



LASERs



ΑΤΟΜΟ

Η συνηθισμένη ύλη δομείται από τρία σωματίδια:

Ηλεκτρόνιο [φορτίο $-e \cong -1.602 \times 10^{-19}\text{C}$, μάζα $m_e \cong 9.109 \times 10^{-31}\text{Kgr}$]

Πρωτόνιο [φορτίο e , μάζα $m_p \cong 1.673 \times 10^{-27}\text{Kgr}$]

Νετρόνιο [φορτίο 0 , μάζα $m_n \cong 1.675 \times 10^{-27}\text{Kgr}$]

Τα σωματίδια αυτά συνθέτουν τις βασικές μονάδες ύλης, **τα άτομα**, οι ιδιότητες των οποίων σε μικροσκοπική κλίμακα καθορίζουν (είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με) τις μακροσκοπικές ιδιότητες όλων των υλικών του κόσμου μας.

Μερικά βασικά μεγέθη που χαρακτηρίζουν τον κόσμο των «ατόμων»

Μάζα: 1.67×10^{-27} to 4.52×10^{-25} kg

Ηλεκτρικό φορτίο: μηδέν (ουδέτερο άτομο), ή όσο το φορτίο
ιόντος για φορτισμένο άτομο

Διάμετρος: 62 pm (He) to 520 pm (Cs)

Παράδειγματα τα άτομα Au & Li

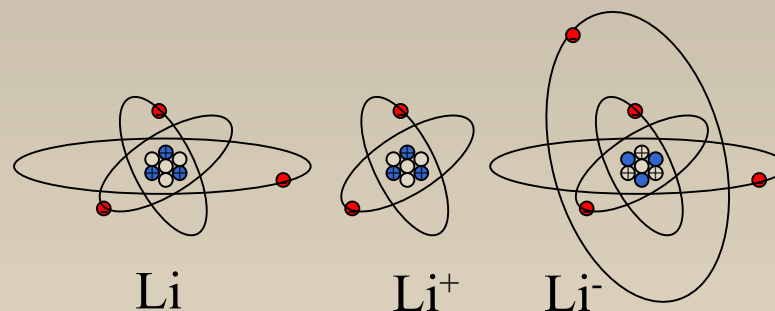
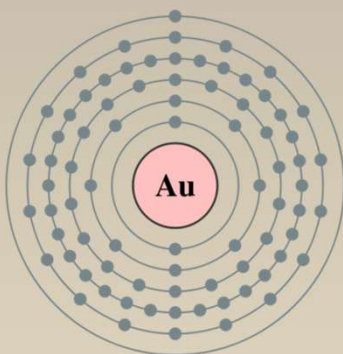
Από ποιές ιδιότητες των ατόμων εξαρτώνται οι βασικές μακροσκοπικές ιδιότητες των υλικών; Η απάντηση είναι στον αριθμό των ηλεκτρονίων/πρωτονίων/νετρονίων που διαθέτει κάθε άτομο

Ατομικός αριθμός	79	Ατομική ακτίνα	144 pm
Σύμβολο	Au	Σημείο τήξης	1064.18 °C
Ατομικό βάρος	196.9665	Σημείο βρασμού	2856 °C
Ηλεκτρονιακή διαμόρφωση	[Xe] 6s ¹ 4f ¹⁴ 5d ¹⁰	Κατασταση οξείδωσης	3, 1

Ατομικός αριθμός	3	Ατομική ακτίνα	152 pm
Σύμβολο	Li	Σημείο τήξης	180.5 °C
Ατομικό βάρος	6.941	Σημείο βρασμού	1342 °C
Ηλεκτρονιακή διαμόρφωση	[He] 2s ¹	Κατασταση οξείδωσης	1

79: Gold

2,8,18,32,18,1



Τι διαφοροποιεί ένα άτομο → στοιχεία

Ο κρισιμότερος (ΟΧΙ ο μοναδικός) παράγοντας που επηρεάζει τη «συμπεριφορά» ενός ατόμου είναι ο αριθμός των ηλεκτρονίων που βρίσκονται στην εξώτατη «τροχιά».

Στον περιοδικό πίνακα των στοιχείων, στοιχεία στην ίδια κατακόρυφη στήλη διαθέτουν ίδιο αριθμό ηλεκτρονίων στην εξωτερική στοιβάδα τους και συνεπώς η «συμπεριφορά» τους συνήθως είναι παραπλήσια.

Ατομικός αριθμός

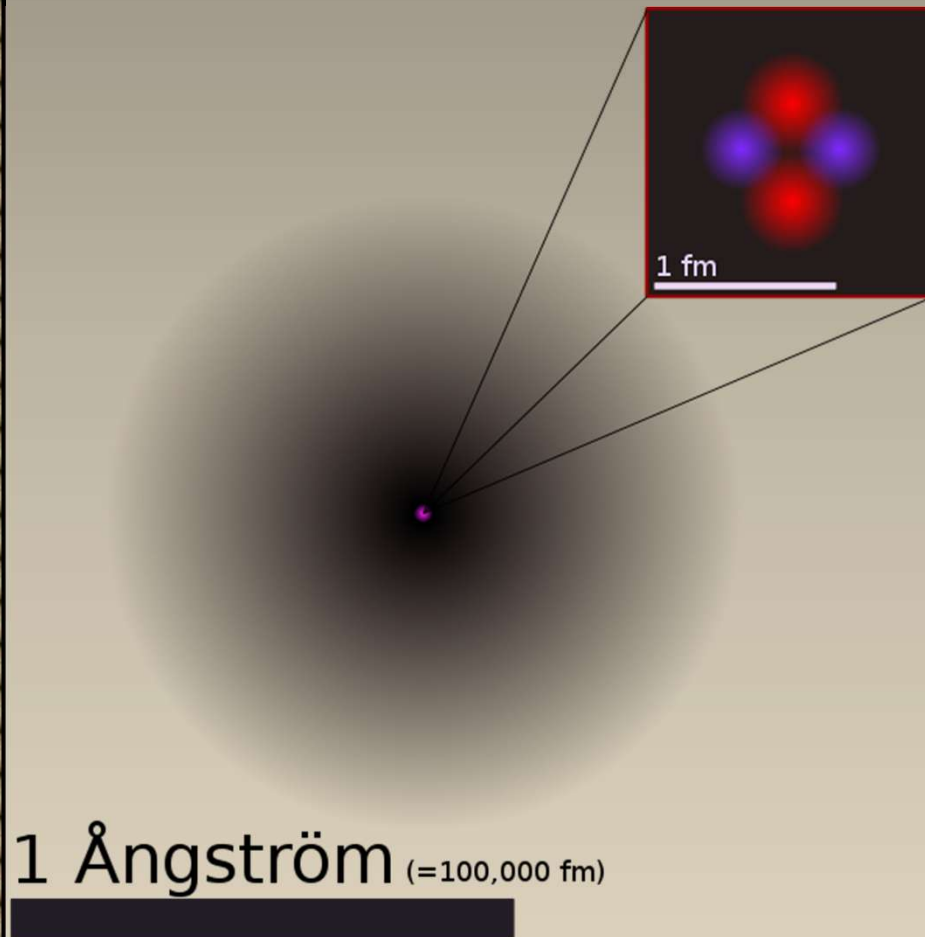
Μαζικός αριθμός

Los Alamos National Laboratory Chemistry Division

Periodic Table of the Elements

Los Alamos National Laboratory Chemistry Division																					
Periodic Table of the Elements																					
1A 1 H hydrogen 1.008																	2 He helium 4.003				
2A 3 Li lithium 6.941	4 Be beryllium 9.012															3A 5 B boron 10.81	4A 6 C carbon 12.01	5A 7 N nitrogen 14.01	6A 8 O oxygen 16.00	7A 9 F fluorine 19.00	10 Ne neon 20.18
11 Na sodium 22.99	12 Mg magnesium 24.31															13 Al aluminum 26.98	14 Si silicon 28.09	15 P phosphorus 30.97	16 S sulfur 32.07	17 Cl chlorine 35.45	18 Ar argon 39.95
19 K potassium 39.10	20 Ca calcium 40.08	21 Sc scandium 44.96	22 Ti titanium 47.88	23 V vanadium 50.94	24 Cr chromium 52.00	25 Mn manganese 54.94	26 Fe iron 55.85	27 Co cobalt 58.93	28 Ni nickel 58.69	29 Cu copper 63.55	30 Zn zinc 65.39	31 Ga gallium 69.72	32 Ge germanium 72.58	33 As arsenic 74.92	34 Se selenium 78.96	35 Br bromine 79.90	36 Kr krypton 83.80				
37 Rb rubidium 85.47	38 Sr strontium 87.62	39 Y yttrium 88.91	40 Zr zirconium 91.22	41 Nb niobium 92.91	42 Mo molybdenum 95.94	43 Tc technetium (98)	44 Ru ruthenium 101.1	45 Rh rhodium 102.9	46 Pd palladium 106.4	47 Ag silver 107.9	48 Cd cadmium 112.4	49 In indium 114.8	50 Sn tin 118.7	51 Sb antimony 121.8	52 Te tellurium 127.6	53 I iodine 126.9	54 Xe xenon 131.3				
55 Cs cesium 132.9	56 Ba barium 137.3	57 La* lanthanum 138.9	72 Hf hafnium 178.5	73 Ta tantalum 180.9	74 W tungsten 183.9	75 Re rhenium 186.2	76 Os osmium 190.2	77 Ir iridium 192.2	78 Pt platinum 195.1	79 Au gold 197.0	80 Hg mercury 200.5	81 Tl thallium 204.4	82 Pb lead 207.2	83 Bi bismuth 208.9	84 Po polonium (209)	85 At astatine (210)	86 Rn radon (222)				
87 Fr francium (223)	88 Ra radium (226)	89 Ac~ actinium (227)	104 Rf rutherfordium (257)	105 Db dubnium (260)	106 Sg seaborgium (263)	107 Bh bohrium (262)	108 Hs hassium (265)	109 Mt meitnerium (266)	110 Ds darmstadtium (271)	111 Uuu (272)	112 Uub (277)	114 Uuq (296)		116 Uuh (298)		118 Uuo (?)					
Lanthanide Series*																					
58 Ce cerium 140.1	59 Pr praseodymium 140.9	60 Nd neodymium 144.2	61 Pm promethium (147)	62 Sm samarium (150.4)	63 Eu europium 152.0	64 Gd gadolinium 157.3	65 Tb terbium 158.9	66 Dy dysprosium 162.5	67 Ho holmium 164.9	68 Er erbium 167.3	69 Tm thulium 168.9	70 Yb ytterbium 173.0	71 Lu lutetium 175.0								
Actinide Series~																					
90 Th thorium 232.0	91 Pa protactinium (231)	92 U uranium (238)	93 Np neptunium (237)	94 Pu plutonium (242)	95 Am americium (243)	96 Cm curium (247)	97 Bk berkelium (247)	98 Cf californium (249)	99 Es einsteinium (254)	100 Fm fermium (253)	101 Md mendelevium (256)	102 No nobelium (254)	103 Lr lawrencium (257)								

He - atom



Κάθε e ενός ατόμου διαθέτει **δυναμική ενέργεια** η οποία είναι αντιστρόφως ανάλογη της απόστασης από τον πυρήνα. (δορυφόροι γύρω από τη γη)

Η τιμές της δυναμικής ενέργειας για ένα “δεσμευμένο” από το άτομο e είναι διακριτές (αντιπαράβολή με δορυφόρους)

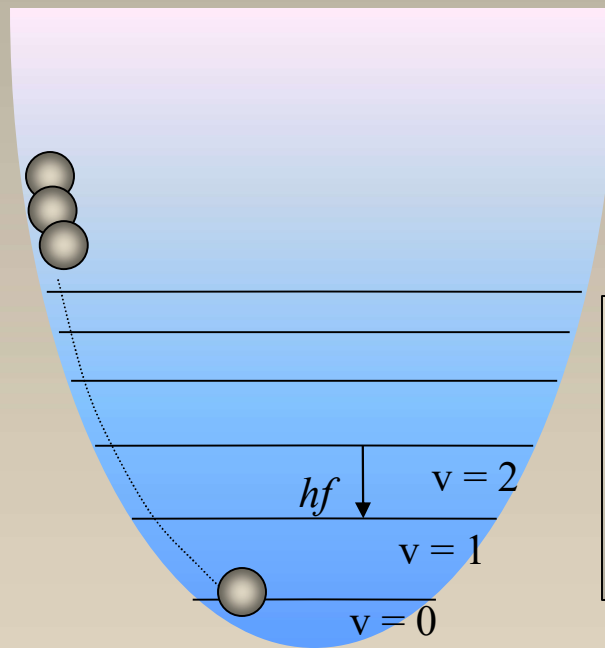
Η **βασική κατάσταση** του e σε ένα άτομο είναι αυτή για την οποία η **δυναμική του ενέργεια** είναι **min.**

Εάν βρίσκεται σε οποιαδήποτε άλλη κατάσταση τότε λέμε ότι το άτομο βρίσκεται σε **διεγερμένη κατάσταση**

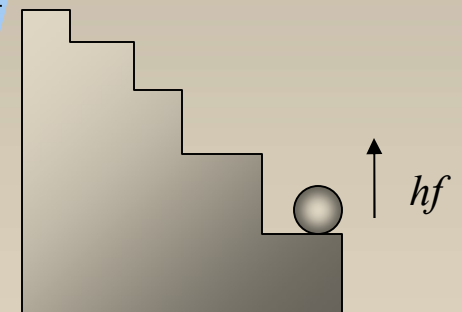
ΥΛΗ ΣΕ ΑΤΟΜΙΚΗ ΚΛΙΜΑΚΑ

✦ Σε ατομική κλίμακα οι ευσταθείς καταστάσεις του συστήματος καθώς και οι ενεργειακές δοσοληψίες είναι **κβαντισμένες**

Μακρόκοσμος



Μικρόκοσμος



ΑΤΟΜΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ Bohr

✧ Τα e κινούνται σε κυκλικές τροχιές γύρω με κέντρο τον πυρήνα

✧ Συνθήκη 1: Η στροφορμή των ηλεκτρονίων είναι ακέραιο πολλαπλάσιο του $h/2\pi$ όπου h η σταθερή του Planck ($h=6.626 \cdot 10^{-34}$ Js) $\rightarrow mvr=nh/2\pi$

κβαντισμένα r, u

✧ $n \rightarrow$ ΚΥΡΙΟΣ κβαντικός αριθμός

$$r = \epsilon_0 \frac{n^2 h^2}{\pi m e^2}, u = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{e^2}{2 n h}$$

✧ Συνθήκη 2: Ένα e μπορεί να μεταπηδά από μια μεγαλύτερη τροχιά ενέργειας E_2 σε μια μικρότερη ενέργειας E_1 εκπέμποντας ΗΜΓ ακτινοβολία με συχνότητα f έτσι ώστε

$$E_2 - E_1 = hf$$

ΑΤΟΜΟ ΥΔΡΟΓΟΝΟΥ

✧ Η ολική ενέργεια του e του ατόμου H είναι:

$$E = E_{\Delta} + E_K = -\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} + \frac{1}{2}mu^2 = -\frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \frac{1}{n^2} (n = 1, 2, 3, \dots)$$

Υπενθυμίζουμε πως

$$r = \epsilon_0 \frac{n^2 h^2}{\pi m e^2}, u = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{e^2}{2nh}$$

Εξαρτάται δηλαδή από την τροχιά στην οποία βρίσκεται.

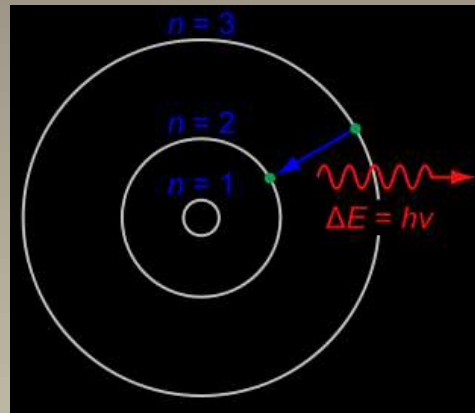
Μεγαλύτερη τροχιά $\rightarrow$ μεγαλύτερη ενέργεια.

✧ Κάθε άτομο H βρίσκεται (σε φυσιολογικές συνθήκες) στην κατώτατη ενεργειακή στάθμη η οποία ονομάζεται **θεμελιώδης ή βασική στάθμη**.

✧ Εάν βρίσκεται σε άλλη στάθμη τότε λέμε πως το άτομο είναι **διεγερμένο**. Στην κατάσταση αυτή το άτομο είναι **ασταθές**.

ΦΑΣΜΑΤΑ ΑΕΡΙΩΝ (Υδρογόνο)

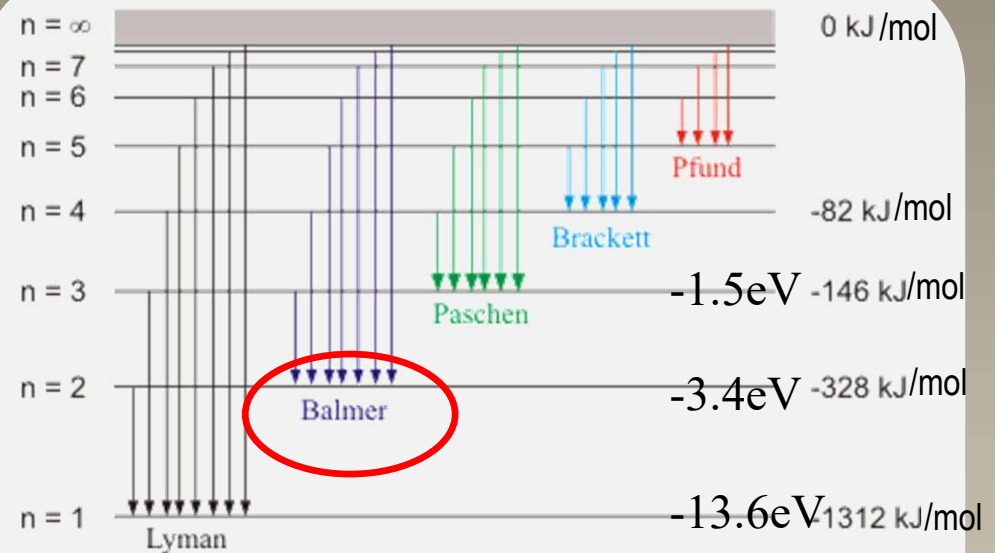
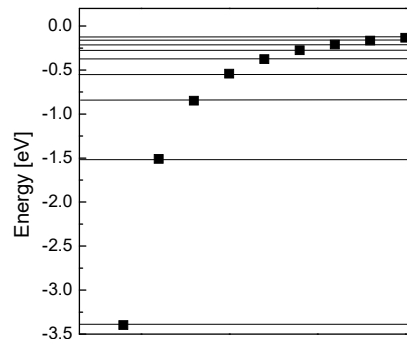
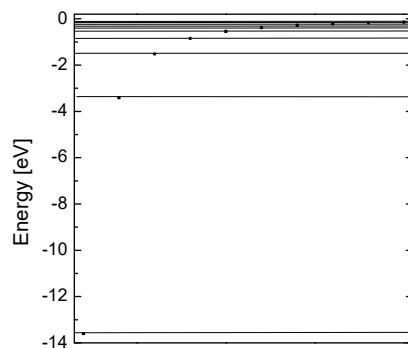
ε τροχιές



$$r \sim n^2$$

$$E_{nj} = \frac{-13.6 \text{ eV}}{n^2} \left(1 + \frac{\alpha^2}{n^2} \left(\frac{n}{j + \frac{1}{2}} - \frac{3}{4} \right) \right)$$

Ενεργειακό διάγραμμα

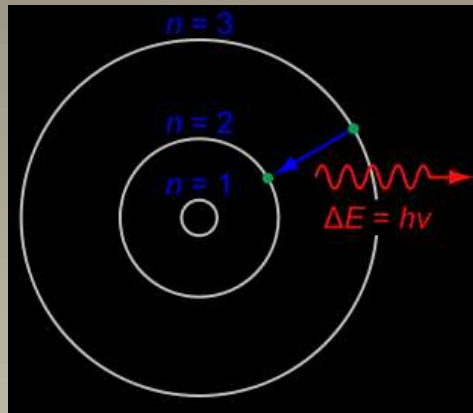


Η σειρά Balmer διαθέτει μεταβάσεις που οι ενέργειές τους να είναι στην περιοχή των ενεργειών των φωτονίων στο ορατό. Οι σειρές Lyman και Paschen;

Ενέργεια ιονισμού / διεγέρσεως

ΦΑΣΜΑΤΑ ΑΕΡΙΩΝ (Υδρογόνο)

ε τροχιές



Σειρά Balmer

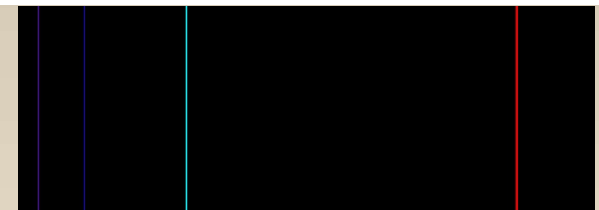
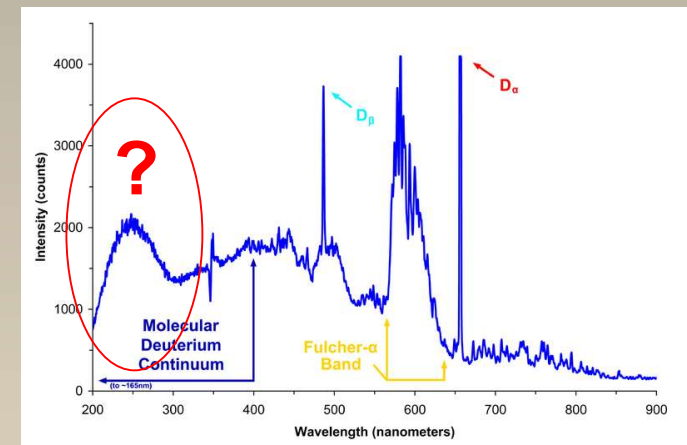
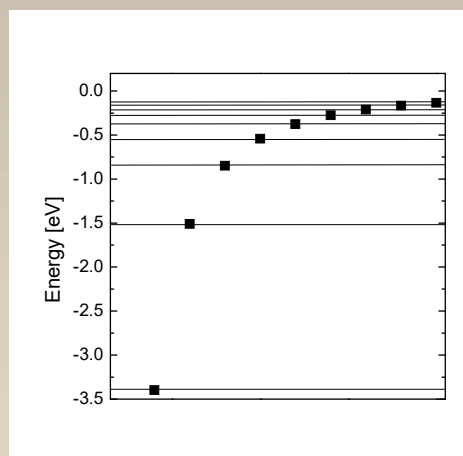
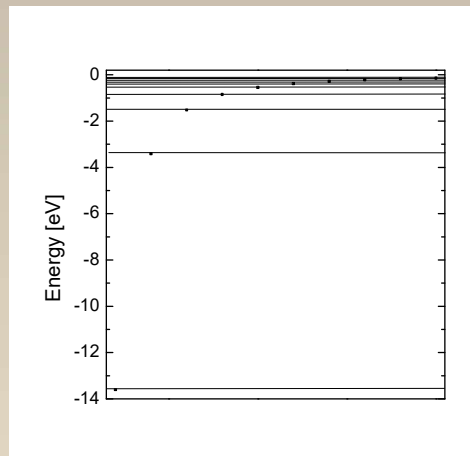
$$E = hf = hc/\lambda$$

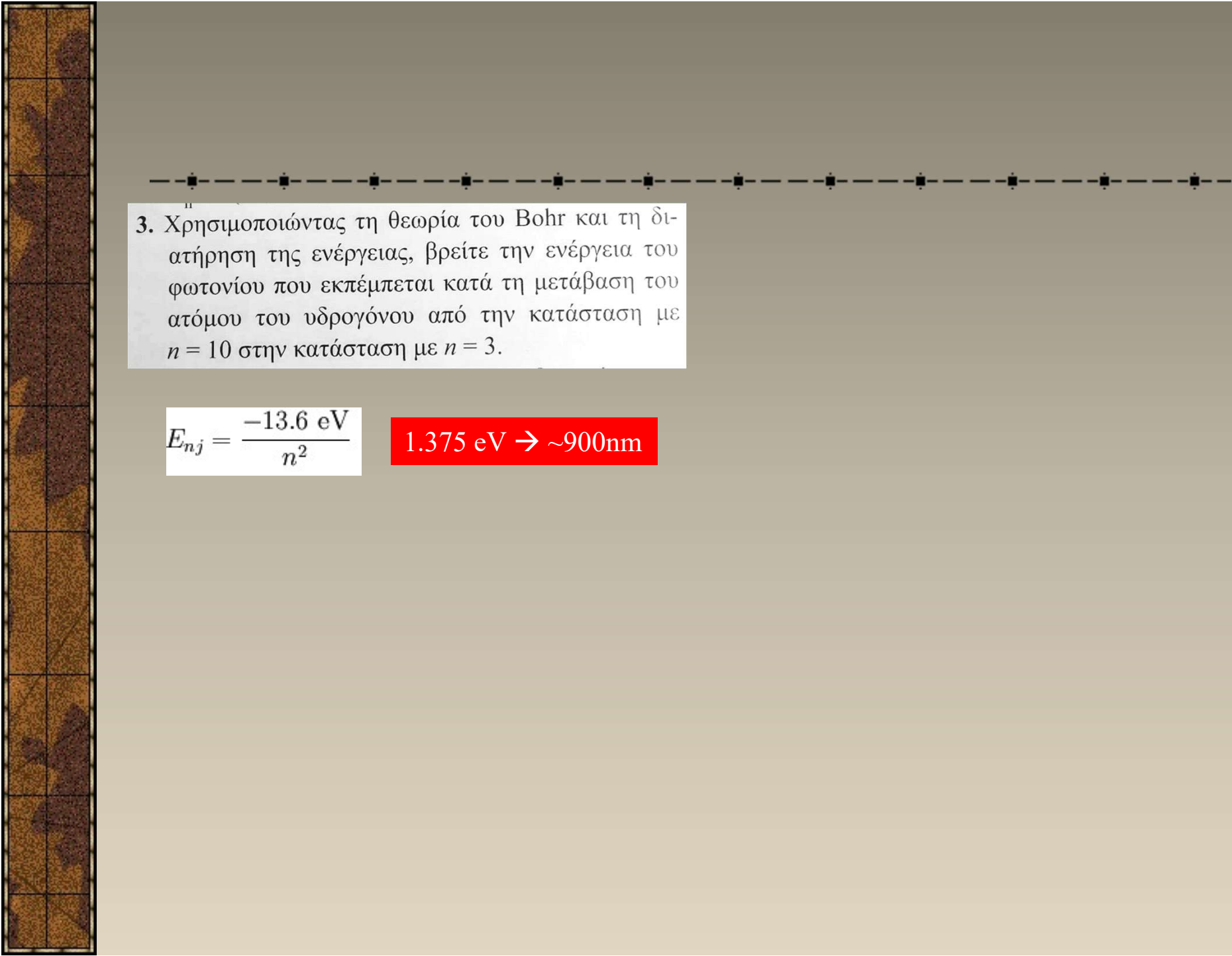
Μετάβαση	3→2	4→2	5→2	6→2	7→2	8→2	9→2	∞→2
Όνομα	H-α	H-β	H-γ	H-δ	H-ε	H-ζ	H-η	
Μήκος κύματος (nm)	656.3	486.1	434.1	410.2	397.0	388.9	383.5	364.6
Χρώμα	Red	Blue-green	Violet	(UV)	(UV)	(UV)	(UV)	(UV)

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{4}{B} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \text{ for } n = 3, 4, 5, \dots$$

$$E_{nj} = \frac{-13.6 \text{ eV}}{n^2} \left(1 + \frac{\alpha^2}{n^2} \left(\frac{n}{j + \frac{1}{2}} - \frac{3}{4} \right) \right)$$

Ενεργειακό διάγραμμα

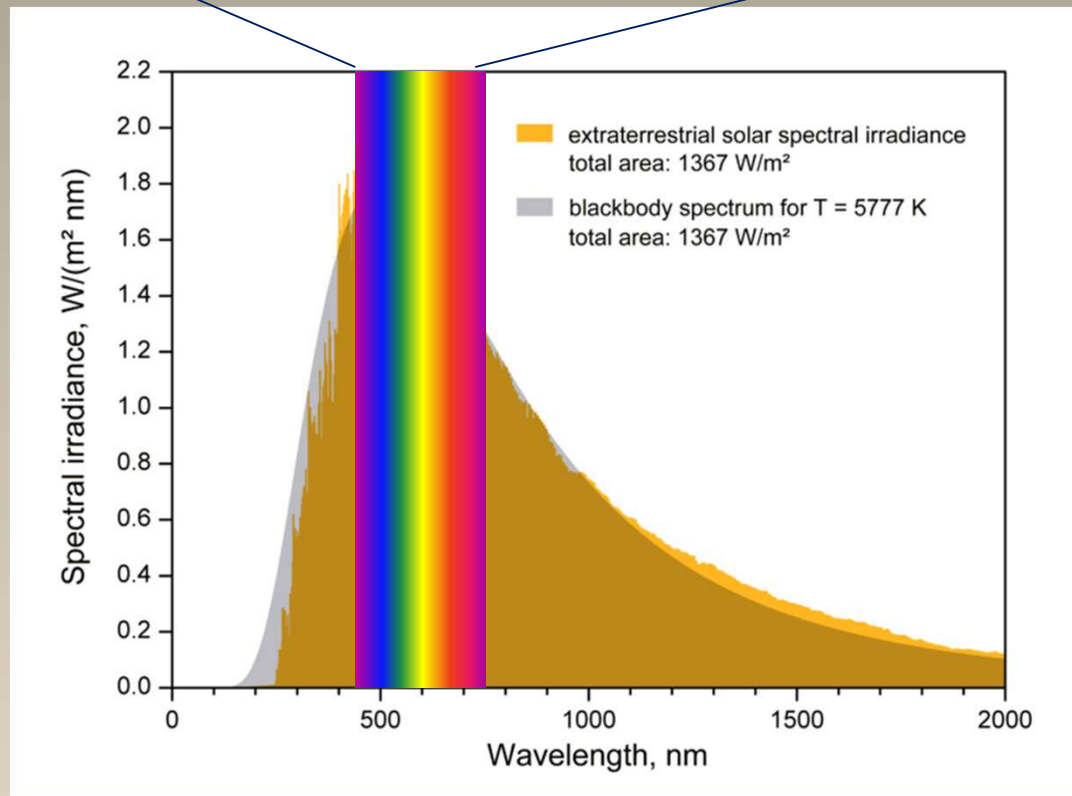
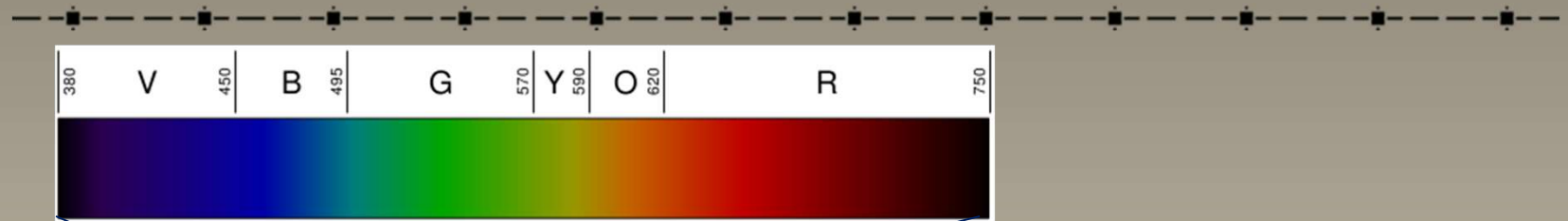


- 
3. Χρησιμοποιώντας τη θεωρία του Bohr και τη διατήρηση της ενέργειας, βρείτε την ενέργεια του φωτονίου που εκπέμπεται κατά τη μετάβαση του ατόμου του υδρογόνου από την κατάσταση με $n = 10$ στην κατάσταση με $n = 3$.

$$E_{nj} = \frac{-13.6 \text{ eV}}{n^2}$$

$$1.375 \text{ eV} \rightarrow \sim 900 \text{ nm}$$

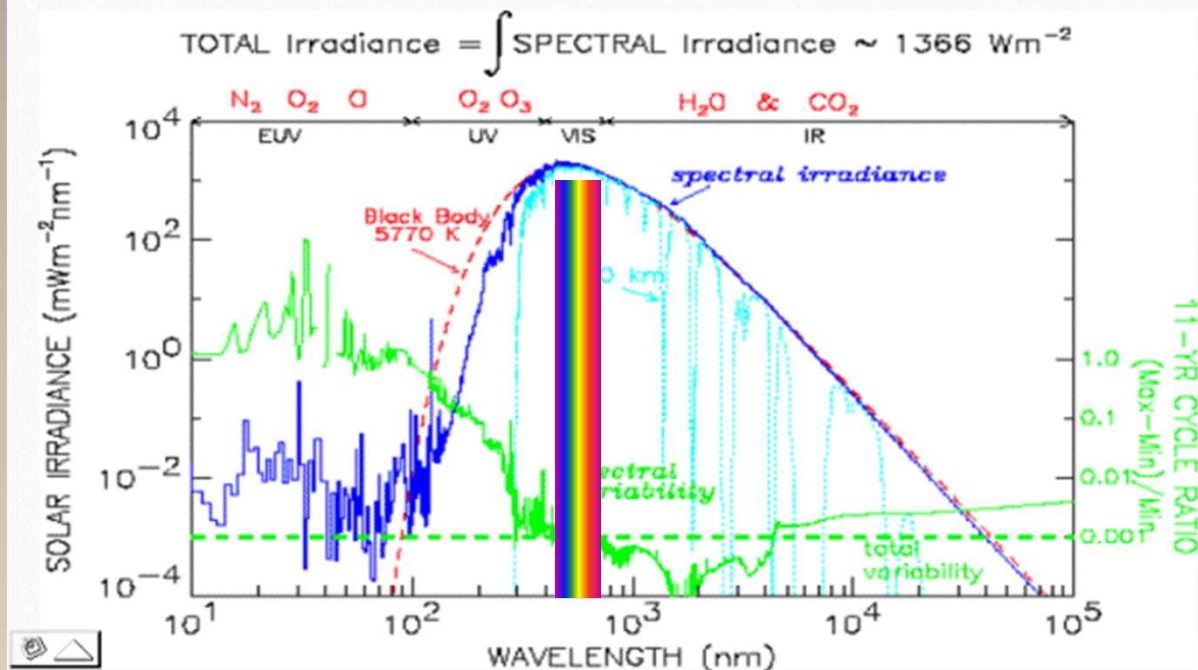
ΦΑΣΜΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ



Το ορατό φως είναι
μόνο ένα μέρος της
συνολικής
ακτινοβολίας που
εκπέμπει ο ήλιος

ΦΑΣΜΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΤΟΥ ΗΛΙΟΥ

SOLAR SPECTRUM, VARIABILITY and ATMOSPHERIC ABSORPTION

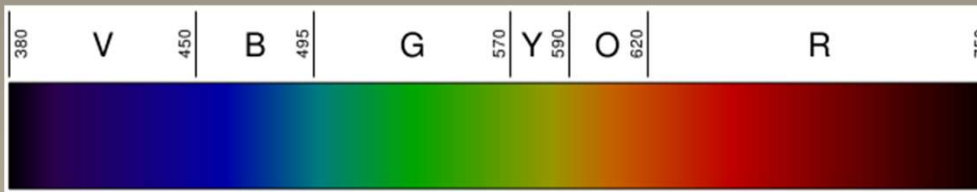


Φάσμα του ήλιου

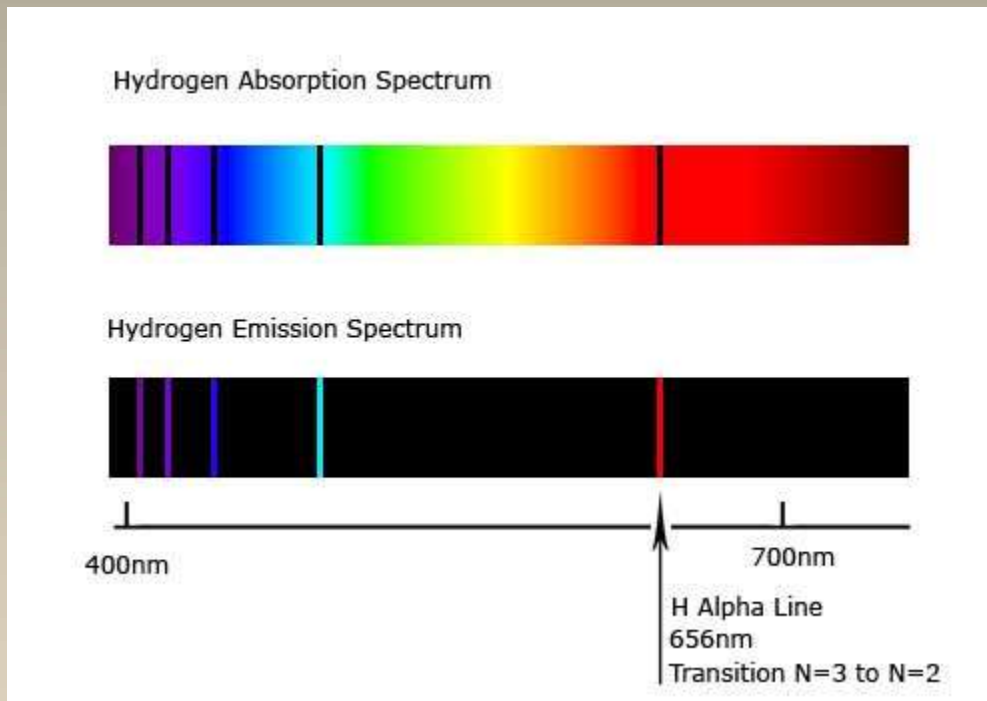
Φάσμα του ήλιου
όπως καταγράφεται
στην επιφάνεια της
γης [Γιατί αλλάζει;]

Αγνοείτε

ΦΑΣΜΑΤΑ ΑΕΡΙΩΝ (Υδρογόνο)



Λευκό φως που έχει αναλυθεί π.χ. Με πρίσμα



Εάν φωτίσω με λευκό φως ένα «δοχείο» που περιέχει υδρογόνο → γραμμές απορρόφησης [Τι συμβαίνει σε ατομική κλίμακα;]

Εάν διεγείρω το υδρογόνο που βρίσκεται στο δοχείο τότε το δοχείο θα μου δώσει φως → γραμμές εκπομπής [Τι συμβαίνει σε ατομική κλίμακα;]

Τα φάσματα είναι συμπληρωματικά [Γιατί;]

Το ορατό μέρος του ΗΜ φάσματος

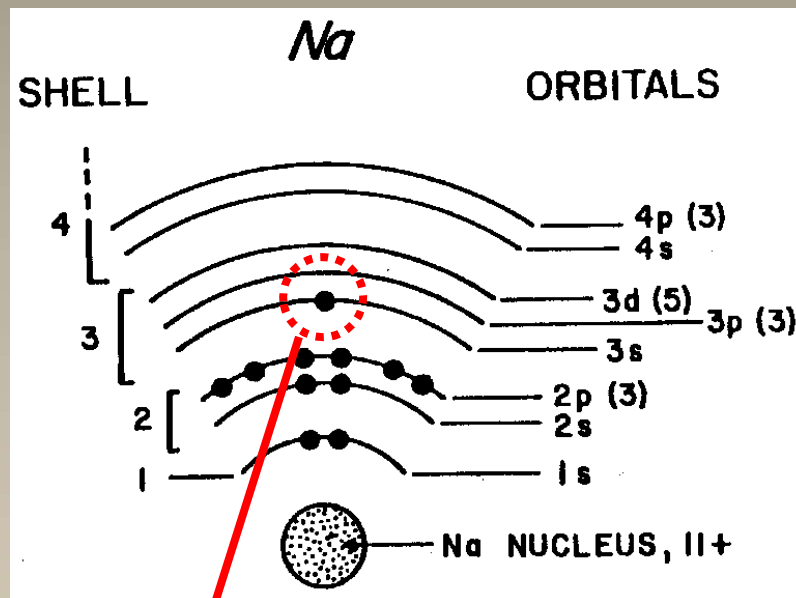
$\lambda(\text{nm})$	$k (\text{cm}^{-1})$	$E(\text{eV})$	$f(\text{Hz})$
450	22222.2	2.7	$6.7 \cdot 10^{14}$
490	20408.2	2.5	$6.1 \cdot 10^{14}$
520	19230.8	2.3	$5.8 \cdot 10^{14}$
570	17543.9	2.1	$5.3 \cdot 10^{14}$
630	15873.0	1.9	$4.8 \cdot 10^{14}$



$$\lambda = c/f \quad k = 1/\lambda = c/f \quad E_f = h f$$

ΑΤΟΜΙΚΕΣ (ΑΠΟ)ΔΙΕΓΕΡΣΕΙΣ

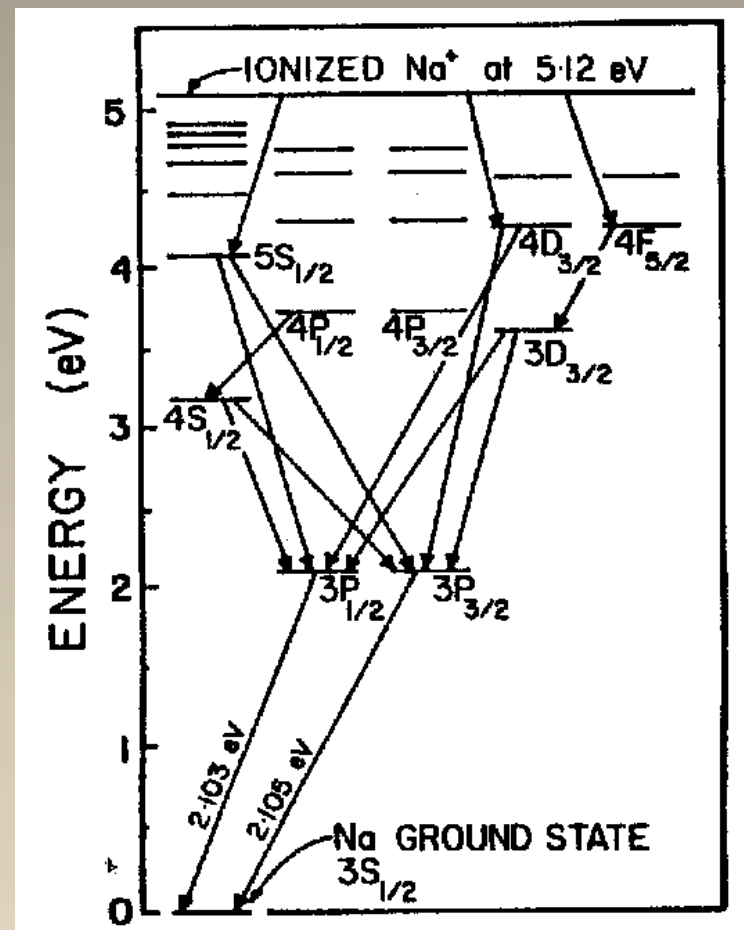
Κατανομή e



Χαλαρότερα συνδεδεμένο e

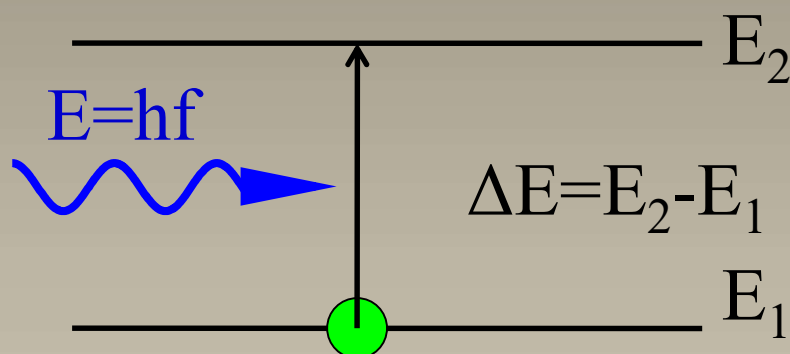
e σθένους

Ενεργειακό διάγραμμα Na
ηλεκτρονικές μεταβάσεις



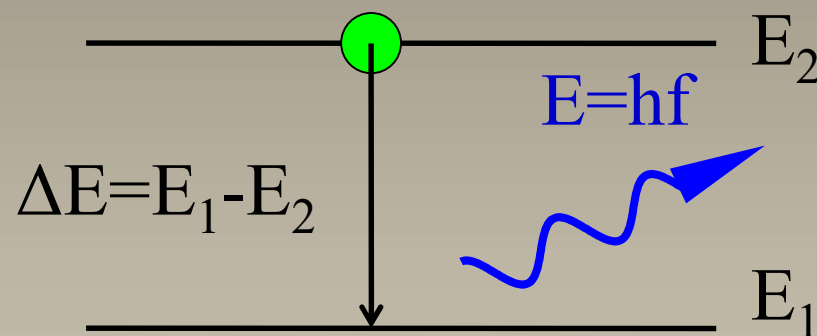
Απορρόφηση & αυθόρμητη αποδιέγερση

✧ Απορρόφηση



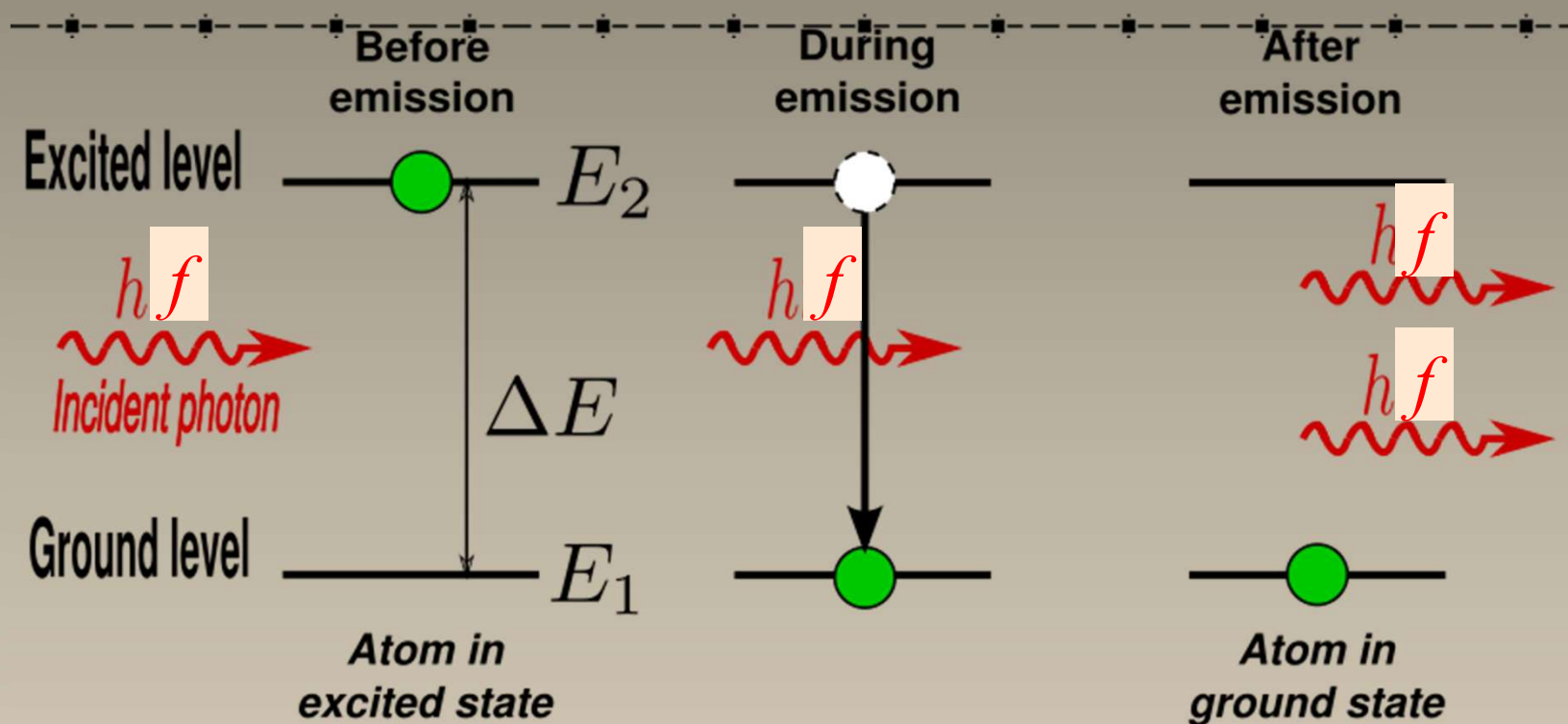
✧ Άτομο **στη βασική** του κατάσταση αλληλεπιδρά με φωτόνιο (κατάλληλης ενέργειας) και μεταπηδά **σε διεγερμένη** κατάσταση

✧ Αυθόρμητη αποδιέγερση



✧ Άτομο **σε διεγερμένη** κατάσταση (ασταθές) μετά από χρόνο $\sim 10^{-9}\text{s}$ αποδιεγείρεται στη **βασική** κατάσταση με ταυτόχρονη εκπομπή φωτονίου (συγκεκριμένης ενέργειας)

Εξαναγκασμένη αποδιέγερση/εκπομπή



Κατ' απόλυτη τιμή $E_2 - E_1 = \Delta E = hf$

Τα δύο φωτόνια είναι απολύτως όμοια. ΙΔΙΑ:
συχνότητα, κατεύθυνση, φάση.

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

Έννοιες

Εξαναγκασμένη αποδιέγερση/εκπομπή

Πληθυσμιακή αναστροφή

Οπτική κοιλότητα

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

1. Ένταση ακτινοβολίας
2. Σχεδόν παράλληλη δέσμη
3. Μονοχρωματική
4. Σύμφωνη ακτινοβολία

1960, T. Maiman (Ruby). A. Javan (HeNe)

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

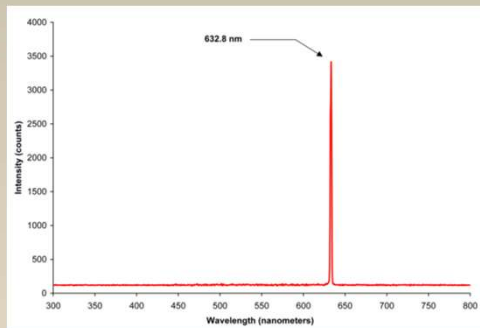
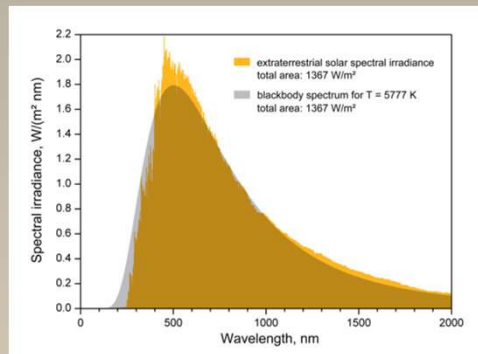
ΚΑΤΕΥΘΥΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΝΤΑΣΗ

- ✦ Πρακτικά τελείως παράλληλη. Το γωνιακό άνοιγμα είναι της τάξης του mrad.
 - ✦ Η ισχύς ενός LASER HeNe είναι της τάξης των 10mW. Συγκρίνετε με την ισχύ μιας λάμπας 60W.
 - ✦ Η διάμετρος της δέσμης είναι της τάξης του mm.
- $1 \text{ W/cm}^2 - 10^6 \text{ W/cm}^2$

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΜΟΝΟΧΡΩΜΑ- ΤΙΚΟΤΗΤΑ

✧ Πρακτικά τελείως
μονοχρωματική.



ΣΥΜΦΩΝΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

✧ Όλα τα φωτόνια είναι
σύμφωνα μεταξύ τους.

$$\Delta\lambda/\lambda = 10^{-9}$$

$$\Delta f/f = 10^{-9}$$

$$10^{-6} \text{ nm} / 632.8 \text{ nm}$$

ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ ΠΛΗΘΥΣΩΝ

✧ Διέγερση / αποδιέγερση ατόμου

✧ ΠΩΣ; → Κρούσεις (άτομα, e , κλπ), φωτόνια

✧ ΠΡΟΣΟΧΗ: Η ανταλλαγή ενέργειας ενός ατόμου με το περιβάλλον είναι δυνατή μόνο για ποσά ενέργειας ίσα με τη διαφορά δύο ευσταθών καταστάσεων του ατόμου

✧ Ένα διεγερμένο άτομο αποδιεγείρεται προς ευσταθείς καταστάσεις χαμηλότερης ενέργειας ή στη βασική (**αυθόρμητη αποδιέγερση γενικά σε $10^{-9}s$**)

✧ Εάν η αυθόρμητη αποδιέγερση συνοδεύεται από εκπομπή φωτονίου τότε η ακτινοβολία από τα αποδιεγερμένα άτομα ενός συστήματος ατόμων δεν είναι σε φάση (ασύμφωνη εκπομπή ακτινοβολίας) και διαθέτουν και ευρύ συχνотικό φάσμα εκπομπής (όχι μονοχρωματική ακτινοβολία)

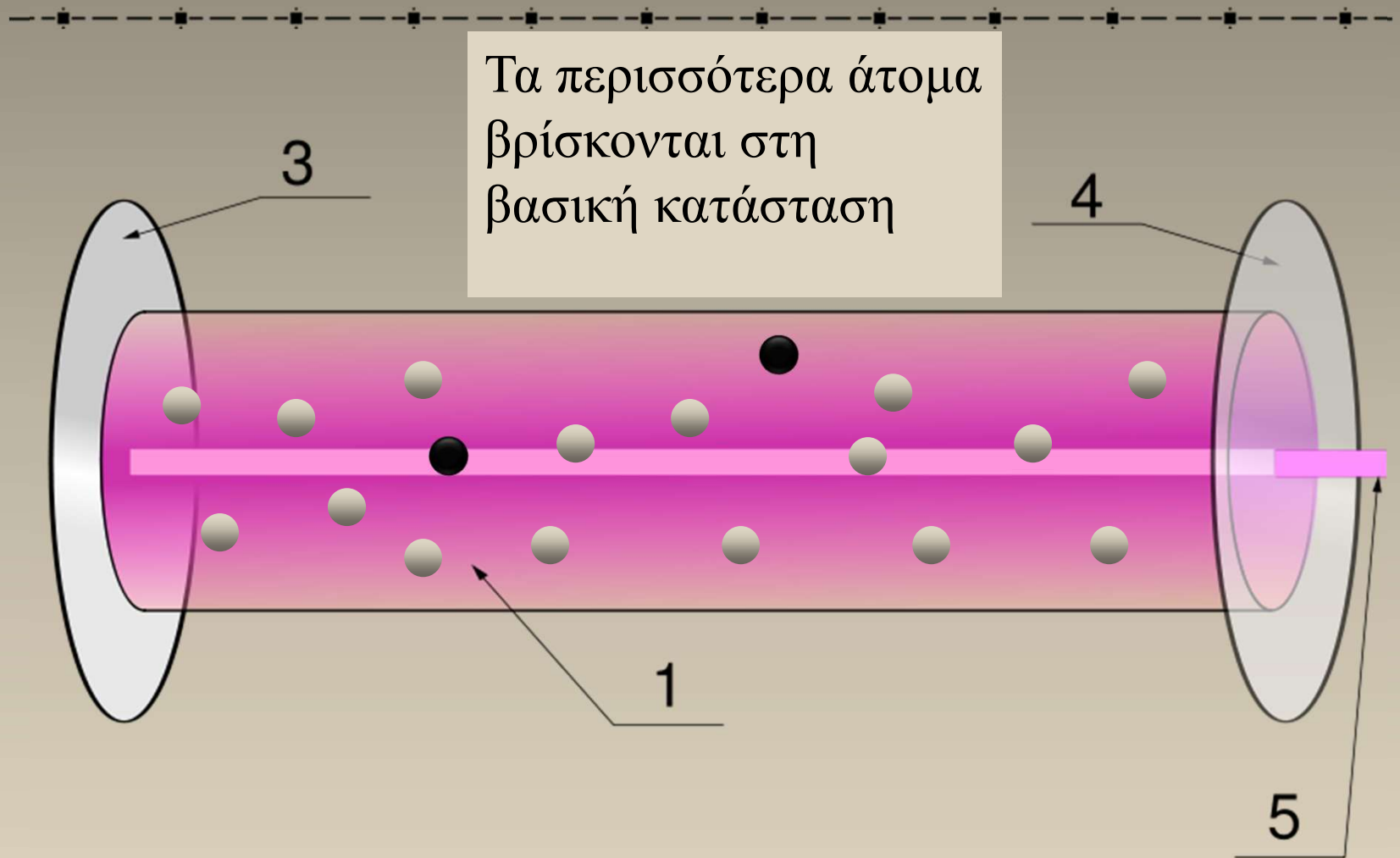
ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ ΠΛΗΘΥΣΩΝ

- ✦ Η μετάπτωση ενός ατόμου από μια διεγερμένη κατάσταση σε μια αντίστοιχη χαμηλότερης ενέργειας (ή τη βασική), δεν είναι πάντα επιτρεπτή. Υπάρχουν στάθμες από τις οποίες οι μεταπτώσεις σε άλλες δεν είναι επιτρεπτές. Η αυθόρμητη αποδιέγερση από τέτοιες στάθμες δε συμβαίνει σε χρόνους $\sim 10^{-9}$ s αλλά σε πολύ μεγαλύτερους $\sim 10^{-3}$ s.
- ✦ Οι στάθμες αυτές ονομάζονται **μετασταθείς**.

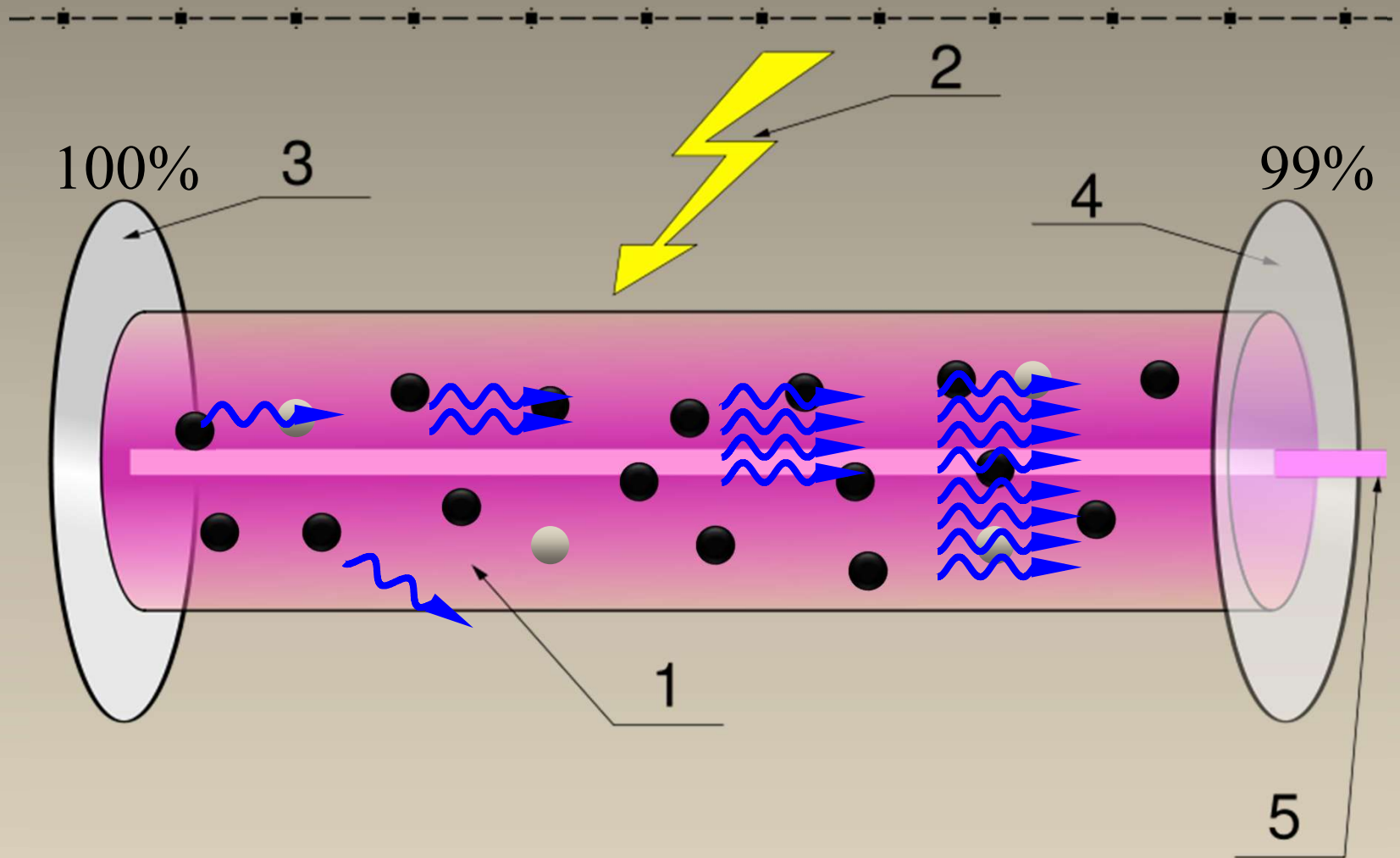
✦ Επειδή ο χρόνος παραμονής ενός ατόμου σε μετασταθή στάθμη είναι πολύ μεγάλος, μπορούμε διεγείρωντας ένα σύστημα σε αυτή τη στάθμη να συσσωρευτεί ένας μεγάλος αριθμός ατόμων με αποτέλεσμα ο φυσιολογικός αριθμός ατόμων στη βασική κατάσταση σε σύγκριση με εκείνα που καταλαμβάνουν μετασταθείς καταστάσεις να ελαττωθεί σημαντικά. Αυτό ονομάζεται **αναστροφή πληθυσμών** και είναι σημαντικό για τη λειτουργία ενός LASER.

ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ ΠΛΗΘΥΣΩΝ – 2

στάθμες ενέργειας (pulsed)



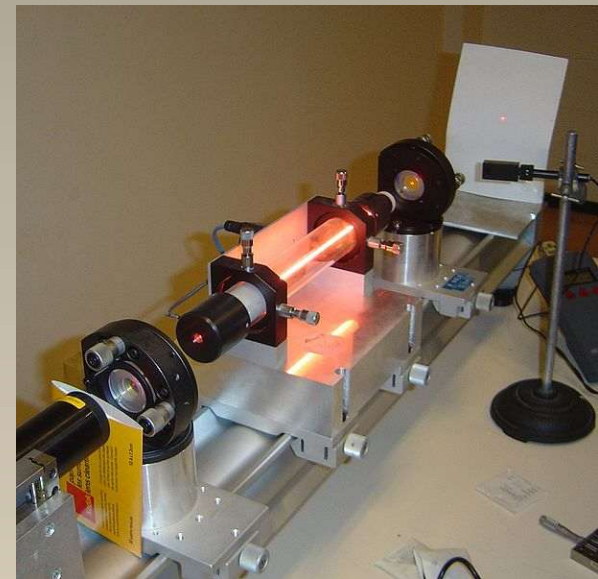
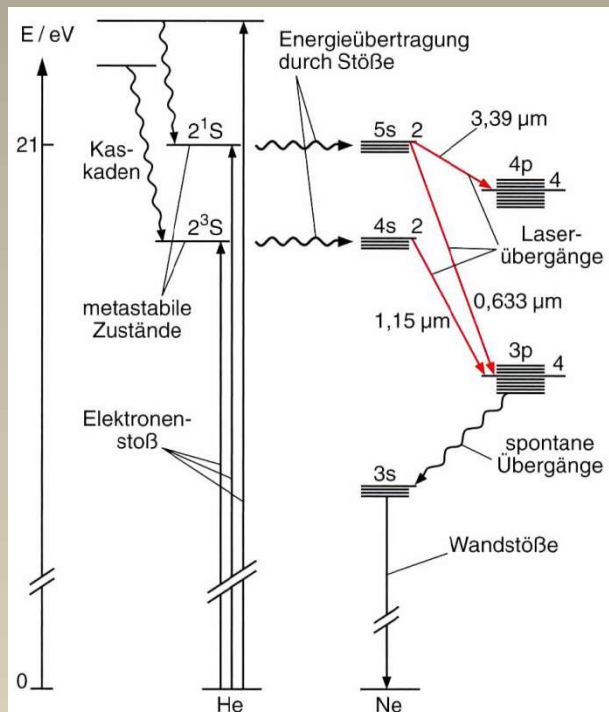
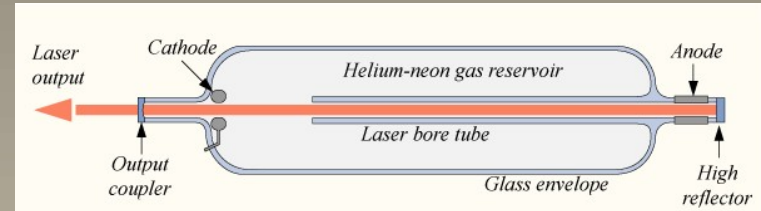
ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ ΠΛΗΘΥΣΩΝ



ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ ΠΛΗΘΥΣΩΝ – 3

στάθμες ενέργειας (continue)

✦ Κλασσικό παράδειγμα
LASER αερίου HeNe

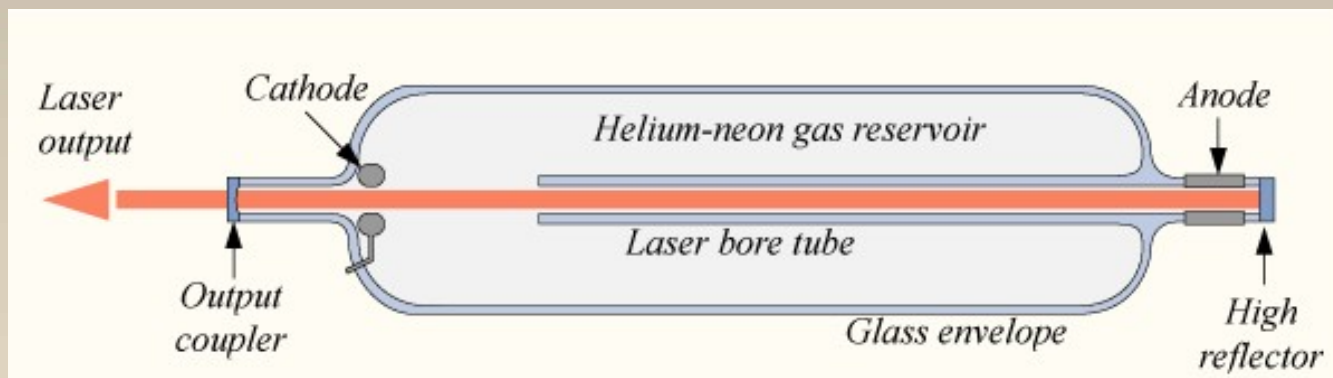


ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ LASER

- ✦ Ενεργό υλικό → ακτινοβιλία
- ✦ Οπτική κοιλότητα / αντηχείο
- ✦ Τμήμα διαδικασίας άντλησης

✦ Ανάλογα με το ενεργό υλικό τα LASERs κατηγοριοποιούνται σε:

- ♦ Αερίων
- ♦ Υγρών
- ♦ Στερεάς κατάστασης
- ♦ Διοδικά (ημιαγωγών)



LASERs Στερεάς κατάστασης

Το ενεργό υλικό είναι στερεό, συνήθως σε κρυσταλλική μορφή
Στον καθαρό κρύσταλλο προστίθεται μικρό ποσοστό προσμίξεων (Laser προσμίξεων).

Βασικό χαρακτηριστικό: παλμικά με πολύ μικρής διάρκειας παλμούς και μεγάλη ισχύ.

Πρώτο κατασκευάστηκε το Ruby – Laser (Al_2O_3 με πρόσμιξη Cr_2O_3 ~0.05%). Laser τριών σταθμών (694.3 και 692.7nm)

Άλλα Lasers στερεάς κατάστασης Nd:YAG ($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ με πρόσμιξη ιόντων Nd^{3+} ~1.5%) τεσσάρων σταθμών που δίνει αρκετές γραμμές laser (κυρίως την 1064nm) και Nd glass (γυαλί με πρόσμιξη Nd^{3+} ~6%) με ενέργεια παλμού περίπου τριπλάσια του Nd:YAG αλλά με λιγότερο ποιοτικές δέσμες. Τα Nd:YAG laser είναι παλμικά με παλμούς διάρκειας 10^{-8} - 10^{-3} s και μεγάλη ισχύ 100MW.

Η διαδικασία άντλησης γίνεται οπτικά (σωλήνες Xe ή διοδικά lasers)

LASERs Αερίων

Το ενεργό υλικό είναι αέριο

Πρώτο κατασκευάσθηκε με συνεχή λειτουργία (όχι παλμικό) το HeNe – Laser (10:1). Laser τριών σταθμών (339, 632.8, 1150nm). Μικρή ισχύς (μερικά mW). Ποιοτικά καλή δέσμη. Ερευνητικούς σκοπούς, βιομηχανία κλπ

Laser CO₂ → μεγάλης ισχύος (100W – δεκάδες kW), υπέρυθρη ακτινοβολία. Βιομηχανία, κοπή μετάλλων κλπ

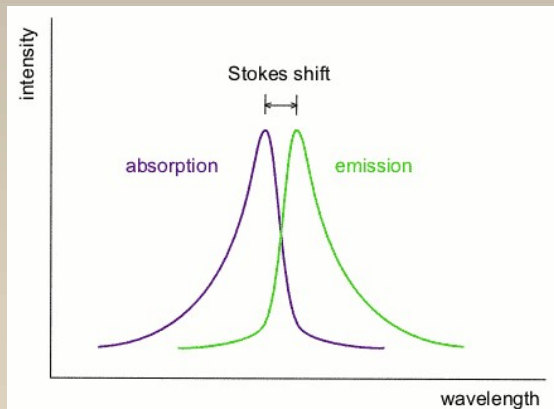
Ιόντων Ar → σχετικά μεγάλης ισχύος, ορατό φως, παλμικά (kW) με διάρκεια μs ή συνεχή (W). Πρέπει να ψύχονται με νερό.

LASERs Υγρών

Το ενεργό υλικό είναι υγρό, διαλύματα οργανικών ενώσεων (βαφές/dyes)

Οι βαφές είναι οργανικές ουσίες που απορροφούν έντονα στο ορατό. Όταν απορροφούν τα μόριά τους διεγείρονται και κατά την αποδιέγερση εκπέμπουν φως με μεγαλύτερο μήκος κύματος.

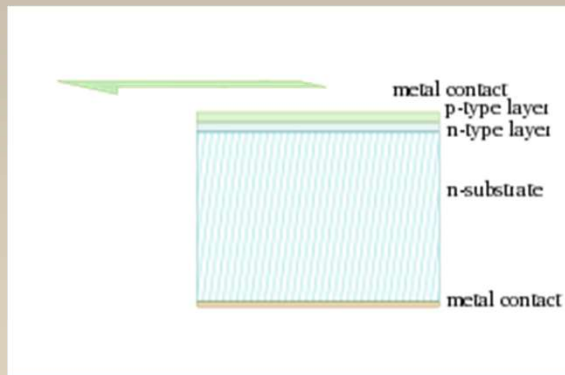
Τα μήκη κύματος 340-1175nm. Μπορούμε να επιλέξουμε το μήκος κύματος. Μπορεί να είναι και παλμικά.



Διοδικά LASERs (ημιαγωγών)

Το ενεργό υλικό είναι στερεά ημιαγώγιμα υλικά τύπου p και n
Στον καθαρό κρύσταλλο προστίθεται μικρό ποσοστό προσμίξεων (Laser προσμίξεων).

Βασικό χαρακτηριστικό: μπορούν να κατασκευαστούν σε πολύ μικρές διαστάσεις. Το ενεργό υλικό είναι η διεπιφάνεια της επαφής p-n των δύο ημιαγωγών (πάχος $\sim 1\mu\text{m}$). Το εμβαδό το πολύ 10^{-4}cm^2 και το μήκος $\sim 1\text{mm}$. Ισχύς μερικά mW η οποία μπορεί να μεγαλώσει εάν μεγαλώσει το μέγεθος των κρυστάλλων. Εκπέμπουν κυρίως στο ερυθρό και υπέρυθρο αλλά τελευταία κατασκευάζονται και diode-lasers και στο ορατό.



405 nm - [InGaN](#) blue-violet laser, in [Blu-ray Disc](#) and [HD DVD](#) drives

635 nm - better red laser pointers, same power subjectively 5 times as bright as 670 nm one

650 nm - [DVD](#) drives, laser pointers

670 nm - cheap red [laser pointers](#)

780 nm - [Compact Disc](#) drives

808 nm - [pumps](#) in [DPSS Nd:YAG lasers](#) (e.g. in green laser pointers or as arrays in higher-powered lasers)

980 nm - pump for [optical amplifiers](#), for [Yb:YAG](#) DPSS lasers

1064 nm - [fiber-optic communication](#)

1310 nm - fiber-optic communication

1480 nm - pump for optical amplifiers

1550 nm - fiber-optic communication

1625 nm - fiber-optic communication, service channel

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ - ΚΙΝΔΥΝΟΙ

✦ Ερευνητικούς σκοπούς
(ποιότητα / ισχύς)

✦ Μετάδοση / ανάγνωση
πληροφορίας

✦ Τεχνολογικούς σκοπούς

✦ Υγεία

✦ Φωτοπηκτική νέκρωση
(καταστροφή των ιστών
του δέρματος). Το
μέγεθος της καταστροφής
εξαρτάται από: μήκος
κύματος, ισχύς, διάρκεια
ακτινοβολήσης, σύσταση
του ιστού

✦ Βλάβες στα μάτια
(κερατοειδής/
αμφιβληστροειδής)

ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ LASERs

✦ ΚΛΑΣΗ I: ασφαλή
LASER (στο ορατό, της
τάξης των μW)

✦ ΚΛΑΣΗ II: αφορά μόνο
στο ορατό. Ισχύς 0.39-
1mW. Είναι ασφαλή για
στιγμιαία παρατήρηση

✦ ΚΛΑΣΗ III: LASERs όχι
ασφαλή ακόμα και από
έντονες ανακλάσεις της
δέσμης

✦ ΚΛΑΣΗ IV: πολύ
επικίνδυνα LASERs.
Είναι σε θέση να
προκαλέσουν βλάβες στα
μάτια ακόμα και από
σκεδαζόμενη ακτινοβολία.
Είναι επικίνδυνες ακόμα
και για το δέρμα

ΚΛΑΣΕΙΣ LASERs σε σχέση με το μήκος κύματος και την ισχύ

