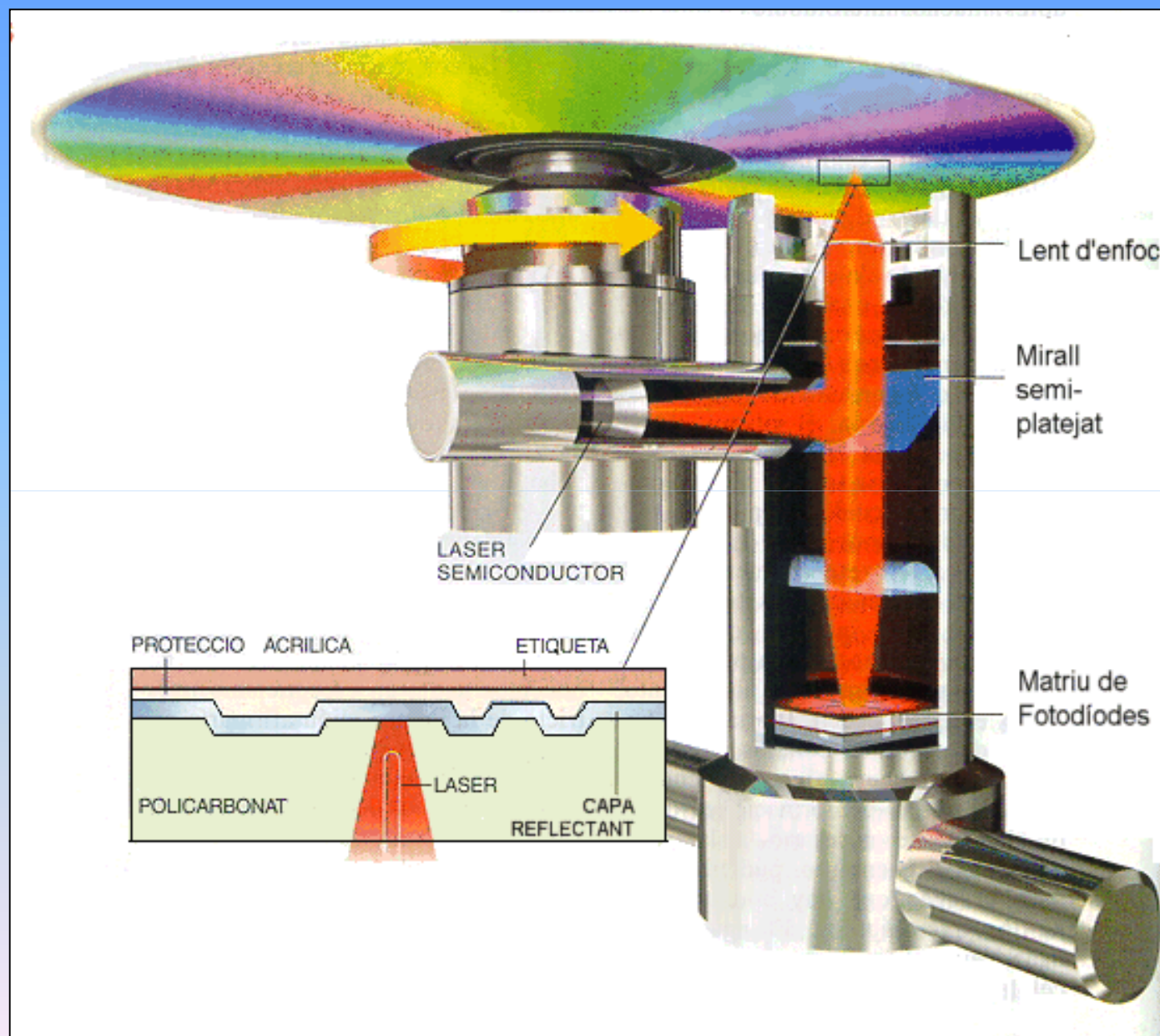
DISCS OPTICS



Història del CD

- 1975 SONY inicia prototips i demostra Discs Optics en Setembre del 1976.
- 1978, SONY Setembre, demostren disc *optical digital audio disc* amb 150 minuts i a 44,056 Hz de mostreig, 16-bit resolució lineal, i amb codi similar al CD del 1982.
- 1979 SONY Presenta en Brussel·les, el 13 Mars, el Sony's digital audio disc
- 1979 PHILIPS (inicia recerca el 1977) presenta en 8 Mars de 1979 en Eindhoven un prototip de *optical digital audio disc* en conferència de Premsa, amb títol *Philips Introduce Compact Disc*
- 1979 (A finals) Sony and Philips conjunten esforços dirigits per Kees Schouhamer Immink and Toshitada Doi per fer un sistema amb làser i disc òptic. Després d'un any presenten els resultats del COMPACT DISC

- 1981 El primer test públic va ser a Hannover, per Polydor el 1981. The disc contenia *Eine Alpensinfonie (Alpine Symphony)*, de Richard Strauss's, orquestrada per la Berlin Philharmonic and dirigida per Herbert von Karajan.
- 1981. La primera demostració pública fou en la BBC TV gravant entre altres l'album *Living Eyes* dels Bee Gees. També aquest any es va gravar albums de ABBA i de Billy Joel.
- 1983 es fomenta la venda de reproductors de CD i discs (16 titles from CBS Records), és el "Big Bang" de la revolució de l'audiomusical.
- 1985 Dire Straits, venen 1 milió de còpies de l'album *Brothers in Arms*.
- 1985, apareix el mòdul del CD pels ordinadors (computer readable CD-ROM (read-only memory))
- 1988, 400 milions de CD son fabricats per 50 empreses en tot el mon.
- 1990, CD-Recordable, desenvolupat per SONY i Philips. El CD reemplacen els audio cassette dels automòbils. El CD és l'alternativa millor per gravar i copiar música.



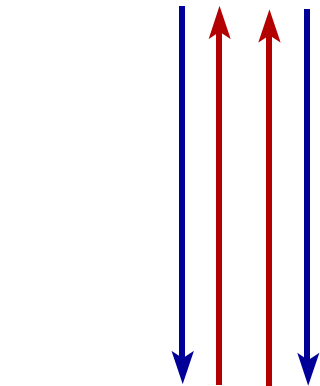
Interferència destructiva

Longitud d'ona de la llum incident $\lambda = 780 \text{ nm}$; $\lambda/4 = 190 \text{ nm}$

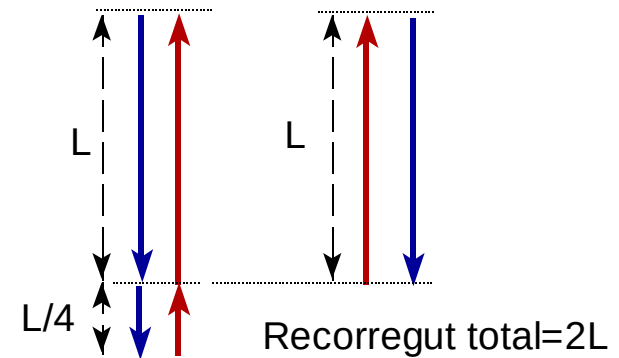
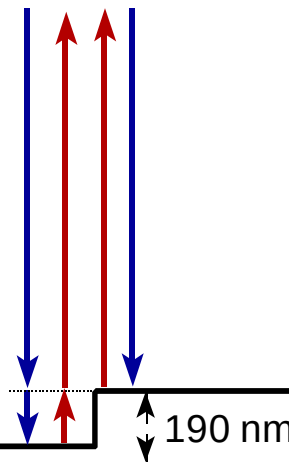
Llum incident
Llum reflectida

Longitud d'ona: $L = 780 \text{ nm}$

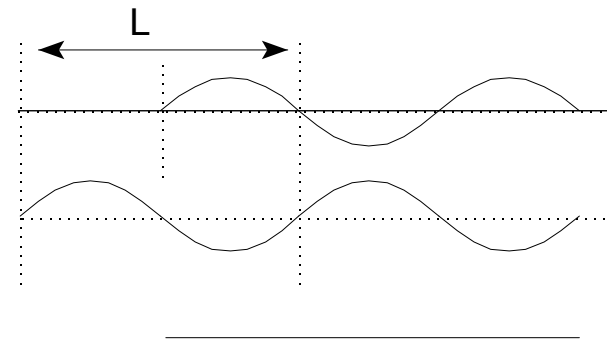
Llum reflectida en fase
Interferència constructiva



Llum reflectida en contrafase
Interferència destructiva



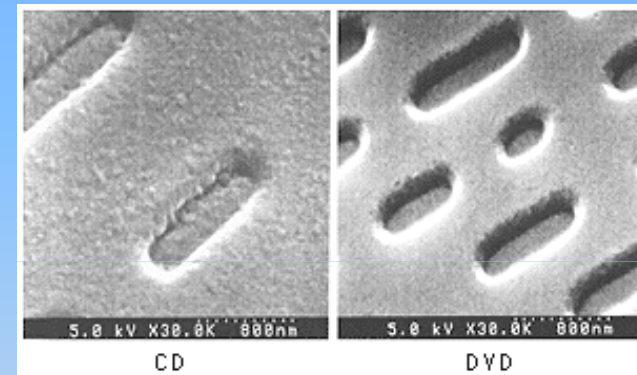
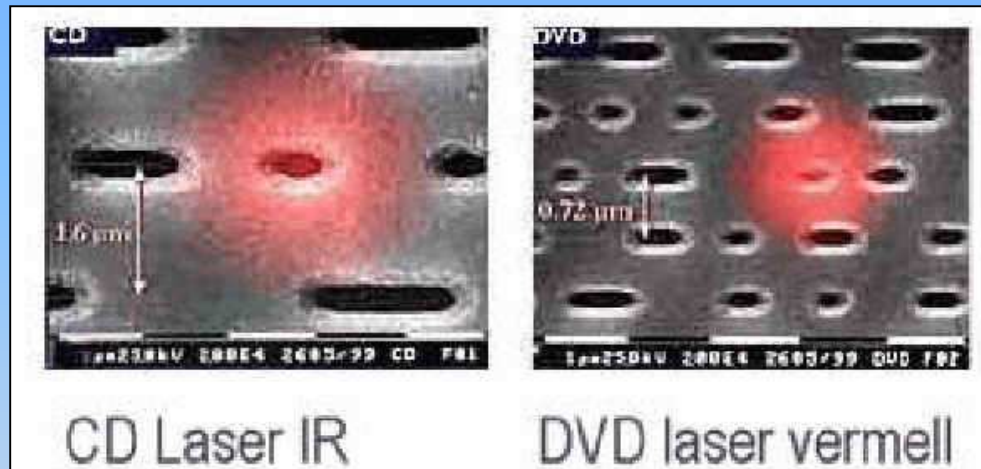
Recorregut total = $2.5L$



Necessitat de més capacitat:

El pas CD a DVD

Milliores en els algorismes de compressió
Làser de menor longitud d'ona



CD	DVD
Màxima capacitat d'emmagatzematge	
0.65 GB	4.3 GB - 16 GB
Màxima velocitat de transferència	
1.4 Mb/s	11 Mb/s

Guany x 6

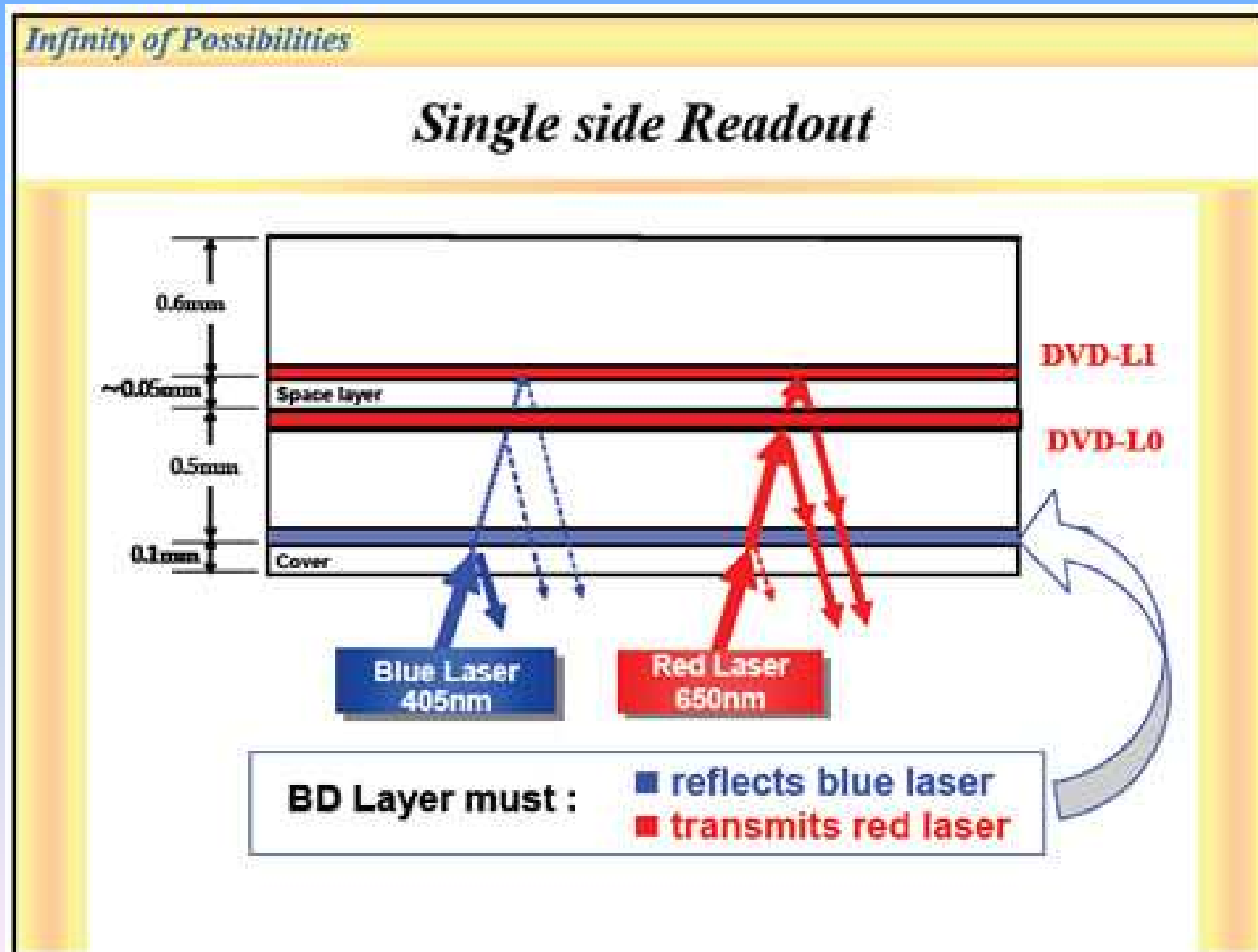
Història del DVD

- **Importància del suport multimèdia: els videofilms**
- **Començament dels anys 90** dos estàndards d'emmagatzematge òptic d'alta densitat:
 - a) Multimèdia Compact Disc (MMCD) donat suport per Philips i Sony
 - b) Super Density disc (SD), donat suport per Toshiba, Estafi-Warner, Matsushita Electric, Hitachi, Mitsubishi Electric, Pioneer, Thomson i JVC .
- **Propòsits d'unificació.** Evitar el passat conflicte entre VHS i Betamax, els anys 80
- Resultats:
 - 1996; especificació de la versió 1.5 del DVD.
 - 1996 es crea el DVD-Consortium , que el 1997 passa a DVD-Forum
 - Els primes DVD en sortir al mercat van ser el Novembre del 1996 en Japó, Mars 1997 en USA, 1998 en Europa i 1999 en Australia.
 - 2003 Vendes DVD video superen videos VHS. SONY introdueix combo o multi DVD compatible amb tots el tipus
 - SONY (en 2000 introdueix play station) vol fer un successor: Inici ampliació a Blu-ray

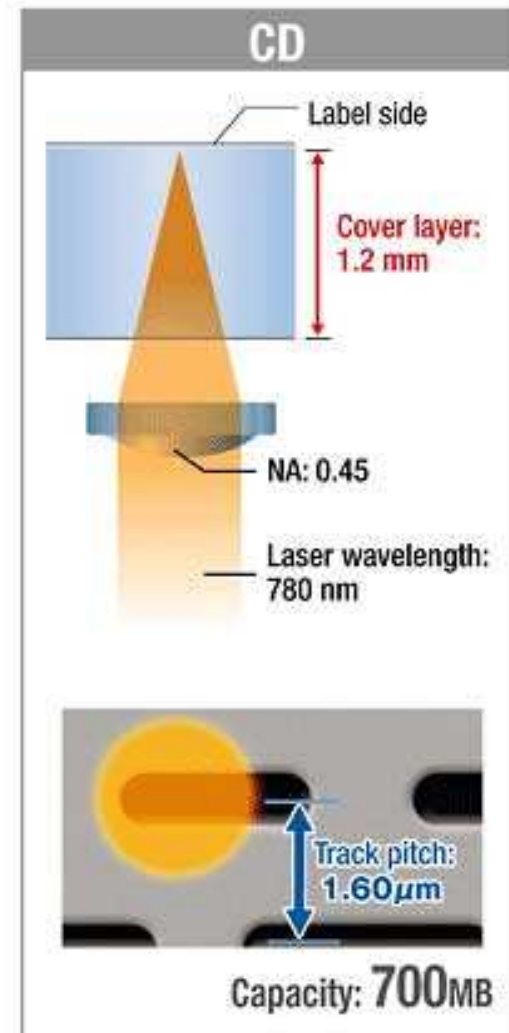
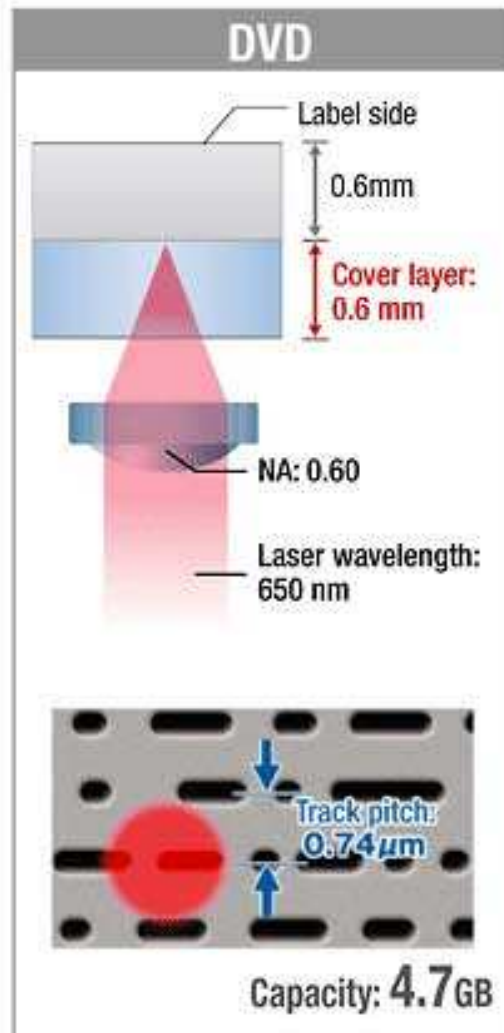
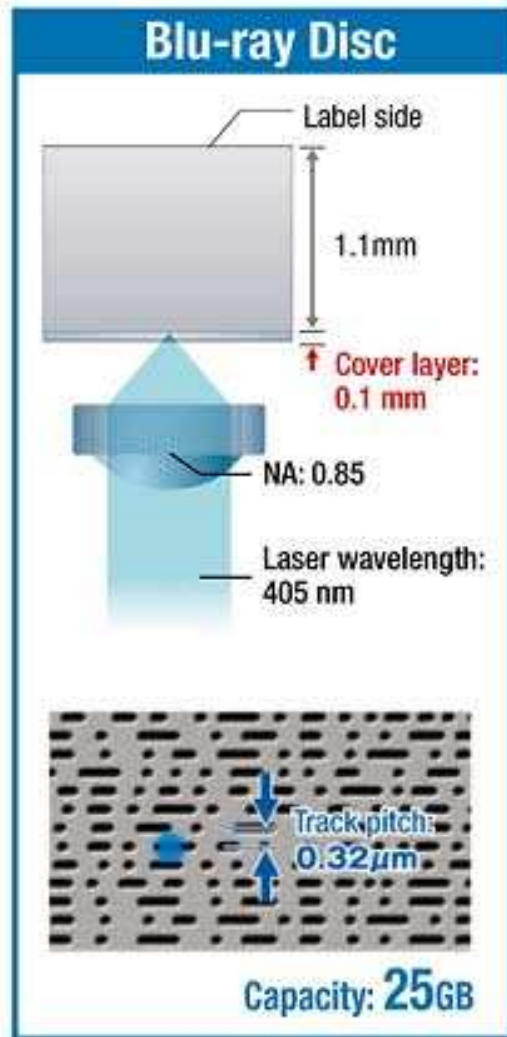
FORMATS	φ (cm)	cares/capes CR=cara CP=capa	Màx.Cap. GB $1\text{GB}=2^{30}$	T. Video aprox.
DVD5	12	1CR/1CP	4.38 GB	2h
DVD9	12	1CR/2CP	7.95 GB	4h.
DVD10	12	2CR/1CP	8.75 GB	4.5h.
DVD17	12	2CR/2CP	15.9 GB	8h.
DVD1	8	1CR/1CP	1.36 GB	0.5h.
DVD2	8	1CR/2CP	2.48 GB	1.3h.
DVD3	8	2CR/1CP	2.72 GB	1.4h.
DVD4	8	2CR/2CP	2.72 GB	2.5h.
DVD-R	12	1CR/1CP	3.68 GB	
DVD-R	12	2CR/1CP	7.38 GB	
DVD-R	8	1CR/1CP	1.15 GB	
DVD-R	8	2CR/1CP	2.29 GB	
DVD-RAM	12	1CR/1CP	2.40 GB	
DVD-RAM	12	2CR/1CP	4.80 GB	

A la cerca de major capacitat: **HD-DVD** i **Blu-ray**

MOLTES POSSIBILITATS



Evolució de la part òptica



Milllores del DVD: HD-DVD i el Blu-ray (I)

- Sony impulsa recerca en més capacitat (el 2000 crea la Play Station).
- Aparició del laser diode blau (Nakamura)
- 2002. Sony porta dos projecte d'alta densitat: UDO (Ultra Density Optical) i el DVR Blue (disc regravable) conjuntament amb Philips, que passen a ser el Blu-ray
- 2002. Warner Bross proposa discs d'alta densitat (2 capes) i suporta a Toshiba
 - Inici de la “Guerra dels formats:
- Sony i Philips amb el Blu-ray
- Toshiba, Warner, Nec, i altres : advanced optical disc HD-DVD
- 2005 Segueix sense unificació
 - Microsoft soporta a HD-DVD
 - Sun, Java suporta a Blu-ray
 - Es complica amb demandes de Hewlett-Packard contra Blu-ray (per usar Microsoft)

Milllores del DVD: HD-DVD i el Blu-ray (II)

- Alçada i caiguda del HD-DVD

- 2006. Toshiba llença el HD.DVD, amb èxit al Japó
- 2007 Gravadores de HD-DVD
- 2008 Primer pugen les vendes de HD-DVD en EUA i Japó. Warner retira suport al sistema. Comencen les baixades de vendes.
- 2008. Desembre. Es fa l'últim film en aquest format
- 2010. Blogs de suport i rumors....

- Triomf del Blu-ray

- 2009 Warner suporta a Blu-ray

Dades comparatives entre :

	<u>Blu-ray</u>	HD-DVD	<u>DVD</u>
Capacitat	25 GB (Capa Simple) 50 GB (Capa Doble)	15 GB (Capa Simple) 30 GB (Capa Doble)	4.7 GB (Capa Simple) 8,5GB (Capa Doble)
Longitud d'ona	405 nm (làser blau)	405 nm (làser blau)	650 nm (làser vermell)
Obertura numèrica	0.85	0.65	0.60
Diàmetre del disc			
Gruix del disc	1,2 mm	1,2 mm	1,2 mm
Capa de protecció	0,1 mm	0,6 mm	0,6 mm
Capa dura	Sí	No	No
Resistència a ratlles i brutícia	Sí	No	No
Separació entre pistes	0.32 μm	0.40 μm	0.74 μm

El làser:
com ens afecta?

El làser i la ficció



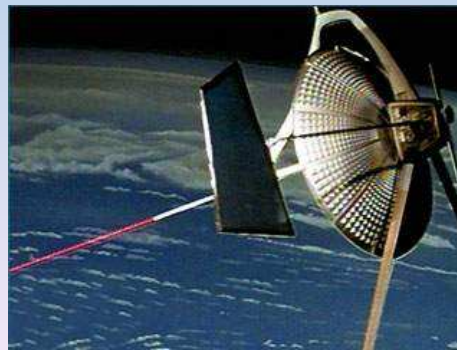
QUE ÉS EL LÀSER ?

Imatges que vàrem tenir



Star Wars
(1977)

James Bond
(1962)



Un precedent...

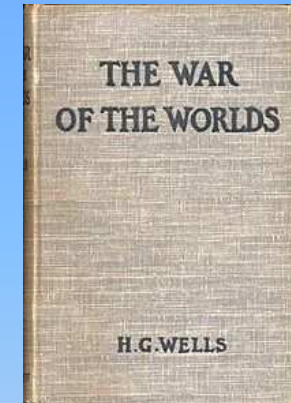
The War of the Worlds

L'obra original

"La Guerra dels Mons"

L'AUTOR

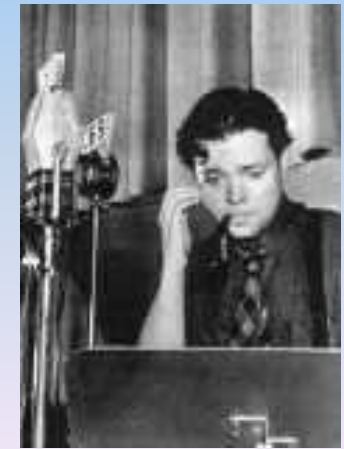
Herbert George Wells, més conegut com **H. G. Wells** (Bromley 1866- Londres 1946).
El **1898** Publica *The War of the Worlds*



1938. Una broma radiofònica

En el vespre de 30 d'octubre, de 1938: "Els invasors Marcians atacaven a la gent amb els seus **raigs** de calor, mentre simultàniament alliberant un gas negre tòxic contra el qual les caretes antigàs resultaven inútils."

Era simplement l'emissió setmanal d'Orson Welles i el Teatre Mercuri. Aquella setmana, en honor a Halloween, havien decidit fer una versió altament dramatitzada i actualitzada de la història de H.G. Wells, La Guerra dels Mons.



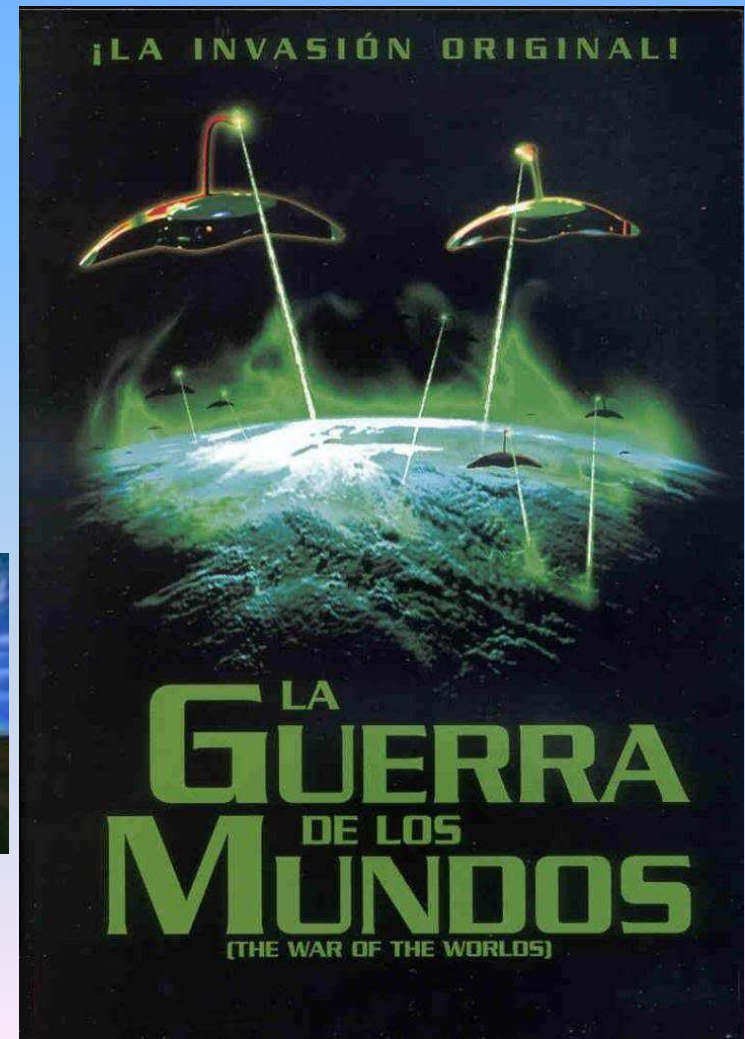
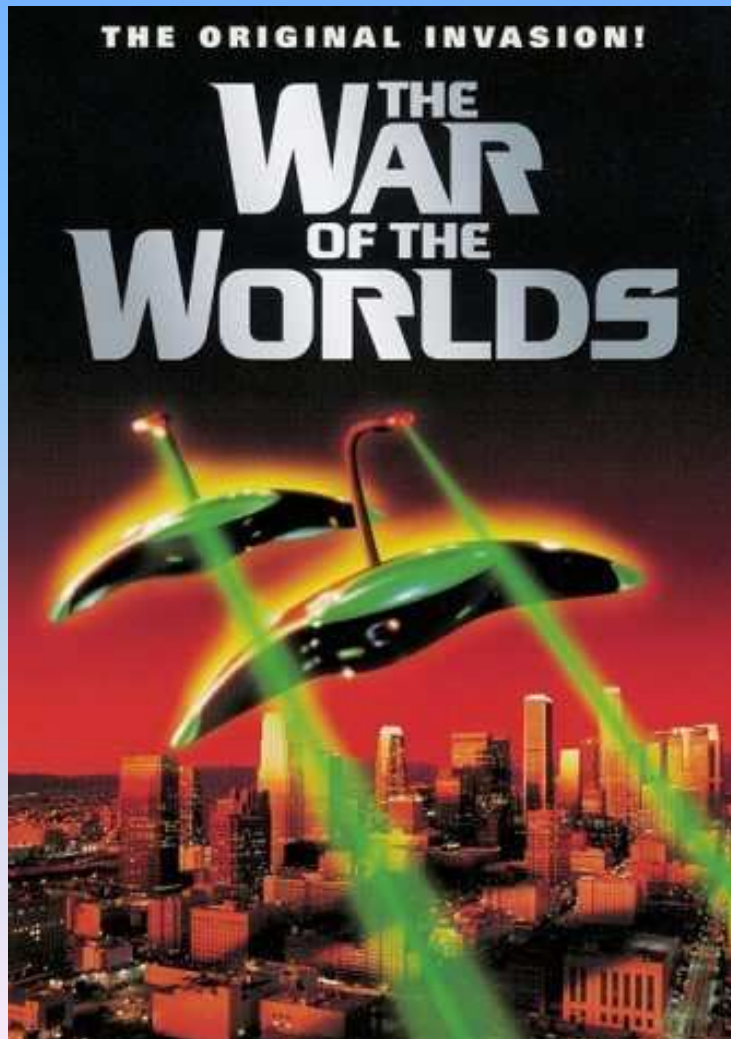
"War of the Worlds": Radio Show Panic

Un precedent del làser ?

The War of the Worlds

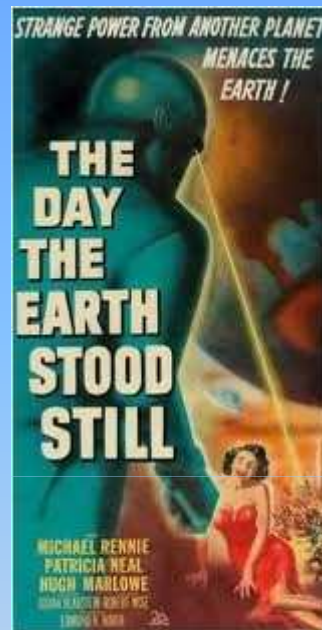
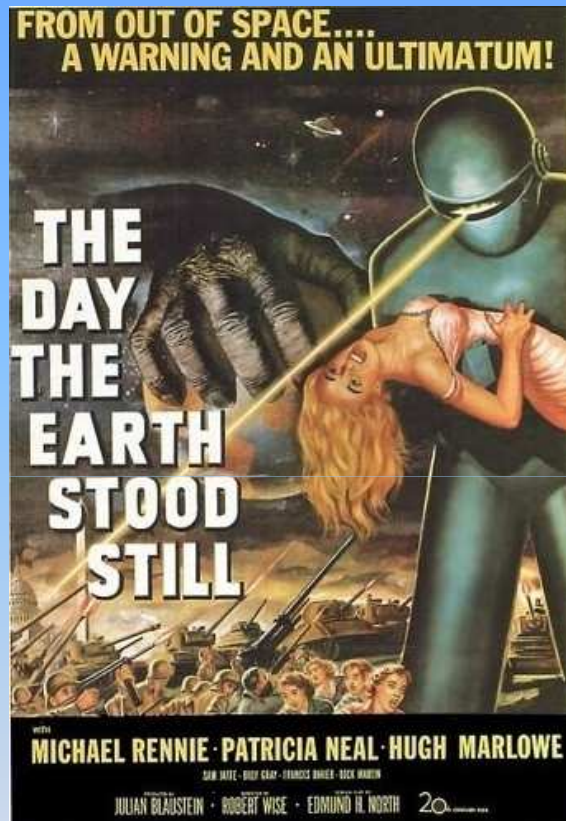
1953. El film

“La Guerra dels Mons”

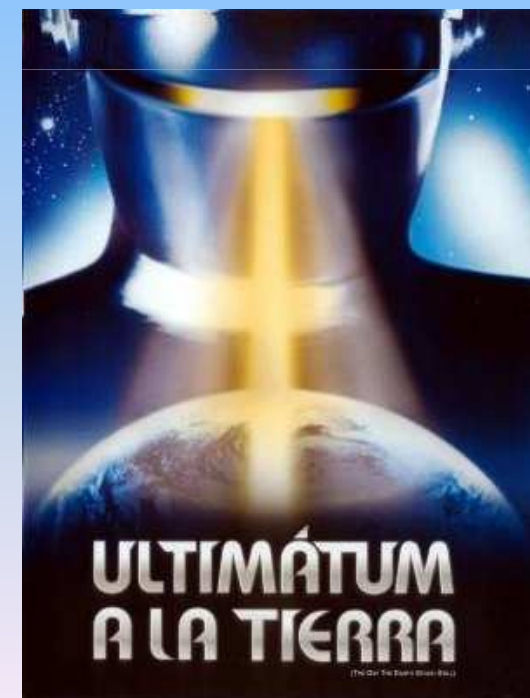


Un precedent del làser ? Un altre film

The Day the Earth Stood Still, 1951, Robert Wise



NOVA VERSIÓ
The Day the
Earth Stood Still,
2008,
Scott Derrickson



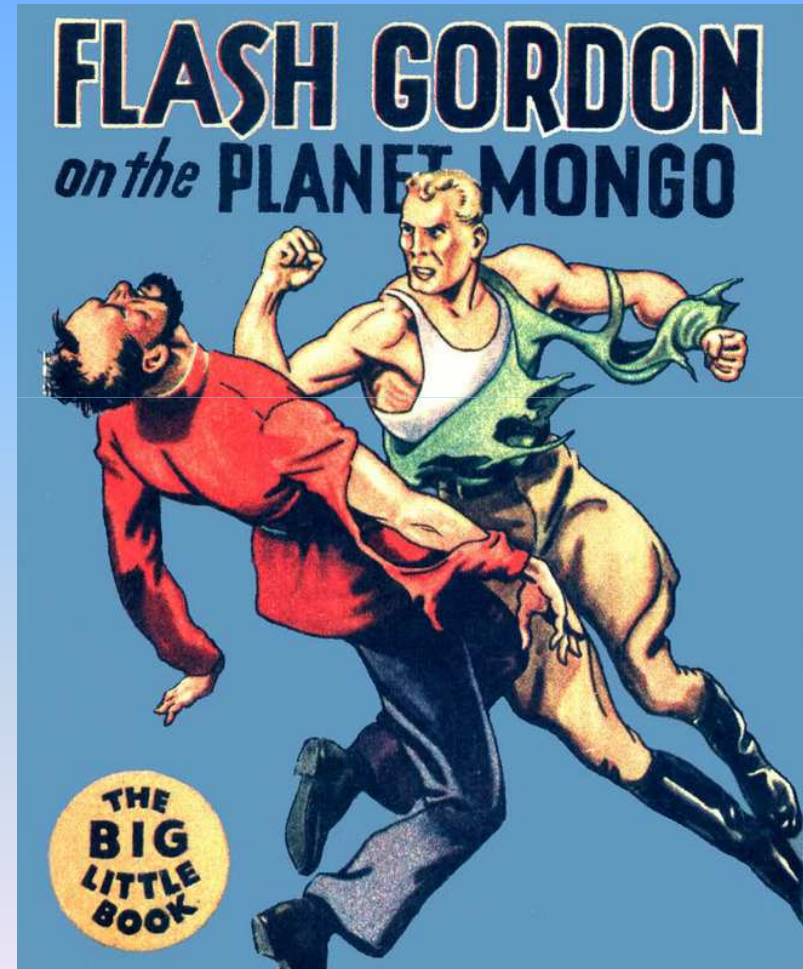
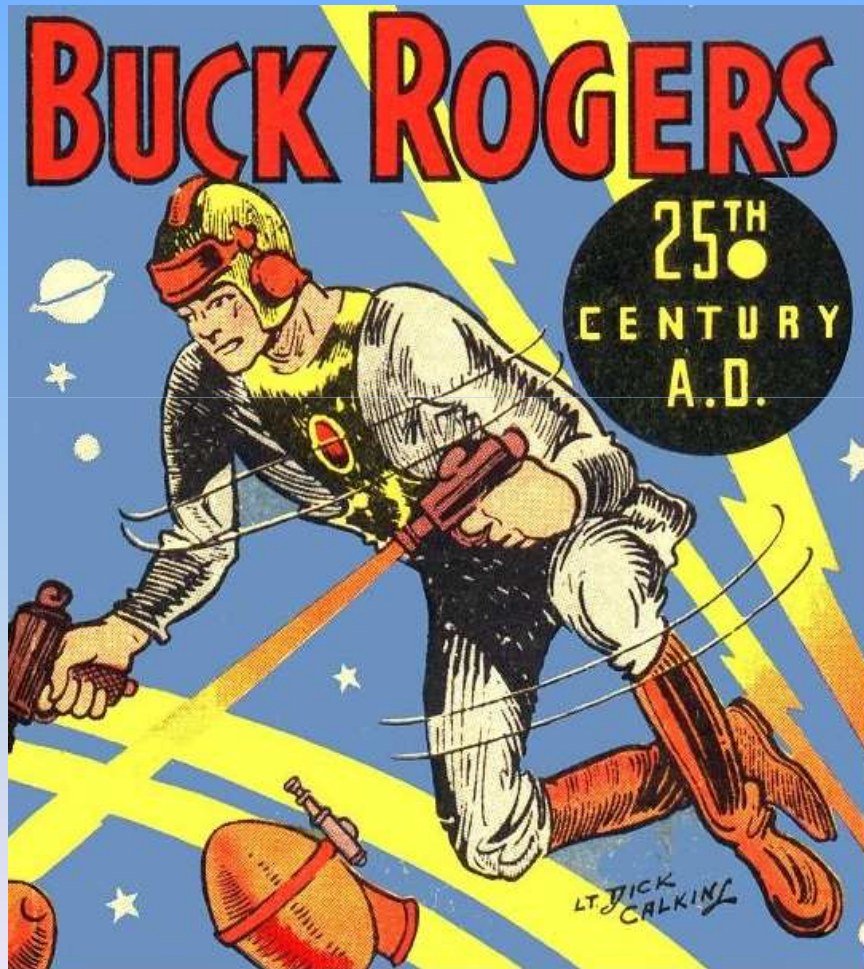
Els còmics

BUCK ROGERS

1928 (Philip F. Nowlan)

FLASH GORDON

1934 (Alex Raymond)



ARMES PRECURSORES DEL LÀSER?

VERSIONS CINEMATOGRAFÍQUES

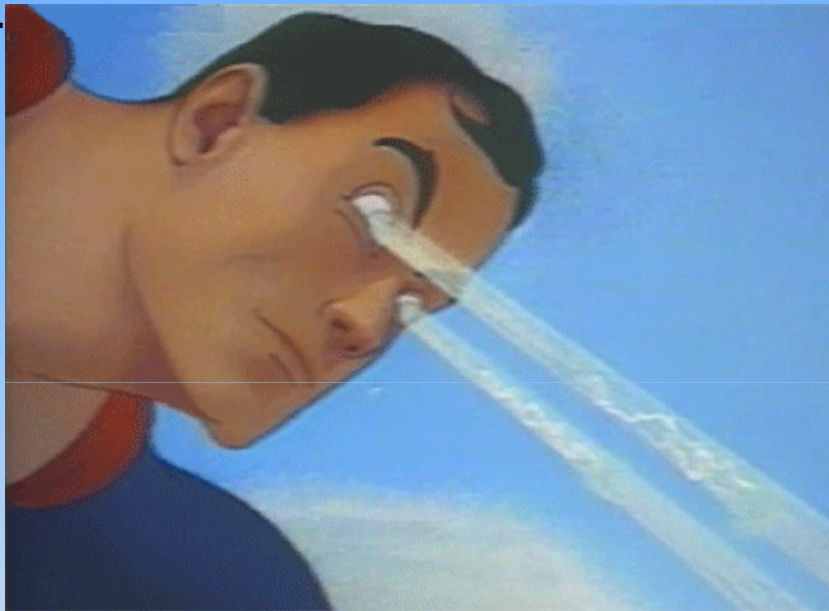
FLASH GORDON: 12 episodis entre 1936 i 1940 en 3 series, el 36, 38 i 40



Un super cas especial:

SUPERMAN

Creat per Jerry Siegel i Joe Shuster, per a la Detective Comics, Inc. el **1938**



X-ray vision
Heat vision
Superhuman vision

Captain America

El **Capità Amèrica** es un superhéroi patriòtic creat per Jack Kirby i Joe Simon per a la Marvel Comics el **1941** i ressucitat el 1964.

En ocasions en les que va perdre el seu escut de materials super resistents en fa servir altres diferents. Un d'ells, **generat fotònicament**, pot ésser transformat en un **fuet d'energia**.



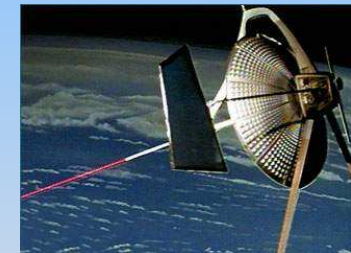
Després del descobriment del làser:

STAR WARS



<i>Star Wars</i>	1977
<i>The Empire Strikes Back</i>	1980
<i>Return of the Jedi</i>	1983
<i>The Phantom Menace</i>	1999
<i>Attack of the Clones</i>	2002
<i>Revenge of the Sith</i>	2005

JAMES BOND



<i>Dr, No</i>	1962
<i>From Russia with love</i>	1963
<i>Golfinger</i>	1964

...

Còmics post làser: **CYCLOPS**

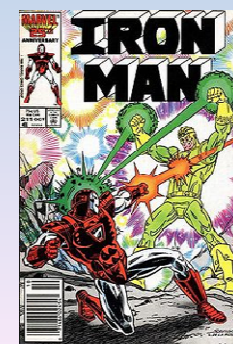
Cyclops (Scott Summers) is a fictional character, a superhero who is the field leader of the X-Men in the Marvel Comics Universe.

Created by writer Stan Lee and artist/co-writer Jack Kirby, he first appeared in *The X-Men* #1 September **1963**.



THE LIVING LASER

The Living Laser debuted in *The Avengers* #34 (Nov. 1966) as Arthur Parks, a scientist who created wrist-mounted laser units and a costume (writer Mike Conroy stated "Arthur Parks was a scientist sufficiently proficient to design laser projectors small enough to wear on his wrists, quite the achievement in 1966.")



Còmics post làser: **SPECTRA**



*Finalitat didàctica
Protagonista :
una noia*

One day Lucinda changed from being an ordinary teen and transformed into the powerful Spectra, a superhero with the powers of a laser.

In PhysicsQuest 2009 students will learn about why lasers are one of the most important inventions of the 20th century and at the forefront of many technology breakthroughs in the 21st century.

Written by Rebecca Thompson-Flagg and illustrated by Kerry G. Johnson



- La idea d'una potent concentració de llum sembla evident des de que l'home va veure rajos i llamps en una tempesta.
- Els rajos en direcció rectilínia donen idea de connexió i de transport.
- Els rajos de llum s'associen a una idea de potència, poder, comunicació, transferència ...



Gràcies per la vostra
atenció

