

Light Emission Diode (LED)

Εκπομπή Φωτός από Δίοδο

Καθ. Α. Αραβαντινός
Ακ. Υπ. Μ. Καραγιάννη
Παν. Δυτικής Αττικής

LED - φωτογραφηση



By Rhododendrites - Own work, CC BY-SA 4.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=53815991>

Πώς περιγράφουμε τη διάδοση του φωτός

- Φωτεινές Ακτίνες → Γεωμετρική Οπτική



$\lambda \ll$ διαστάσεις εμποδίου



σκιά

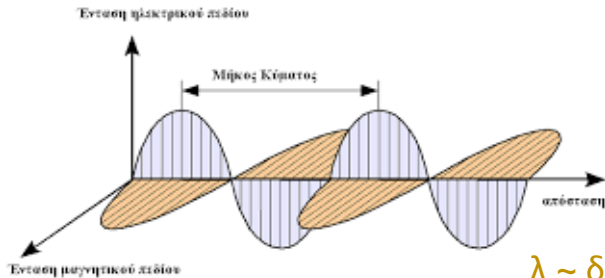


ανάκλαση

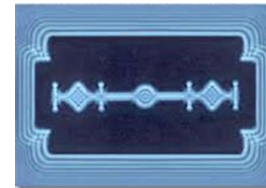
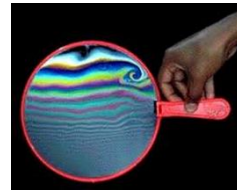


διάθλαση

- Ηλεκτρομαγνητικά κύματα → Κυματική Οπτική

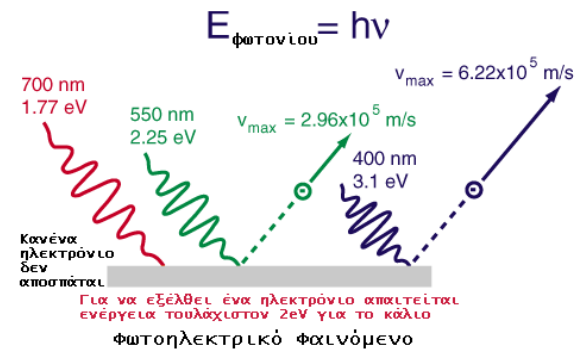


$\lambda \sim$ διαστάσεις εμποδίου



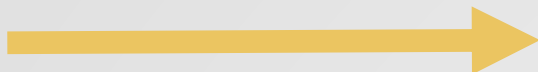
- Φωτόνια → Κβαντική Οπτική

$E = h\nu$





Φως



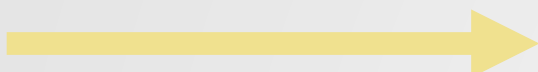
Τι είναι;



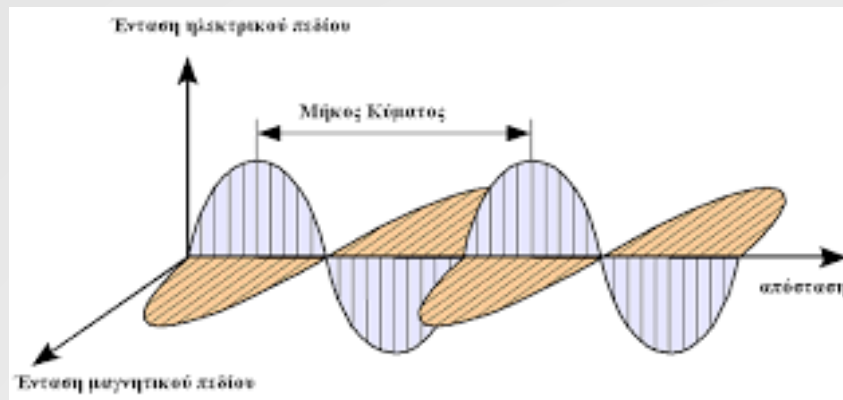
διάδοση
ενέργειας



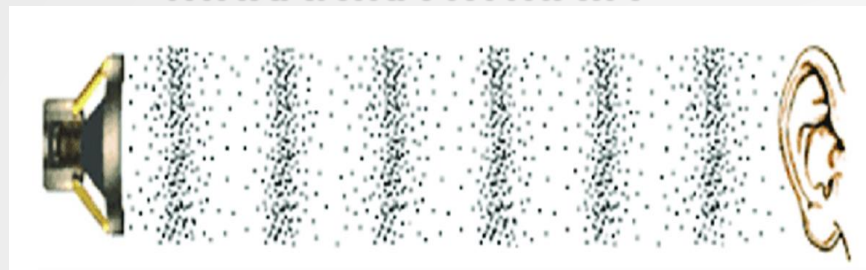
Ήχος



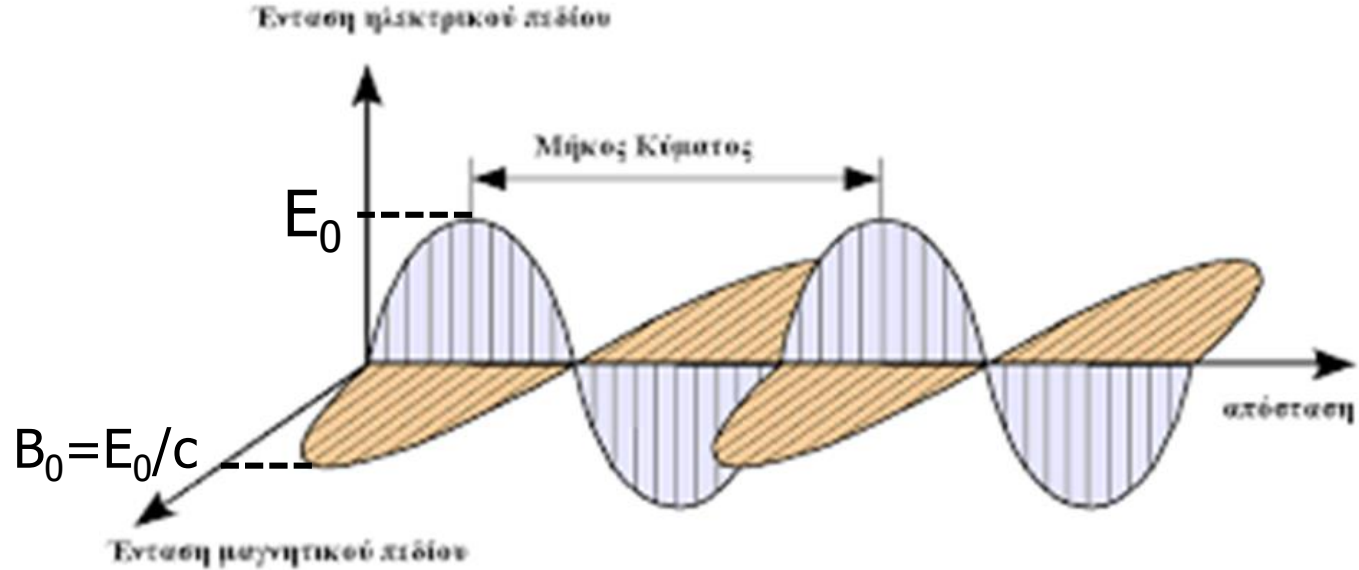
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ



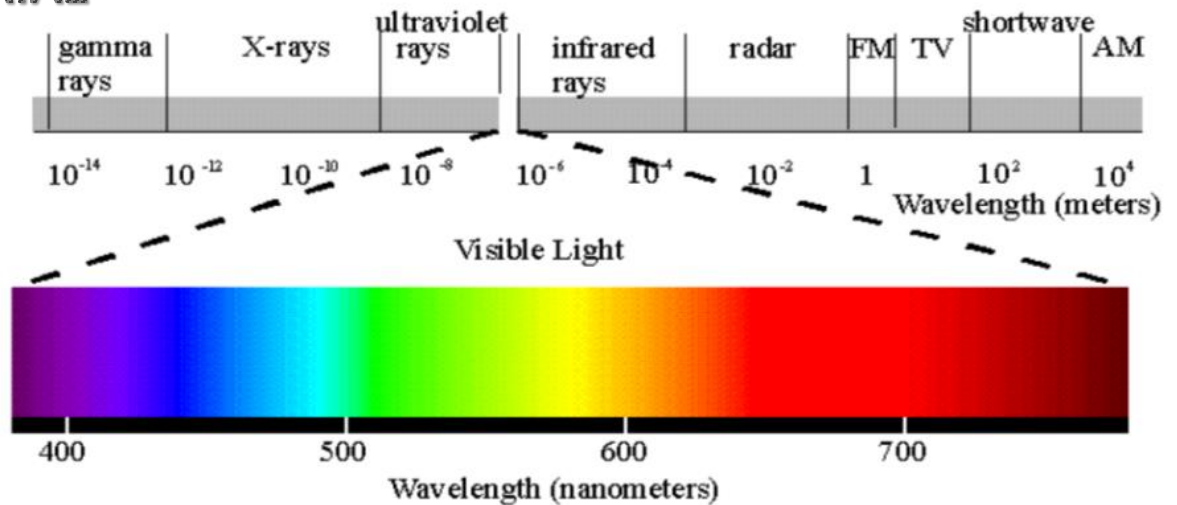
ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ



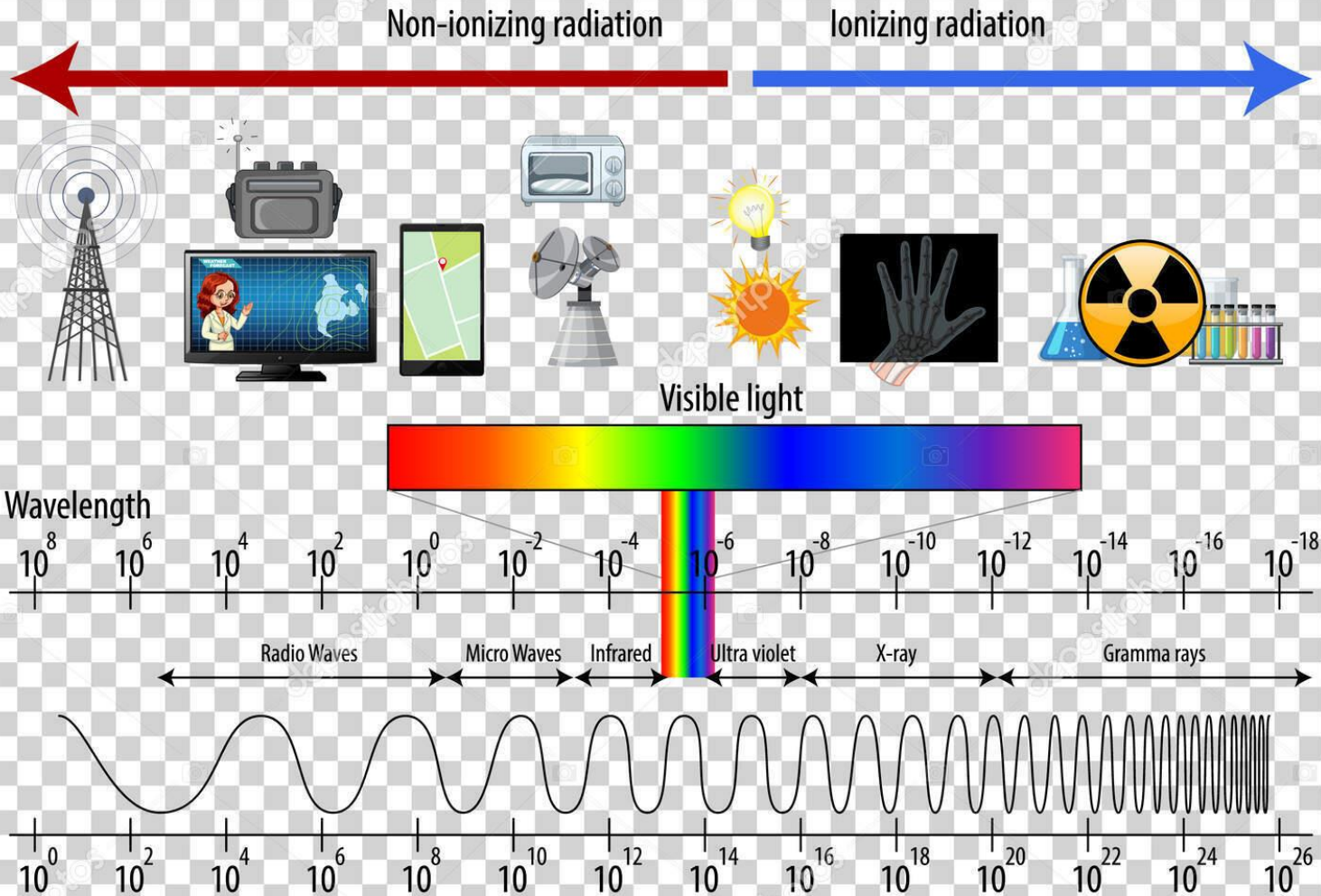
ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΚΥΜΑΤΑ



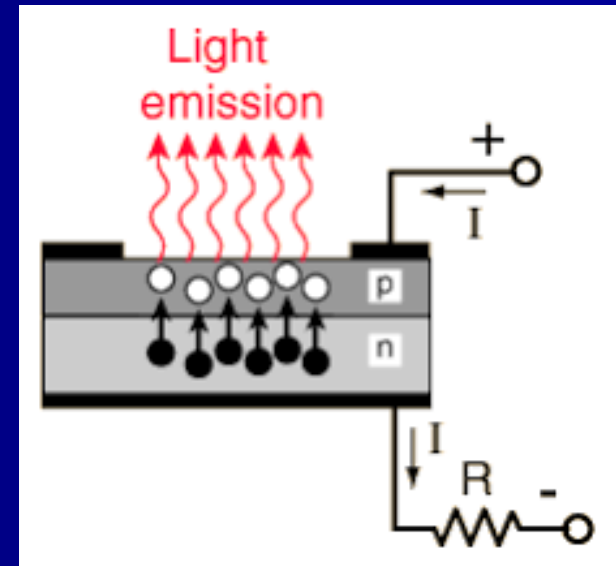
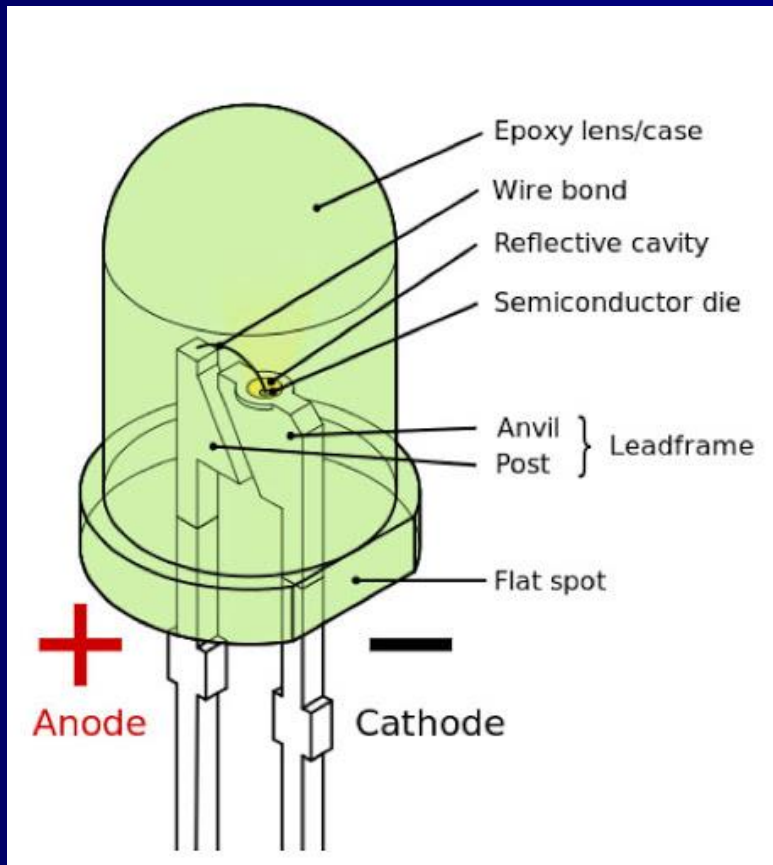
ΦΑΣΜΑ Η/Μ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ



THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM



LED, εκπομπή φωτός



Μηχανισμός λειτουργίας (πρόσμιξη Ga)

- Ημιαγωγός τύπου p (positive)

Στην κρυσταλλική δομή του υπάρχει έλλειμα ηλεκτρονίων (περίσσεια θετικών οπών).

Παράδειγμα : Σε κρύσταλλο (Si) γίνεται προσθήκη ατόμων (Ga). Το γάλλιο έχει 3 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα και όχι 4 όπως το πυρίτιο έτσι δημιουργείται οπή.

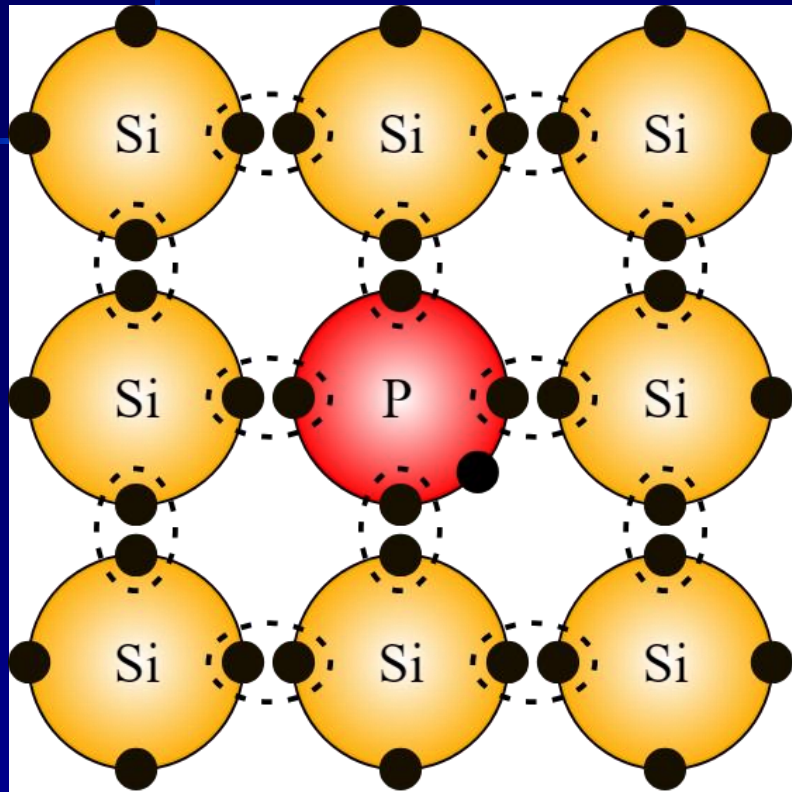
Μηχανισμός λειτουργίας (πρόσμειξη As)

- Ημιαγωγός τύπου n (negative)

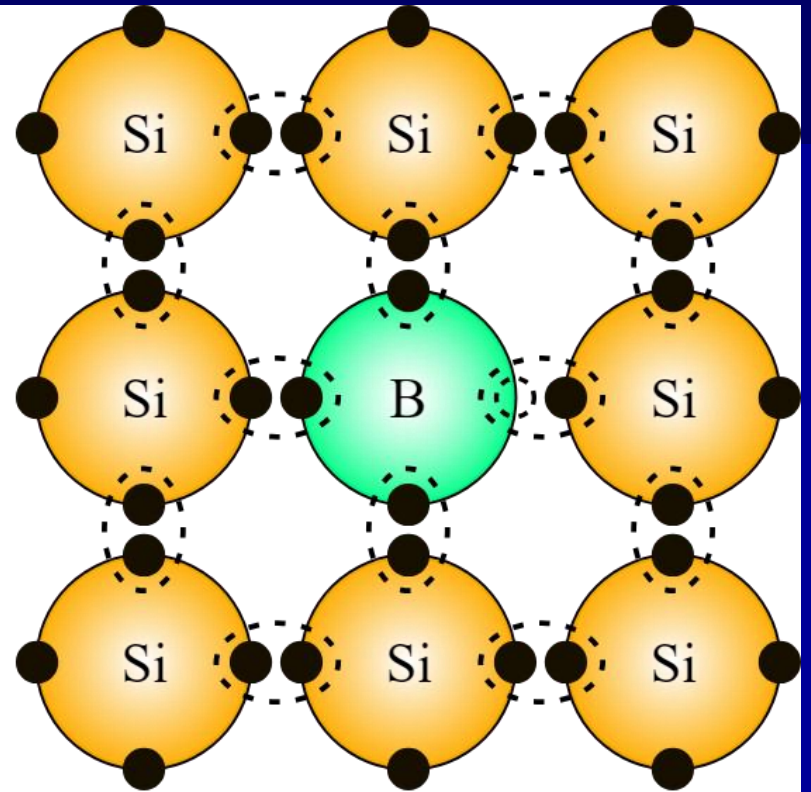
Στην κρυσταλλική δομή του υπάρχει περίσσεια ηλεκτρονίων.

Παράδειγμα : Σε κρύσταλλο (Si) γίνεται προσθήκη ατόμων (As). Το αρσενικό έχει 5 ηλεκτρόνια στην εξωτερική στοιβάδα και όχι 4 όπως το πυρίτιο έτσι δημιουργείται ένα επιπλέον ηλεκτρόνιο.

Ημιαγωγοί τύπου n & p



n-type

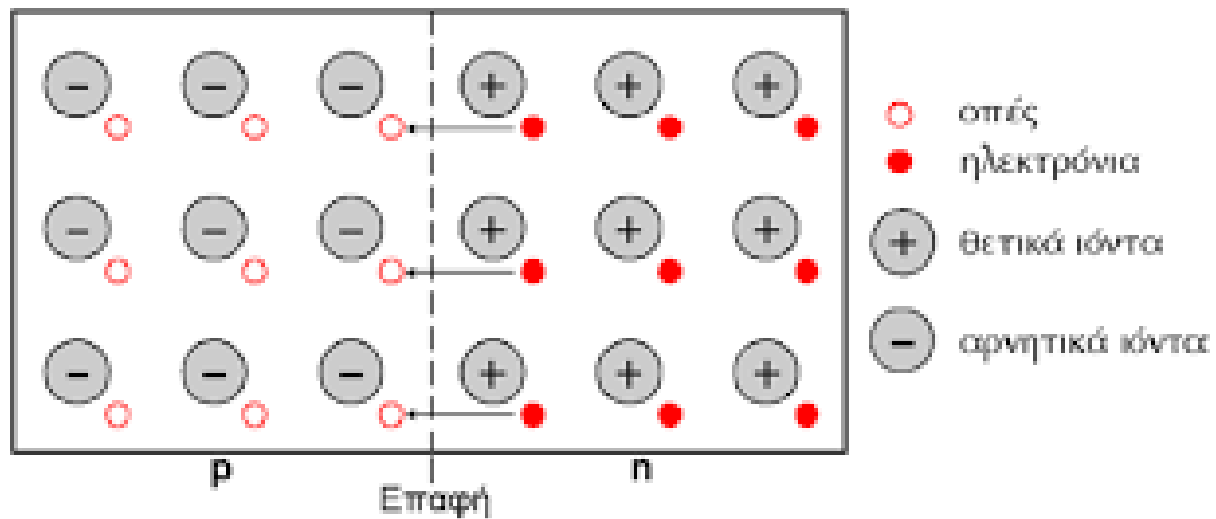


p-type

Κατανομή ηλεκτρονίων σε ενεργειακές στάθμες

	Στοιχείο	K 1s	L 2s 2p	M 3s 3p 3d	N 4s 4p 4d 4f
Z=14	Πυρίτιο (Si)	2	8	4	
Z=31	Γάλλιο (Ga)	2	8	18	3
Z=33	Αρσενικό (As)	2	8	18	5

Επαφή – Δίοδος p-n



Σχήμα 1: Επαφή / Δίοδος p-n

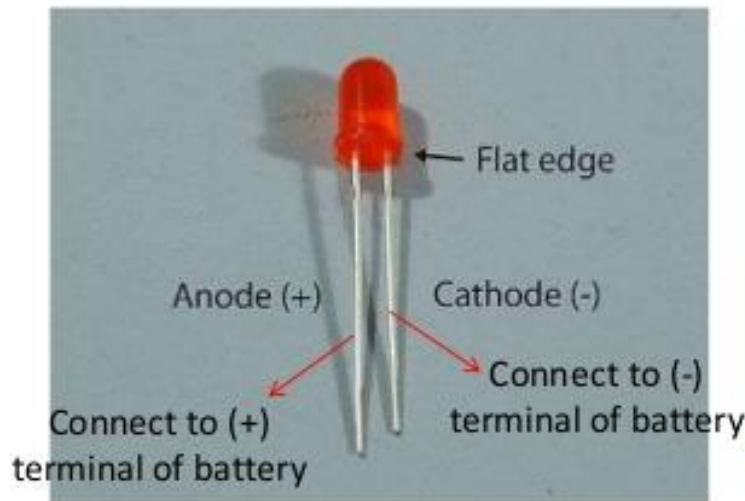
Μηχανισμός λειτουργίας

- Ένας ημιαγωγός όταν διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα ηλεκτρόνια του (της ζώνης αγωγιμότητας) επανασυνδέονται με οπές ηλεκτρονίων (της ζώνης σθένους) και έτσι απελευθερώνεται στο περιβάλλον ενέργεια υπό μορφή φωτός.
- Το μήκος κύματος του φωτός εξαρτάται από το «διάκενο» της ενεργειακής ζώνης του ημιαγωγού.

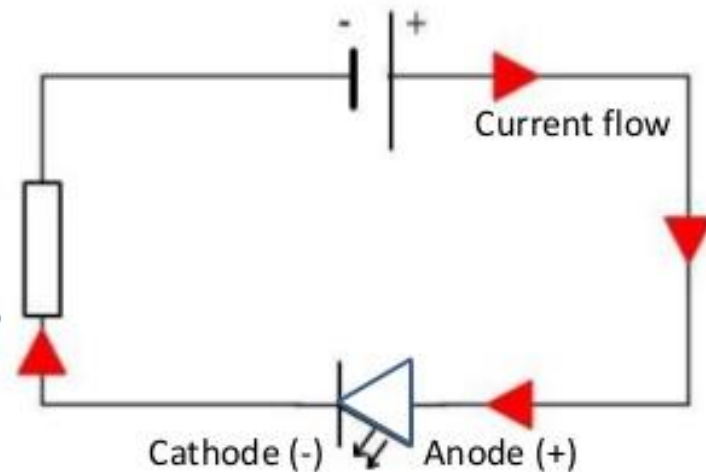
LED

Κύκλωμα λειτουργίας

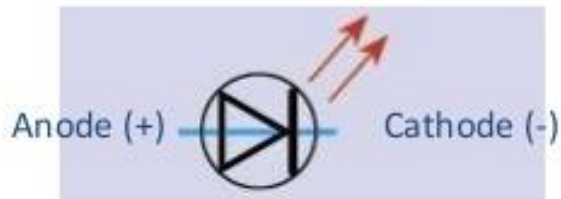
Circuit symbols for LED



Use of LED in forward bias state in an electric circuit



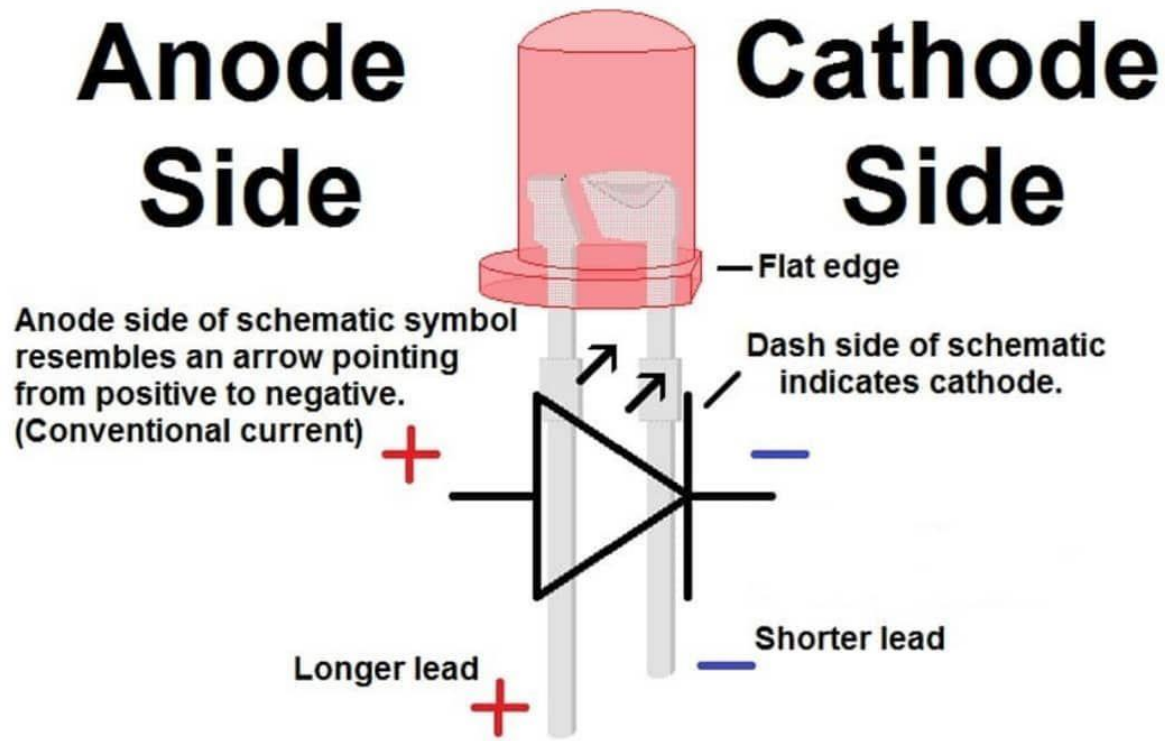
OR



LED

Γεωμετρικά χαρακτηριστικά

LED DIAGRAM:



LED: Κωνική δέσμη εκπομπής

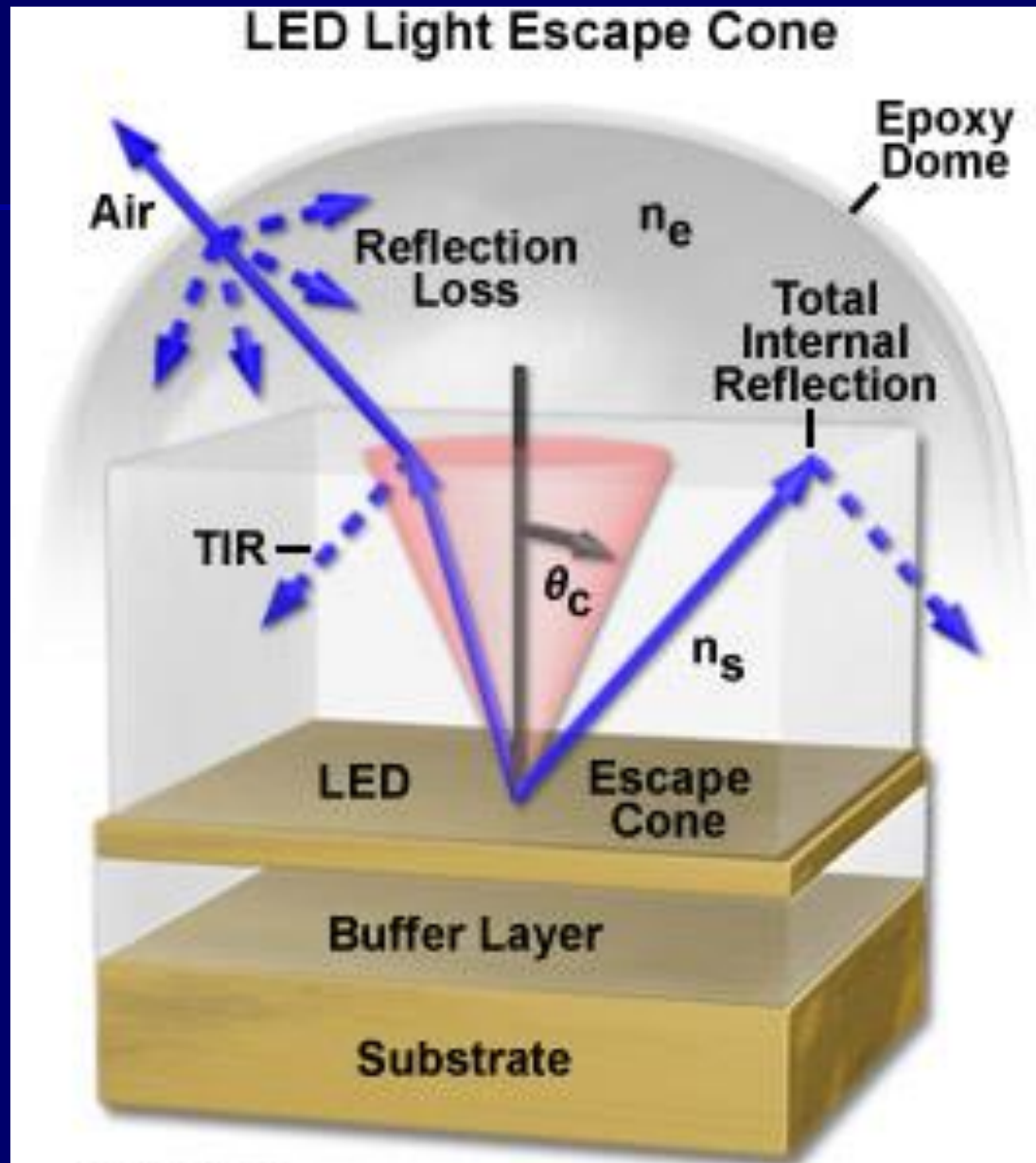
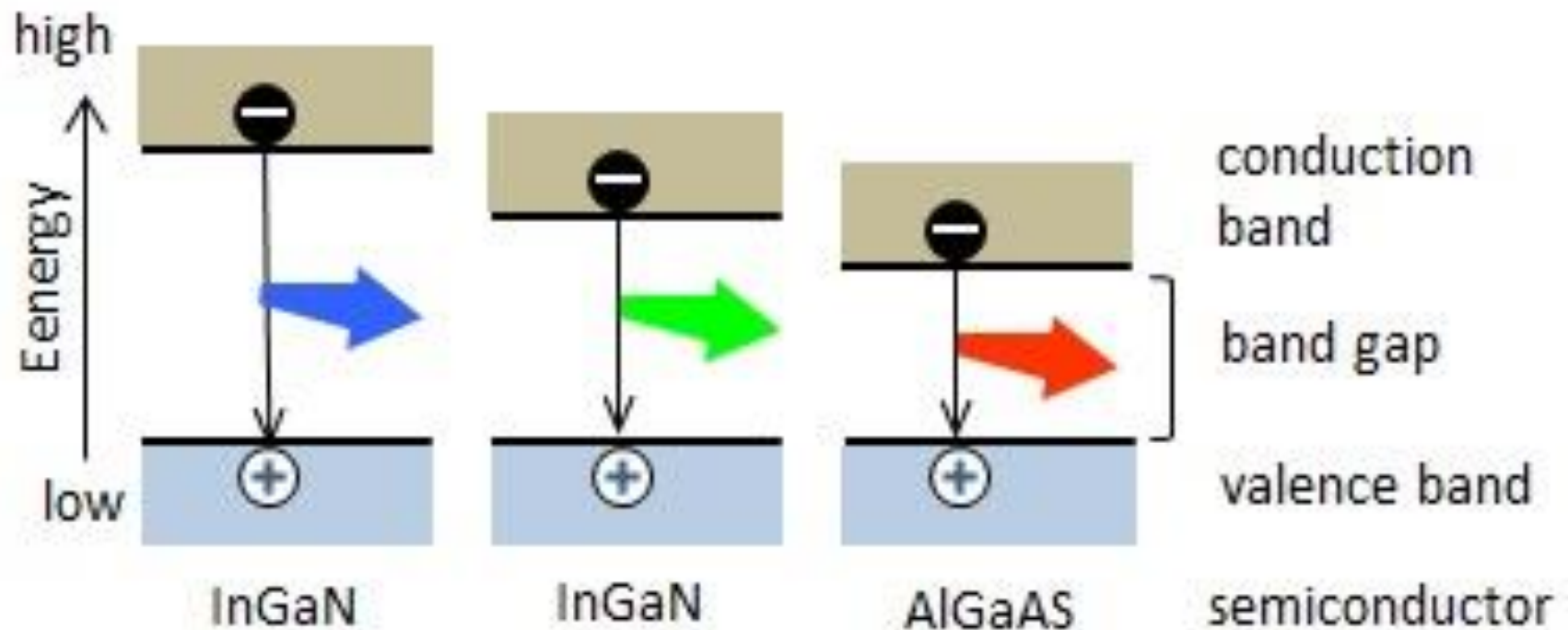
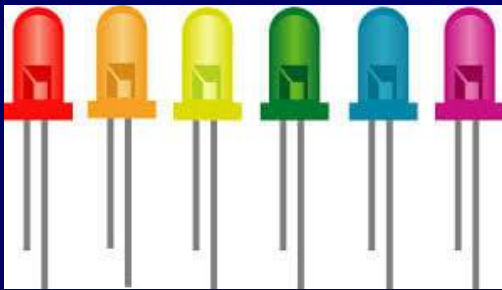


Figure 6

Κατηγορίες LED



Κατηγορίες LED



Physics of Light-Emitting Diodes (LEDs)

Blue LED



Red – Green - Blue



2014 – Nobel Prize in Physics

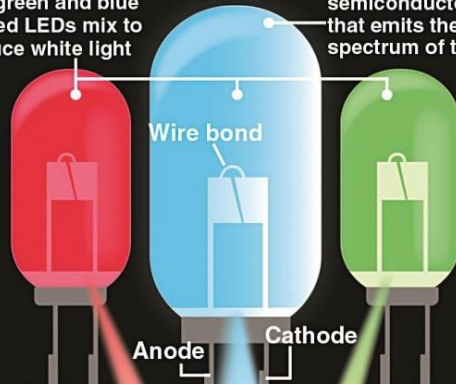
Nobel Prize: Blue LED

Professors Hiroshi Amano, Isamu Akasaki and Shuji Nakamura made the first blue LEDs in the early 1990s, revolutionizing how lights and technology work today.

LED: Light-emitting diode

Red, green and blue colored LEDs mix to produce white light

Blue LEDs use Indium gallium nitride (InGaN) a semiconductor material that emits the brightest spectrum of the color



LEDs convert electricity directly into photons of light, using less energy than light bulbs and fluorescent lamps

Light Bulb
- 16 lm/W*

LED - 300 lm/W

Fluorescent lamp
- 70 lm/W

*lm/W: Lumens per watt

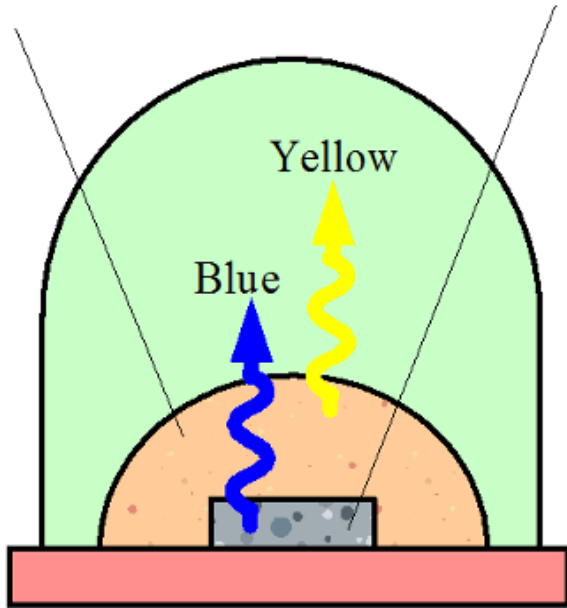
Sources: The Royal Swedish Academy of Sciences, NoblePrize.org, OSRAM Opto Semiconductors, BBC, Reuters
Graphic: Erik Rodriguez

© 2014 MCT

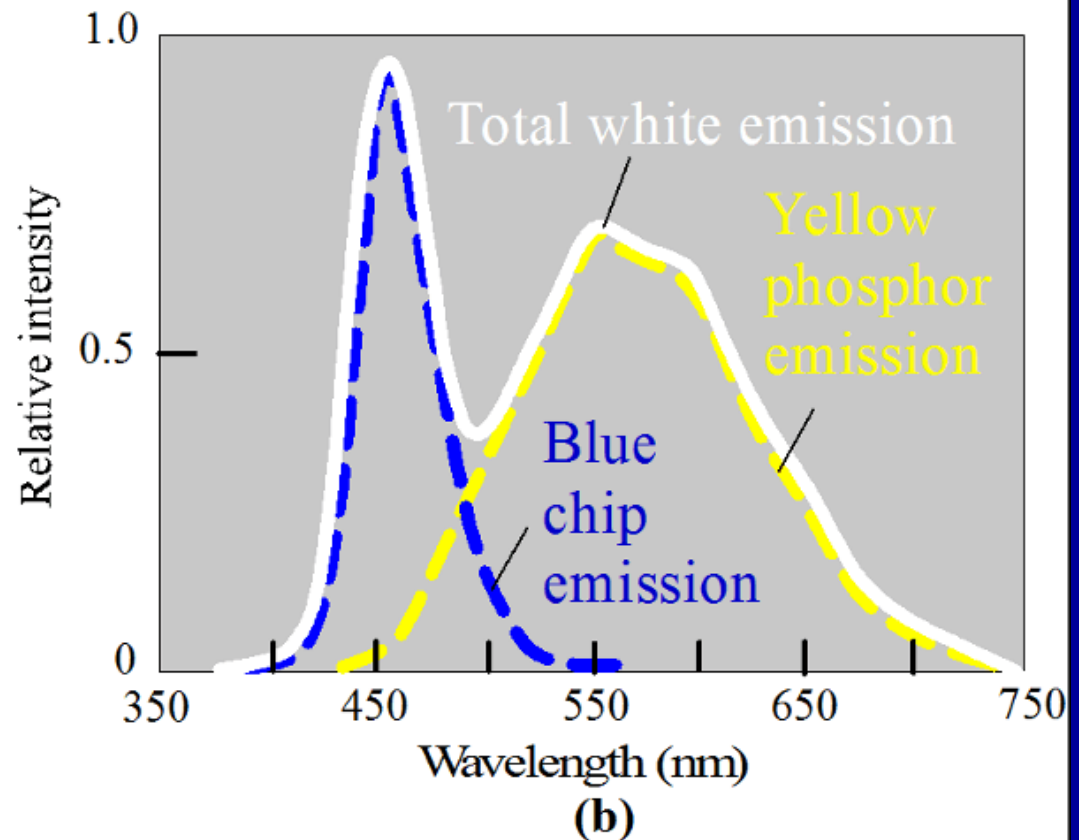
The image is a formal award announcement from the Nobel Prize website. At the top, it features two gold Nobel medals. Below them, the text reads: "The Royal Swedish Academy of Sciences has decided to award the 2014 NOBEL PRIZE IN PHYSICS to: Isamu Akasaki, Hiroshi Amano and Shuji Nakamura". The names of the winners are accompanied by stylized portraits. At the bottom, the award is given "for the invention of efficient blue light-emitting diodes which has enabled bright and energy-saving white light sources". The website logo "Nobelprize.org" and "The Official Web Site of the Nobel Prize" are at the bottom.

Blue LED + yellow phosphor

Phosphor (YAG): yellow emission
InGaN chip: blue emission



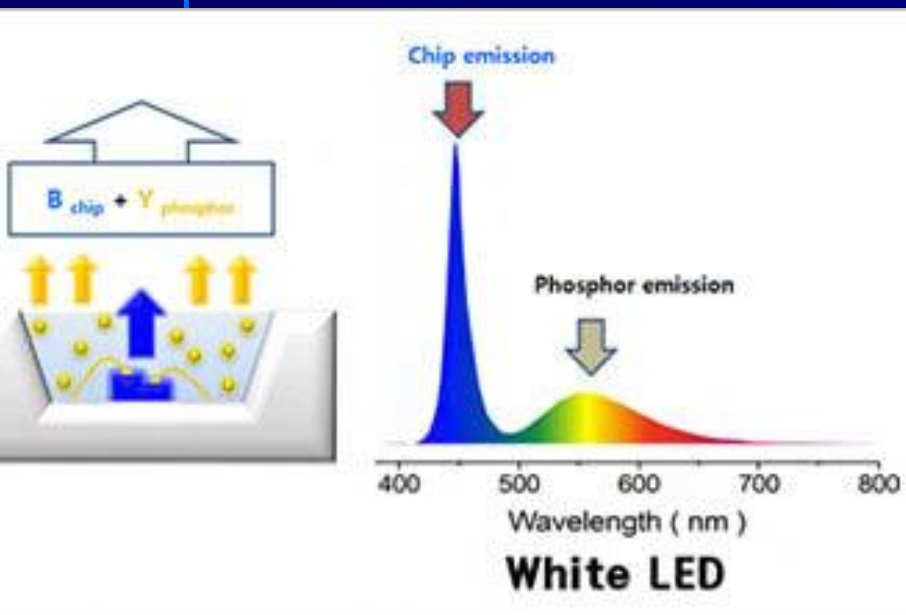
White LED
(a)



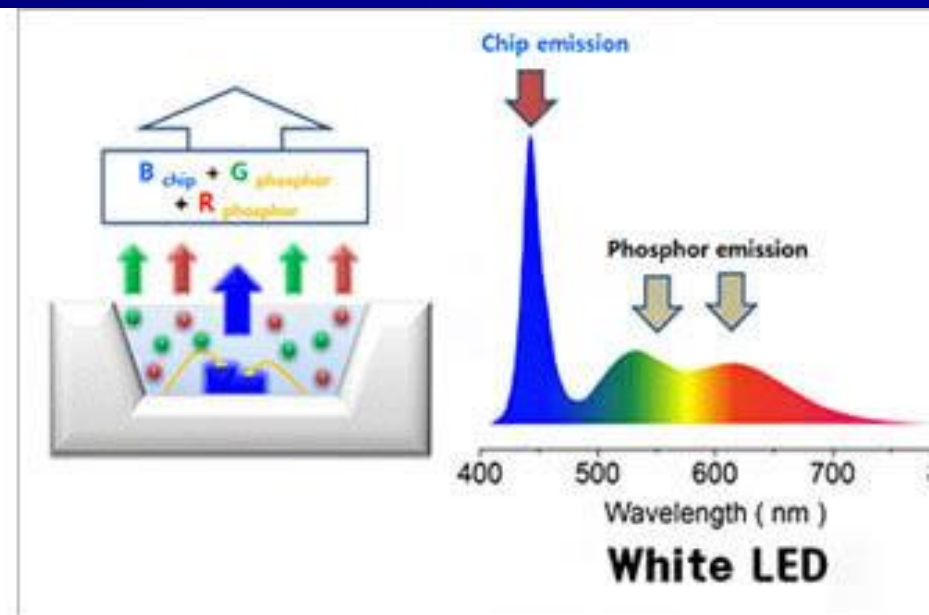
(b)

Blue LED + yellow phosphor

Blue LED + several phosphors

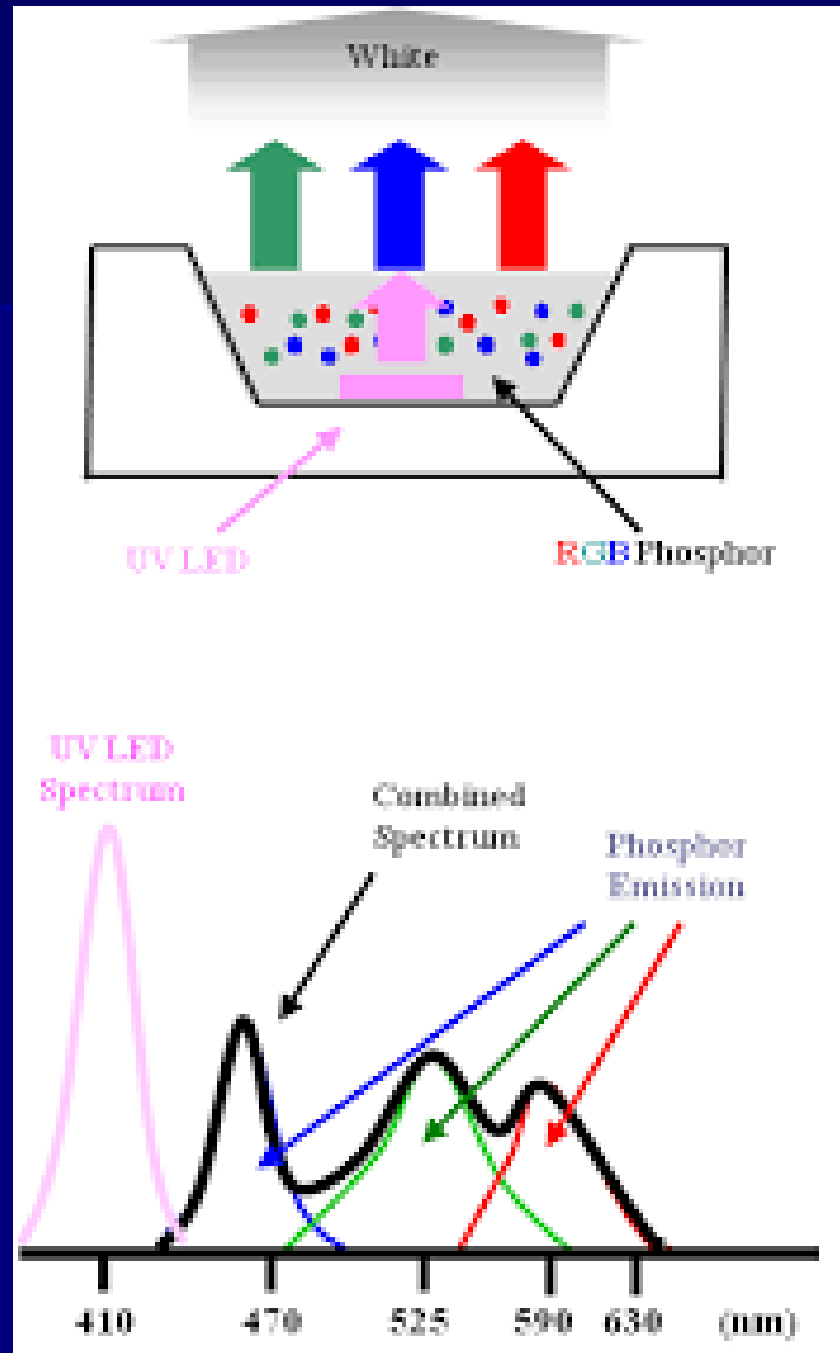


Blue chip + Yellow phosphor

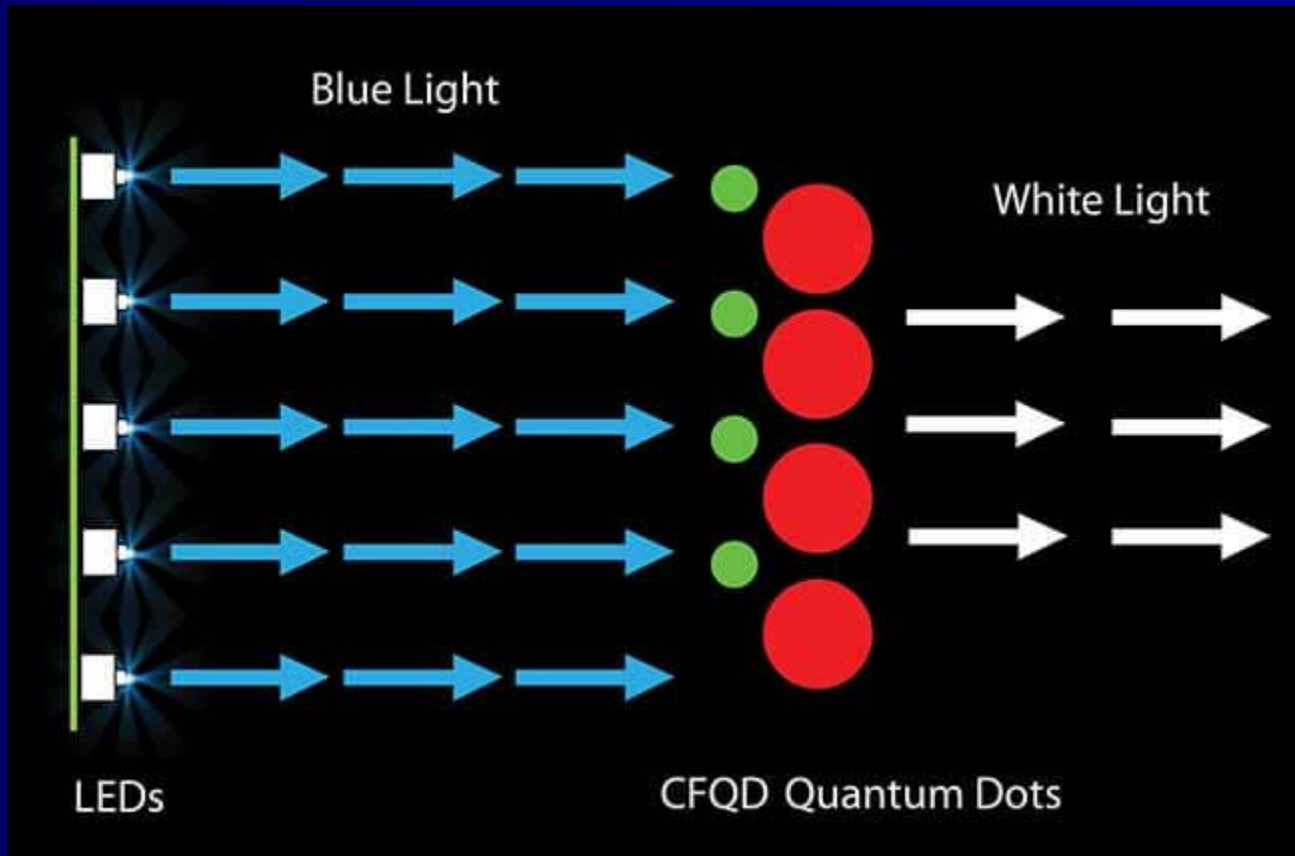


Blue chip + Green & red phosphor

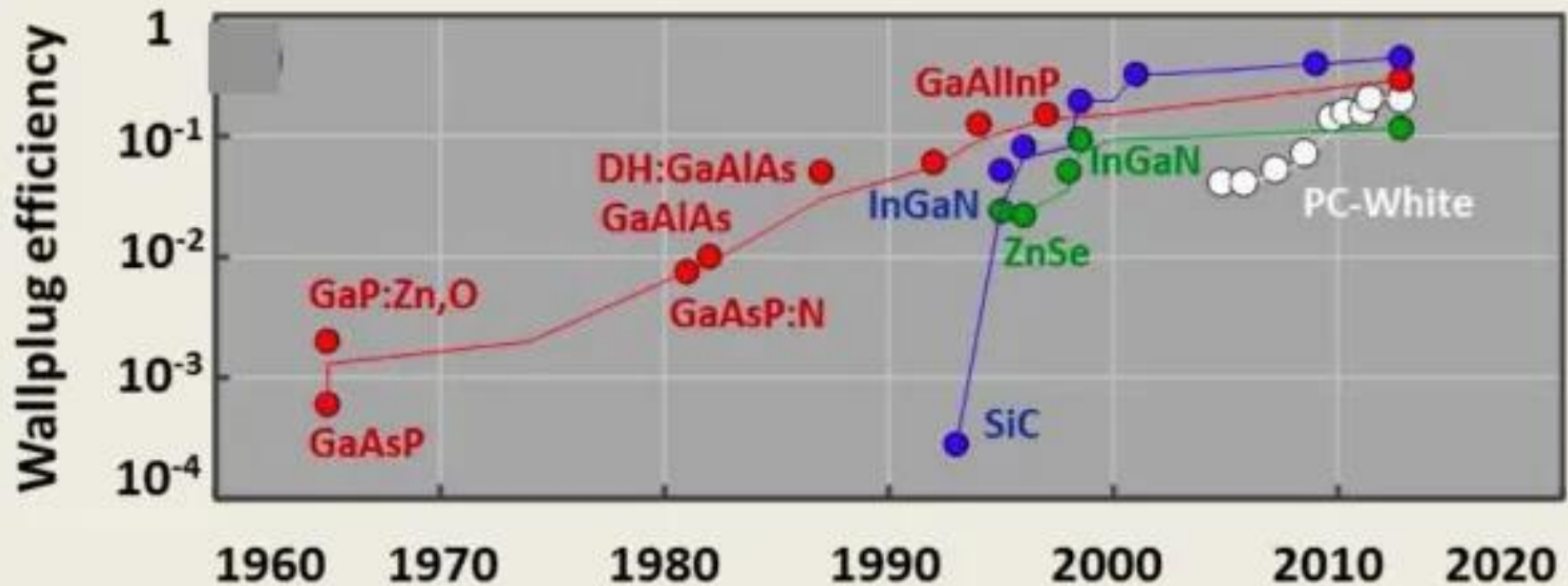
UV LED + (B,G,R) phosphors



Blue LED + Quantum dots



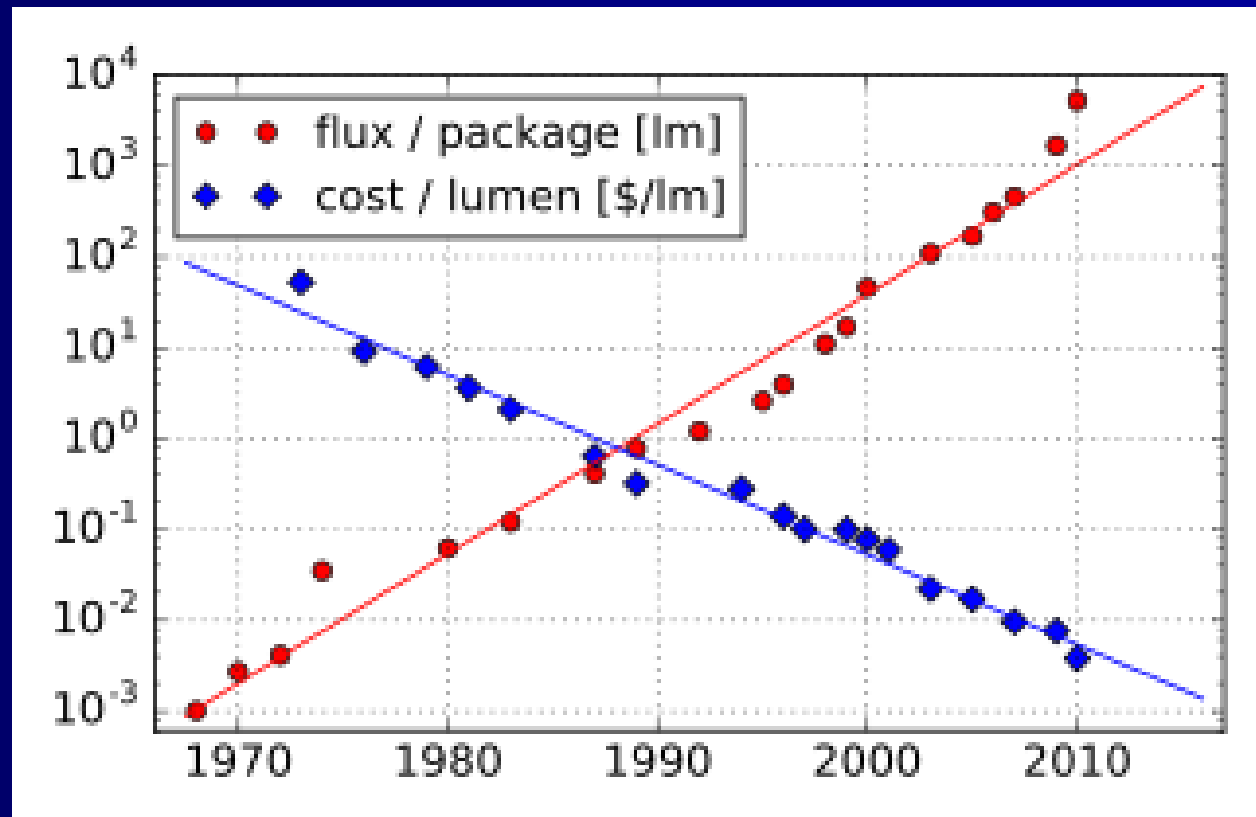
Διαχρονική εξέλιξη των LED



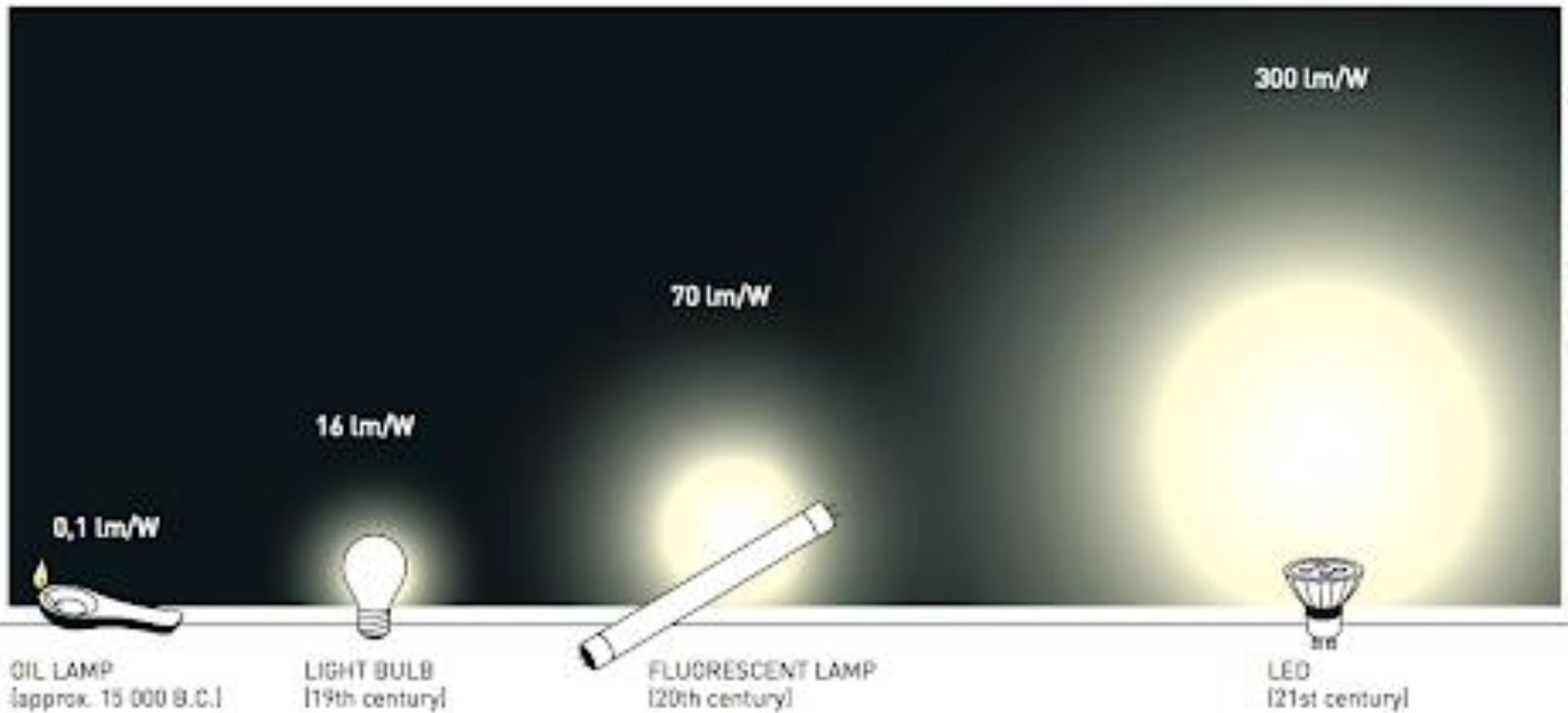
Φωτιστικές πηγές



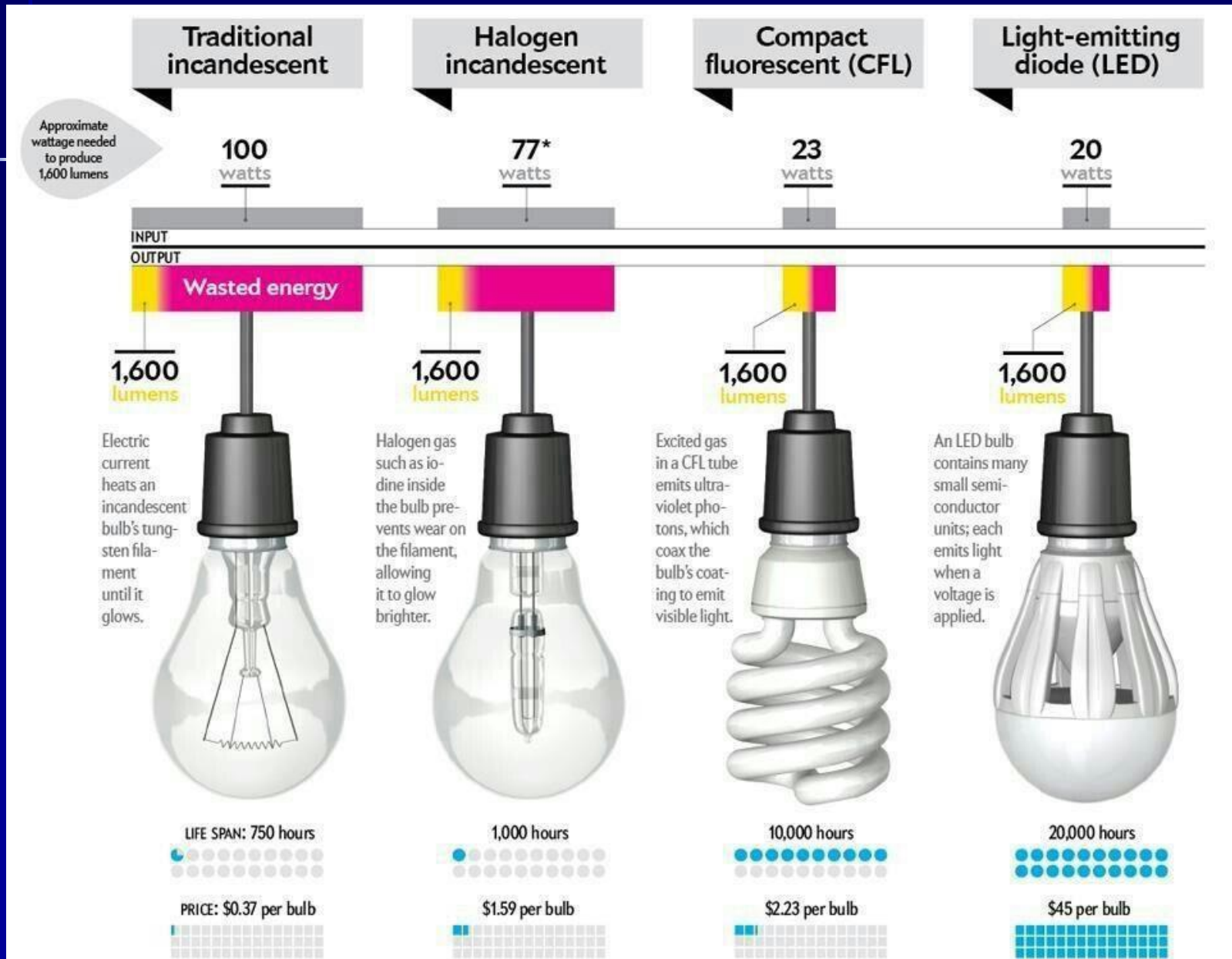
Κόστος – Φωτεινή ροή



Απόδοση φωτιστικών πηγών



Σύγκριση φωτιστικών πηγών



ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ LED σε ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΤΟΥΝΤΙΟ



ΦΩΤΙΣΤΙΚΑ LED σε φωτογραφικό στούντιο



Φωτιστικές Πηγές LED

- Χαμηλό κόστος αγοράς
- Χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση
- Πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής
- Άμεση απόκριση λειτουργίας
- Πολύ καλή απόδοση
- Ευρύ φάσμα θερμοκρασίας χρωμάτων
- Μεγάλη ποικιλία εφαρμογών

Ευχαριστώ πολύ
για την προσοχή σας