

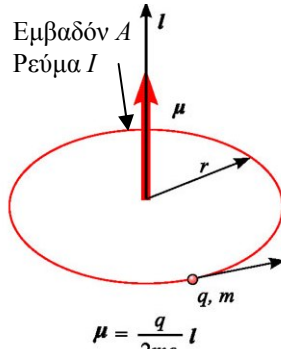
Στροφορμή και ατομικός μαγνητισμός [Το φαινόμενο Zeeman και το πείραμα Stern – Gerlach]

Η βασική σχέση

$$\vec{\mu} = \frac{q}{2mc} \vec{\ell}$$

Λόγω της περιστροφής του, ένα φορτισμένο σωματίδιο μάζας m και φορτίου q παράγει μια μαγνητική ροπή $\vec{\mu} = \gamma \vec{\ell}$, ανάλογη της στροφορμής του, με γυρομαγνητικό λόγο γ ίσο με $q/2Mc$ (Σύστημα C.G.S.).

...και η απόδειξή της



$$\mu = \frac{IA}{c}$$

[Μαγνητική ροπή
ρευματοφόρου βρόχου]

Για περιστρεφόμενο σωματίδιο φορτίου q και μάζας $m \Rightarrow I = q/T$ (T = περίοδος περιστροφής)

$$\Rightarrow \mu = \frac{(q/T) \pi r^2}{c} \Big|_{T=2\pi r/v} = \frac{q}{2c} v r \equiv \frac{q}{2mc} \left(\underbrace{mvr}_{\ell} \right) = \frac{q}{2mc} \ell \Rightarrow \vec{\mu} = \frac{q}{2mc} \vec{\ell}$$

Το άτομο σ' ένα ομογενές μαγνητικό πεδίο: Το φαινόμενο Zeeman

I. Θεωρία

$U = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$ Ενέργεια αλληλεπίδρασης μιας μαγνητικής ροπής $\vec{\mu}$ και ενός μαγν. πεδίου $\vec{B}$

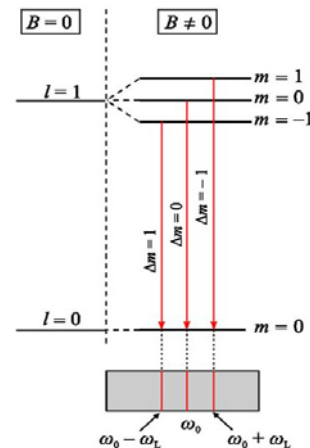
Για ένα ηλεκτρόνιο ($q = -e$, μάζα $= m_e$) και ένα μαγνητικό πεδίο κατά τον άξονα z θα είναι

$$U = \frac{eB}{2m_e c} \ell_z \Big|_{\ell_z = \hbar m} \equiv \mu_B B m$$

Όπου $\mu_B \equiv \frac{e\hbar}{2m_e c} = 0,93 \cdot 10^{-20} \text{ erg/Gauss}$

είναι η λεγόμενη μαγνητόνη του Bohr, δηλ. η μονάδα μέτρησης των ατομικών μαγνητικών ροπών ($\equiv$ των ατομικών μαγνητών)

II. Πειραματικές συνέπειες



Συμπέρασμα: Κατά την τοποθέτηση του ατόμου σ' ένα μαγν. πεδίο η αρχική φασματική γραμμή εμφανίζεται τριπλή (διαχωρισμός Zeeman)

Ατομική δέσμη σ' ένα ανομοιογενές μαγνητικό πεδίο: Το πείραμα Stern – Gerlach

I. Θεωρία

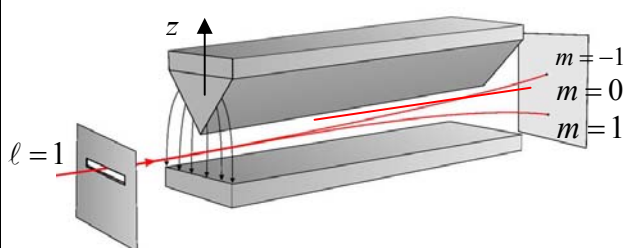
Όπως πριν $U = \mu_B B(z) m$ αλλά με $B = B(z)$ [πεδίο με «βαθμίδα» κατά τον άξονα z , παραγόμενο από έναν μαγνήτη σαν αυτόν του διπλανού Σχήματος.

$$\Rightarrow F_z = -\frac{dU}{dz} = -\mu_B \frac{dB}{dz} m \equiv \text{Δύναμη κατά τον άξονα } z$$

εξαρτώμενη από την τιμή του μαγνητικού κβαντικού αριθμού m . ($\ell_z = \hbar m$)

ΜΕΛΕΤΗ: Σ. Τραχανά, *Κβαντομηχανική I*, σελ. 413 – 435.

II. Η πειραματική διάταξη



Μια δέσμη ατόμων με $\ell = 1$ διερχόμενη από τον ανομοιογενή μαγνήτη του σχήματος παράγει τρεις κηλίδες στο πέτασμα εξόδου [όσες και οι τιμές του κβαντικού αριθμού m]