

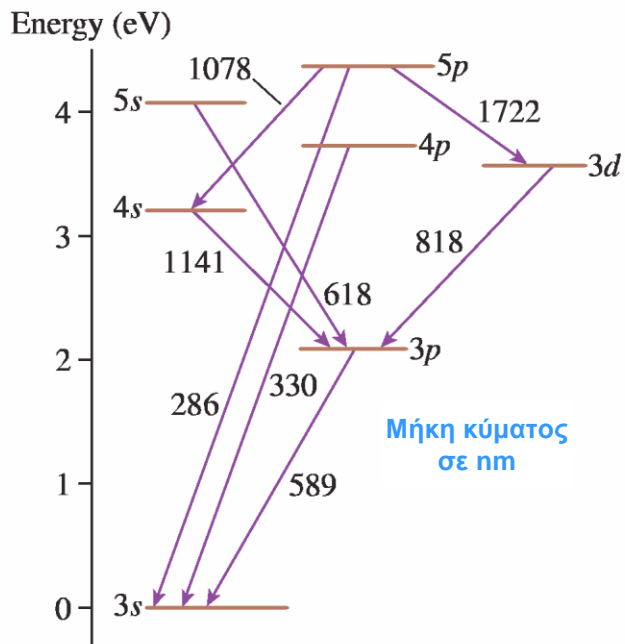
Ενότητα 3:

Ατομα, Μόρια, Στερεά

Το χρώμα των Σωμάτων

2.6 Φασματα Εκπομπής Αερίων

(a)



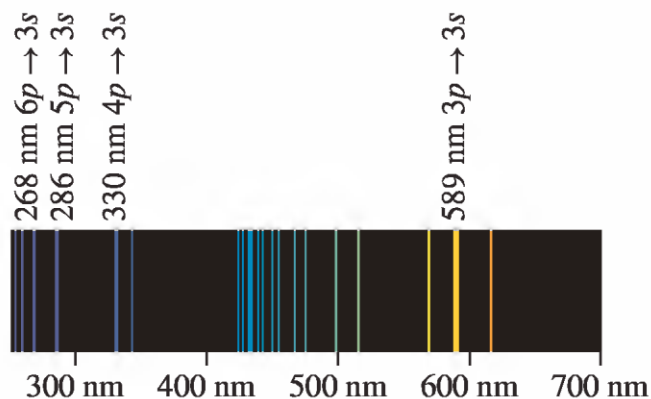
Το φασμα εκπομπής του Νατρίου (Na)

Κάθε εκπεμπόμενο μήκος κύματος προέρχεται από ένα «κβαντικό άλμα» μεταξύ δύο αυστηρά καθορισμένων ενεργειακών σταθμών, χαρακτηριστικών του ατομού.

Η μετάβαση $3p \rightarrow 3s$ με $\lambda = 589 \text{ nm}$ παραγει το χαρακτηριστικό κίτρινο χρωμα των ατμών νατρίου.

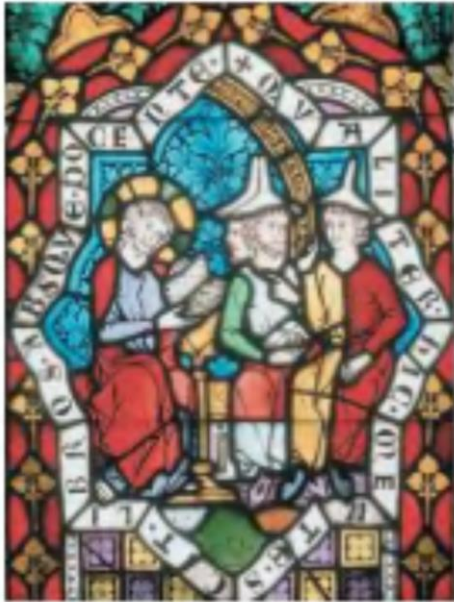
Χρήση ατμών νατρίου γίνεται σε λαμπες εξωτερικού φωτισμού.

(b)



2.7 Το χρώμα των στερεών σωμάτων

2.7.1. Χρωστικές Ουσίες



- Απορροφούν ορισμένες περιοχές μηκών κύματος.
- Κατά την αποδιέγερση η ενέργεια μετατρέπεται σχεδόν ολοκληρωτικά σε θερμότητα και δεν επανεκπέμπεται φως (φωτόνια).
- Τα σκουρα χρώματα απορροφουν μεγάλο ευρος μηκών κύματος οπότε και θερμαίνονται περισσότερο κατά το φωτισμό τους από λευκό φως.

Παράδειγμα :

Μια χρωστική που απορροφά στο κυανό, ανακλά στο κόκκινο και κίτρινο με αποτέλεσμα να δίνει πορτοκαλί χρωματισμό.

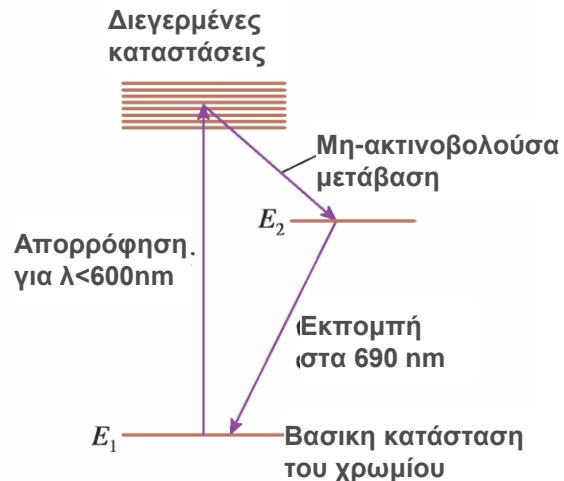
2.7.2 Χρωματισμός Διάφανων Υλικών

Το χρώμα των διαφανων υλικών (γυαλια, ημιπολυτμοι λιθοι) οφείλεται στην παρουσία προσμίξεων από ξένα άτομα που λέγονται **χρωματικά κέντρα**.

Παράδειγμα:

το ορυκτό **Ρουμπίνι** (ruby) = $\text{Al}_2\text{O}_3 + 0.1\% \text{Cr}$ οφείλει το χαρακτηριστικο κόκκινο χρώμα του στα λιγοστά άτομα χρωμίου που περιέχει.

Απορρόφηση και εκπομπή φωτός απο τον κρύσταλλο του ρουμπινιού



Το ρουμπίνι απορροφα μικρά μήκη κυματος (<600nm δηλαδή **κυανο, πρασινο κίτρινο**).

Υφίσταται μια μη-ακτινοβολούσα μεταβαση μικρης ενεργειας (οποτε μετατρεπει σε θερμοτητα μικρο ποσο απο την ενεργεια που απορροφησε) και στη συνεχεια και επανεκπέμπει φως με μεγάλο μήκος κυματος (690nm, δηλαδή **ΚΟΚΚΙΝΟ**) καθώς μεταπίπτει στη βασική κατάσταση.

Συνολικά : $\lambda_{\text{εκπ}} > \lambda_{\text{απορ}} \Rightarrow$ λαμπιριζει !!



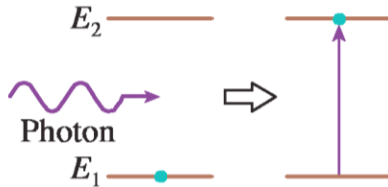
Ενότητα 3:

Ατομα, Μόρια, Στερεά

Το LASER

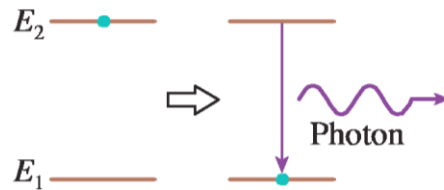
Ειδη μεταβάσεων κατά την αλληλεπίδραση ατόμων-φωτός

(a) Absorption



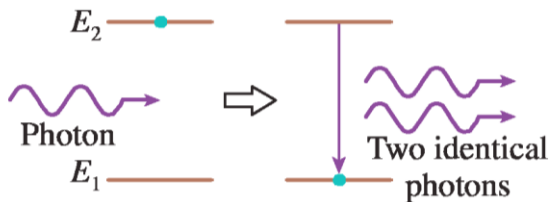
1^ο: Απορροφήση

(b) Spontaneous emission



2^ο: Αυθορμητη εκπομπή

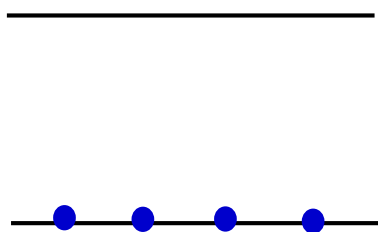
(c) Stimulated emission



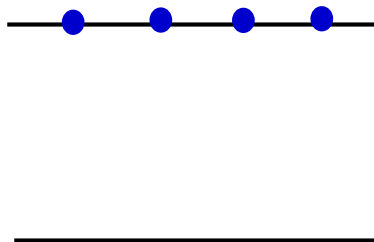
3^ο: Εξαναγκασμενη εκπομπη
(Θεωρητική πρόβλεψη Einstein 1917)

1960: C.Townes ανακάλυψη του MASER (εξαναγκασμενη εκπομπή μικροκυματων απο μοριο NH_4)
= προγονος του LASER

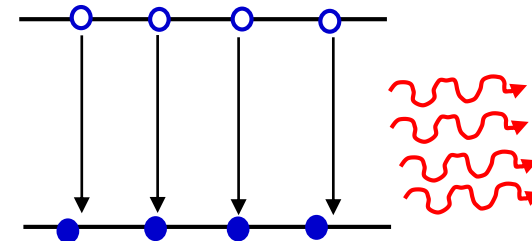
Τα τρία στάδια ενός LASER



Όμοια άτομα στη βασική κατάσταση

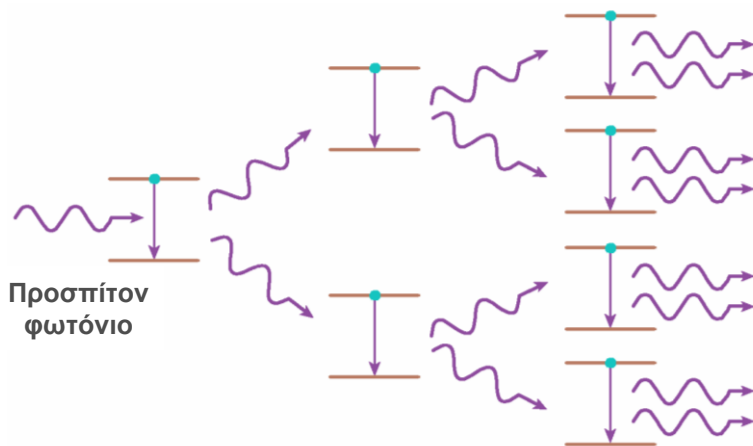


Αναστροφή πληθυσμών με αντληση (pumping)



Εξαναγκασμένη αποδιέγερση με εκπομπή σύμφωνων φωτονίων

Η εξαναγκασμένη εκπομπή δημιουργεί αλυσιδωτή παραγωγή φωτονίων σε όλο τον πληθυσμό των διεγερμένων ατομών

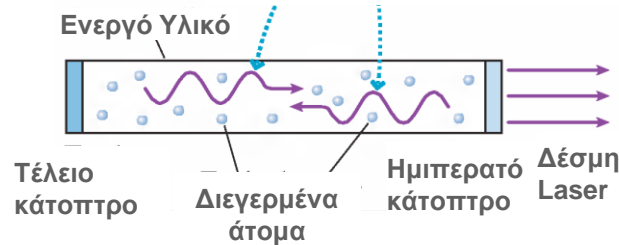


Προσπίτον φωτόνιο

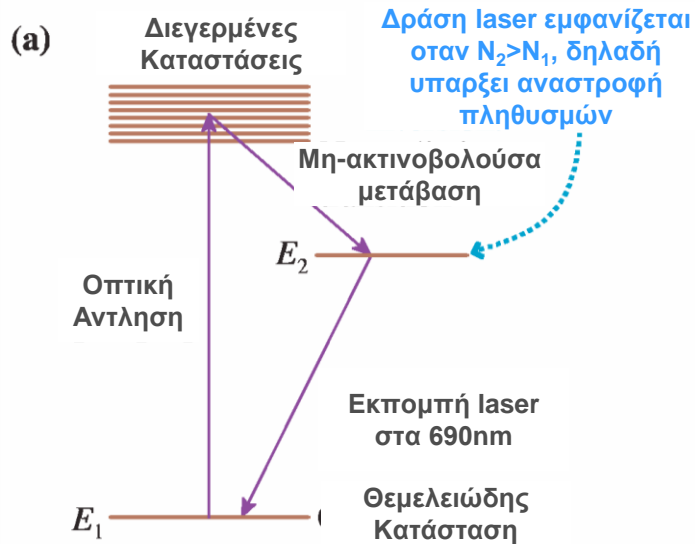
Δημιουργία πολλών σύμφωνων φωτονίων

Η δράση laser πραγματοποιείται σε μια οπτική κοιλότητα

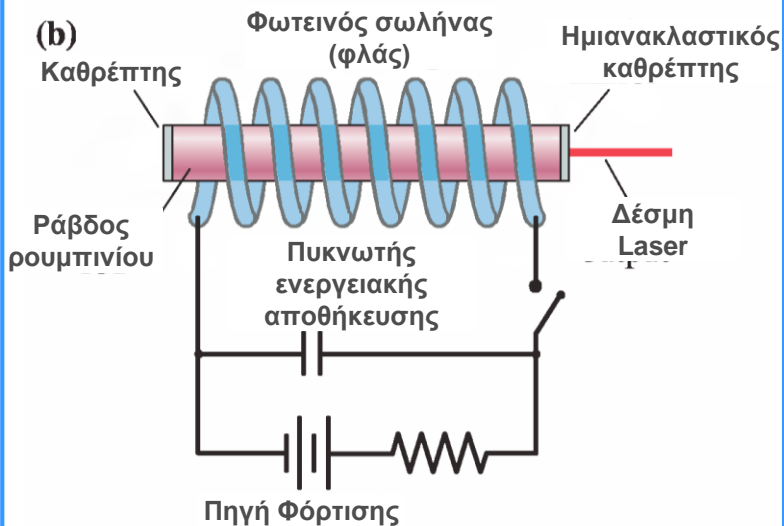
Τα φωτόνια ταξιδεύουν και στις δυο κατευθύνσεις και αλληλεπιδρούν με τα άτομα, προκαλώντας παραγωγή δευτερογενών φωτονίων και ενισχύοντας έτσι την ένταση του παραγόμενου φωτός μέσα στην κοιλότητα



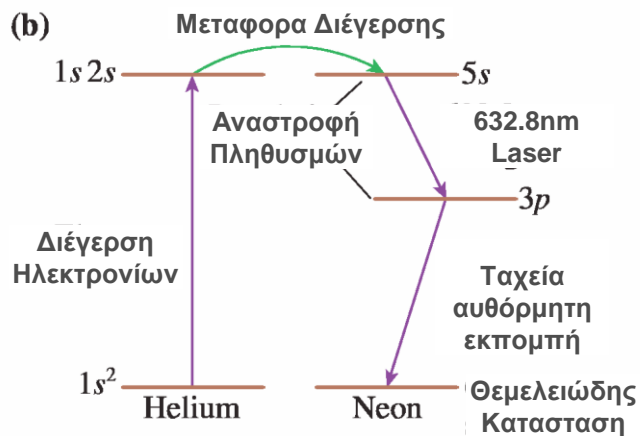
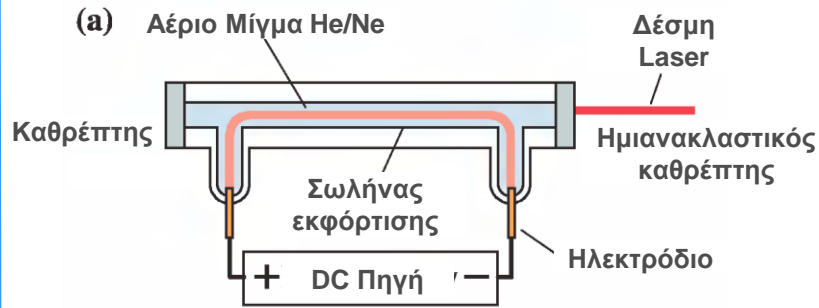
Το LASER Ρουμπινίου (ruby)



- Παλμική εκπομπή
- $\lambda=690\text{nm}$ (κόκκινο)
- Διάρκεια παλμού $\Delta t = 10\text{ns}$ ($E=1\text{J}$)
- Ισχύς εξόδου 100 MW (!)
- Χρήσεις: μόνο εκπαιδευτική



Το LASER Ηλίου-Νέου (He-Ne)



- Συνεχής εκπομπή

- $\lambda=632\text{nm}$ (κόκκινο)

- Ισχύς εξοδου 1mW

- Χρήσεις:

- εργαστηριακή,
- σαρωτές τιμών,
- φωτεινοί δείκτες

Άλλοι τύποι laser:

- **Ar laser** : 20W πράσινο-κυανό. Χρήση: ερευνητική
- **CO₂ laser**: 1kW υπερευθρη (<300nm). Χρήση: βιομηχανική (κοπή-συγκόλληση μετάλλων)

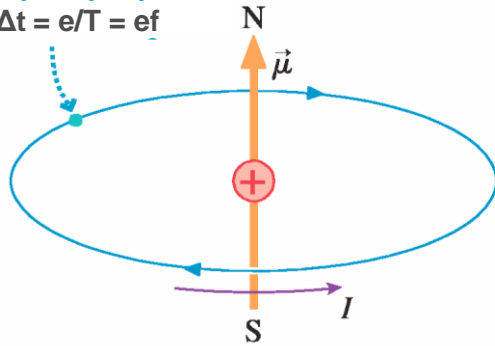
Ενότητα 3:

Ατομα, Μόρια, Στερεά

Το σπιν του ηλεκτρονίου

Τροχιακή Κίνηση και Στροφορμή του ηλεκτρονίου (Κλασική περιγραφή)

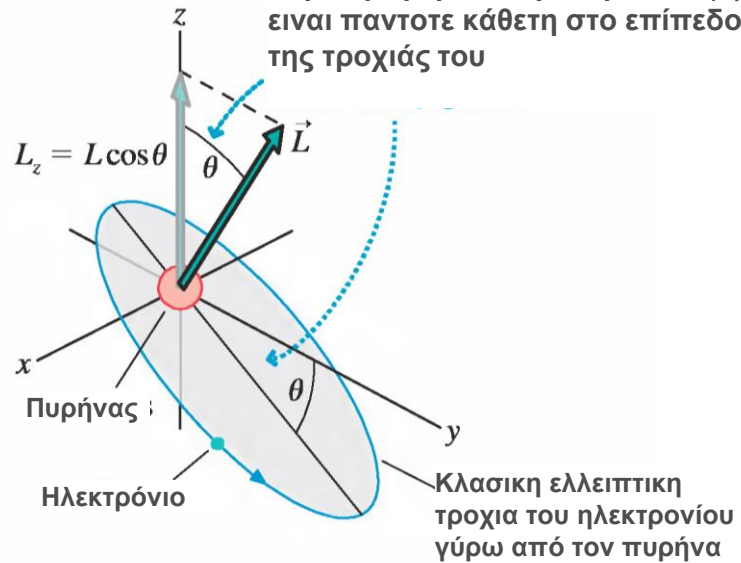
Ενα περιστρεφόμενο ηλεκτρόνιο ισοδυναμεί με **ηλεκτρικό ρεύμα**:
 $I = \Delta Q / \Delta t = e / T = ef$



Ενα κυκλικό ρεύμα δημιουργεί **μαγνητική ροπή** (μ), με ένα Βόρειο (N) κι ένα Νότιο (S) πόλο

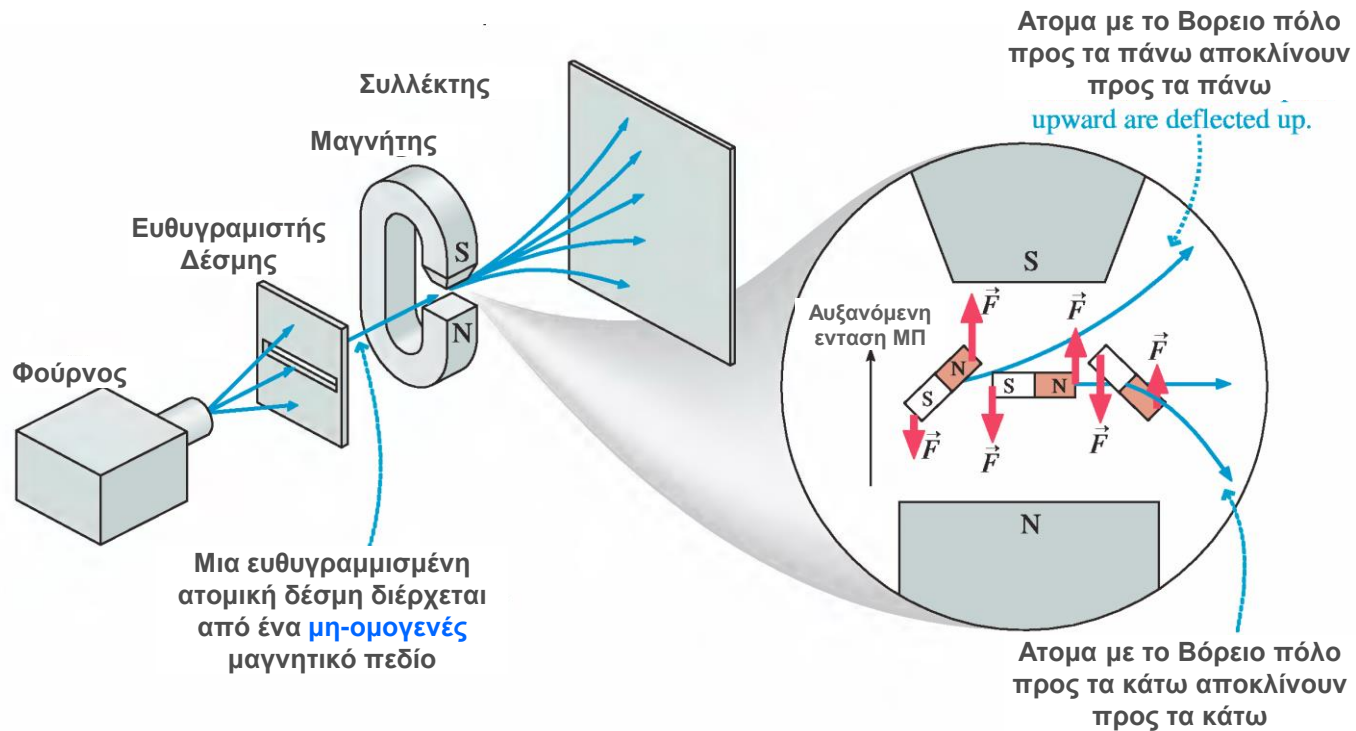
$$\mu = I \cdot A = \frac{e}{T} \pi R^2 = ef\pi R^2$$

Η **στροφορμή** του περιστρεφόμενου ηλεκτρονίου (L) είναι πάντοτε κάθετη στο επίπεδο της τροχιάς του



$$L = mR^2\omega = 2\pi f \cdot mR^2$$

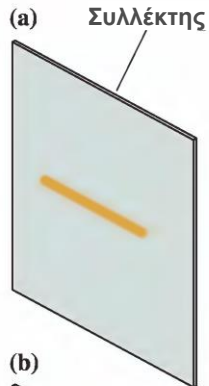
Πείραμα Stern-Gerlach (1920) και Ανακάλυψη του Σπιν



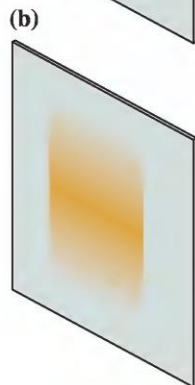
- Το **ομογενές** μαγνητικό πεδίο ασκεί **μηδενική** συνισταμενη δύναμη σε ένα μαγνητικό δίπολο.
- Το **μη-ομογενές** μαγνητικό πεδίο ασκεί **μη-μηδενική** μαγνητική δύναμη στα μαγνητικά δίπολα, προκαλώντας έτσι απόκλιση από την ευθύγραμμη πορεία τους.
- Η **κατεύθυνση της αποκλισης** εξαρτάται από τον **προσανατολισμό του διπόλου** καθώς εισέρχεται στο μαγνητικό πεδίο.

Πείραμα Stern-Gerlach και Ανακάλυψη του Σπιν

«Κλασικές» προβλεψεις για την αναμενόμενη κατανομή των ατόμων πάνω στο συλλέκτη

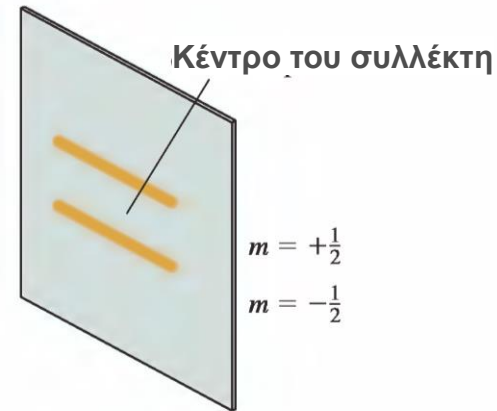


Χωρίς ΜΠ ($B=0$) : Μηδενική απόκλιση, όλα τα άτομα καταληγουν στο κέντρο του συλλέκτη



«Κλασικά» άτομα (H συνιστώσα L_z παίρνει **συνεχείς τιμές**): οι αποκλίσεις των ατομων αναμενόταν να έχουν έχουν όλες τις δυνατες τιμές

Τα αποτελέσματα του πειράματος με δέσμη ατόμων υδρογόνου

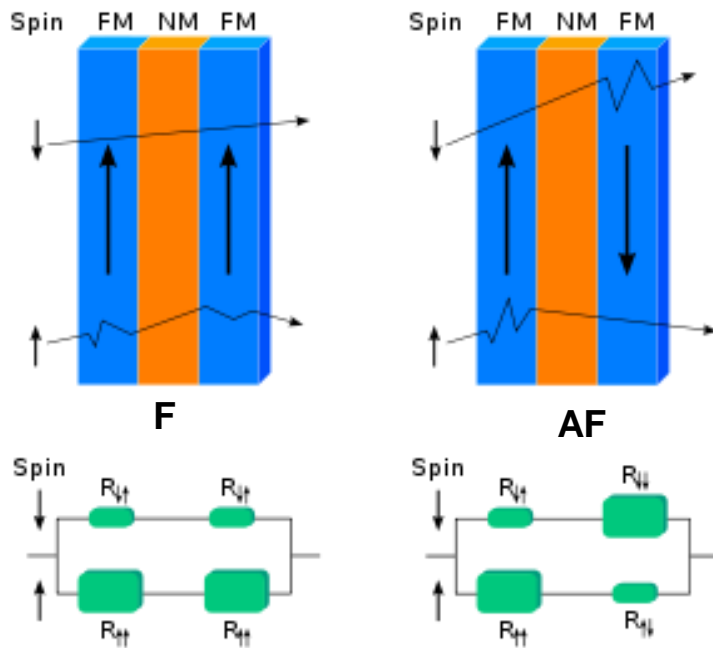


Οι δύο διακριτές τιμές της απόκλισης υποδεικνύουν ότι υπάρχει μια **μη-κλασική στροφορμή** (σπιν) του ατόμου H που παίρνει μόνο **δύο** τιμές:

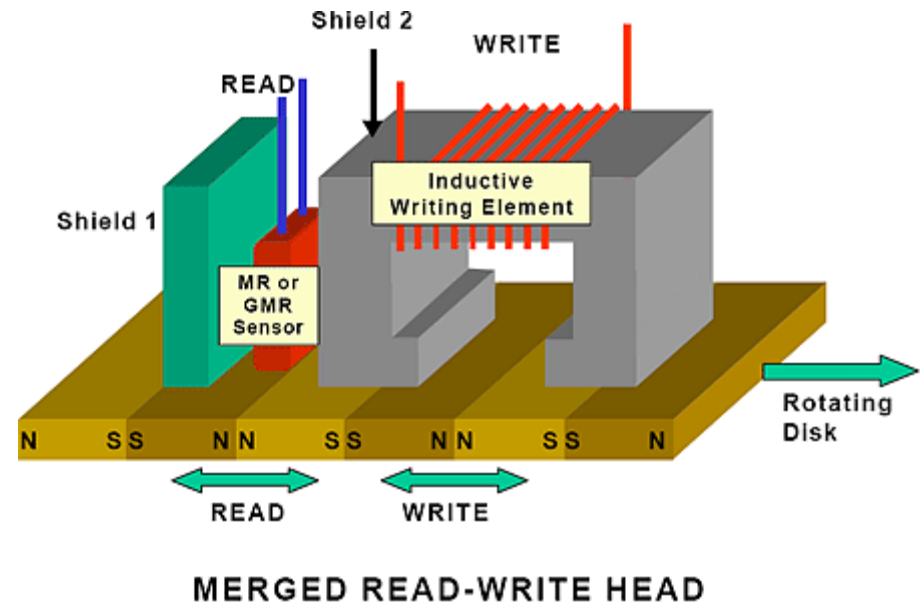
$$S_z = m_s \hbar, \quad m_s = \pm \frac{1}{2}$$

Σύγχρονη τεχνολογική αξιοποίηση του ηλεκτρονικού σπιν

Το φαινόμενο της **Γιγαντιαίας ΜαγνητοΑντίστασης (GMR)** στα υμένια μαγνητικών μεταλλών



Η τεχνολογική αξιοποίηση σε **μαγνητικές κεφαλές ανάγνωσης** με τεράστια ευαισθησία



Η AF διάταξη των υμενίων (δεξιά) εμφανίζει πάντοτε μεγαλύτερη ηλεκτρική αντίσταση, $R_{AF} > R_F$

A.Fert – P.Grünberg, Βραβείο Nobel 2007

http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/2007/press.html