

Congresso nazionale della Società Italiana di Fisica

Sezione didattica

Verso l'effetto Zeeman

Autori: Vallero M. B., Marocchi D., Olivero P.

Introduzione

Obiettivo



Insegnare l'effetto Zeeman a studenti del quarto anno di scuola superiore.

Introduzione

Obiettivo



Insegnare l'effetto Zeeman a studenti del quarto anno di scuola superiore.

Come?



Introduzione

Obiettivo



Insegnare l'effetto Zeeman a studenti del quarto anno di scuola superiore.

Acquisizione apparato per l'osservazione e la misura dell'effetto

Come?



Introduzione

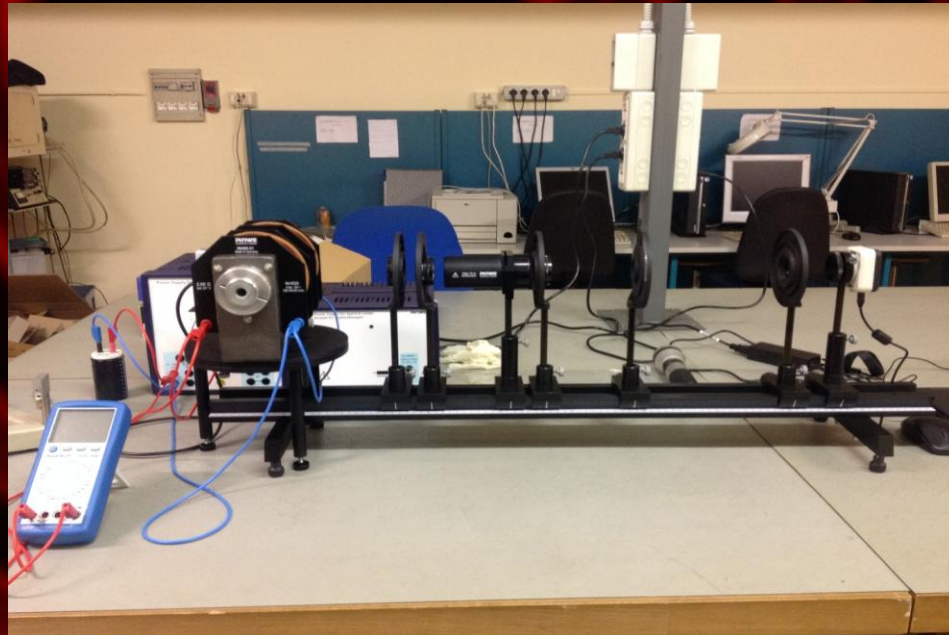
Obiettivo



Insegnare l'effetto Zeeman a studenti del quarto anno di scuola superiore.

Acquisizione apparato per l'osservazione e la misura dell'effetto

Come?



Introduzione

Obiettivo

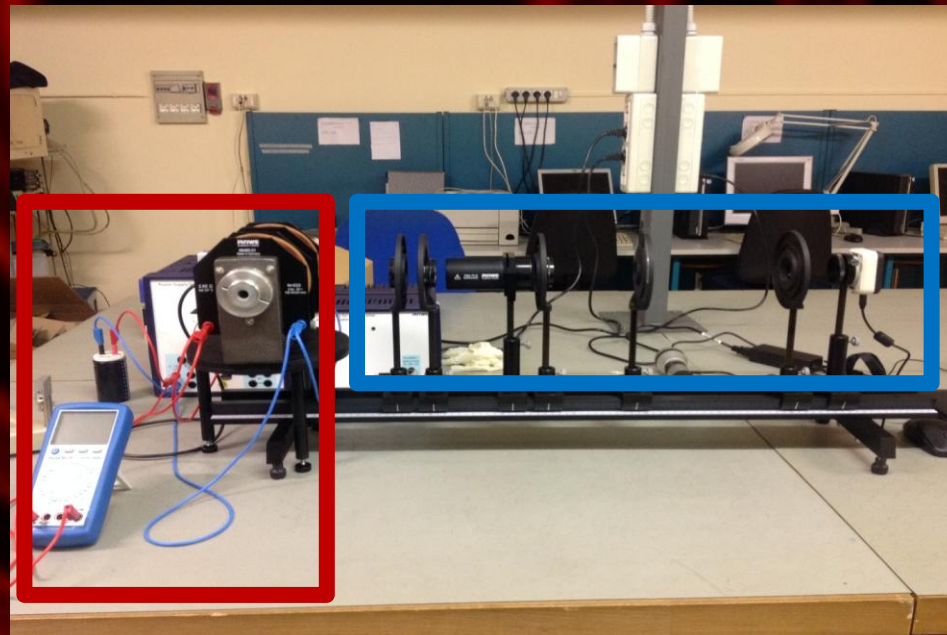


Insegnare l'effetto Zeeman a studenti del quarto anno di scuola superiore.

Acquisizione apparato per l'osservazione e la misura dell'effetto



Come?



Elementi di elettricità e magnetismo

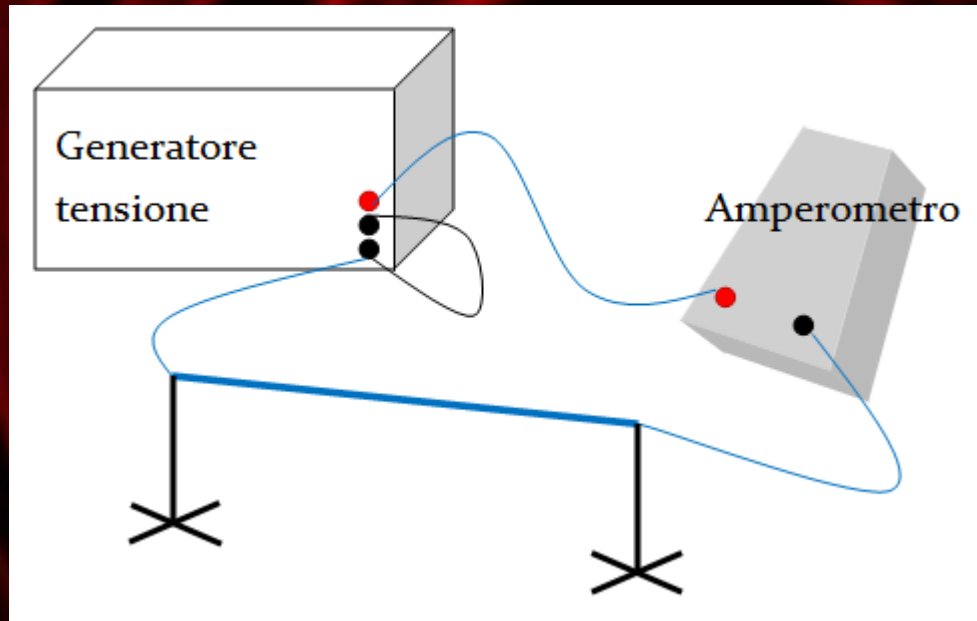


Elementi di ottica

Magnetismo

Esperienza di Oersted

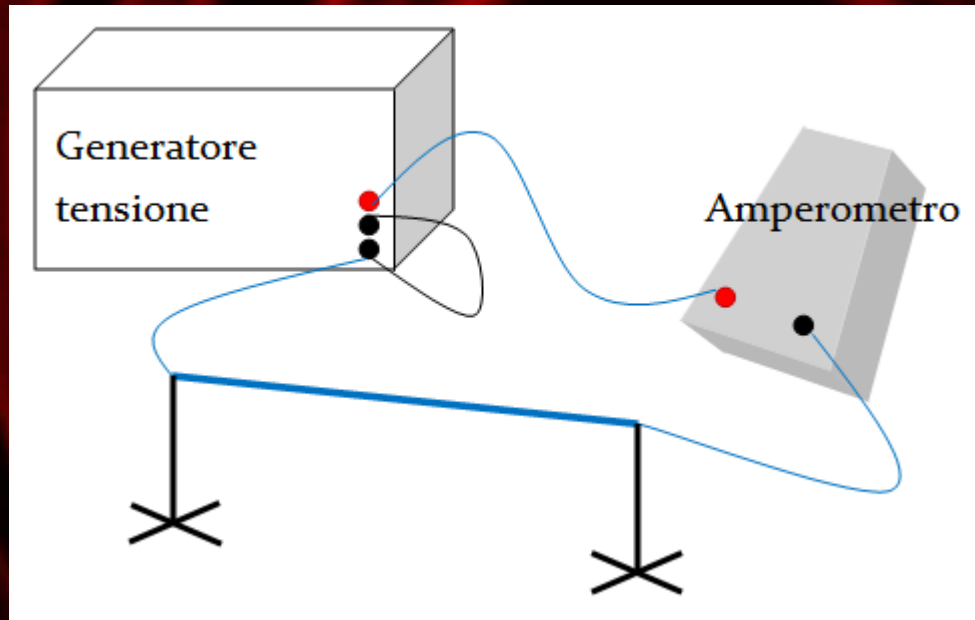
Scopo: Verificare che un filo percorso da corrente genera un campo magnetico con direzione concentrica al filo stesso.



Magnetismo

Esperienza di Oersted

Scopo: Verificare che un filo percorso da corrente genera un campo magnetico con direzione concentrica al filo stesso.

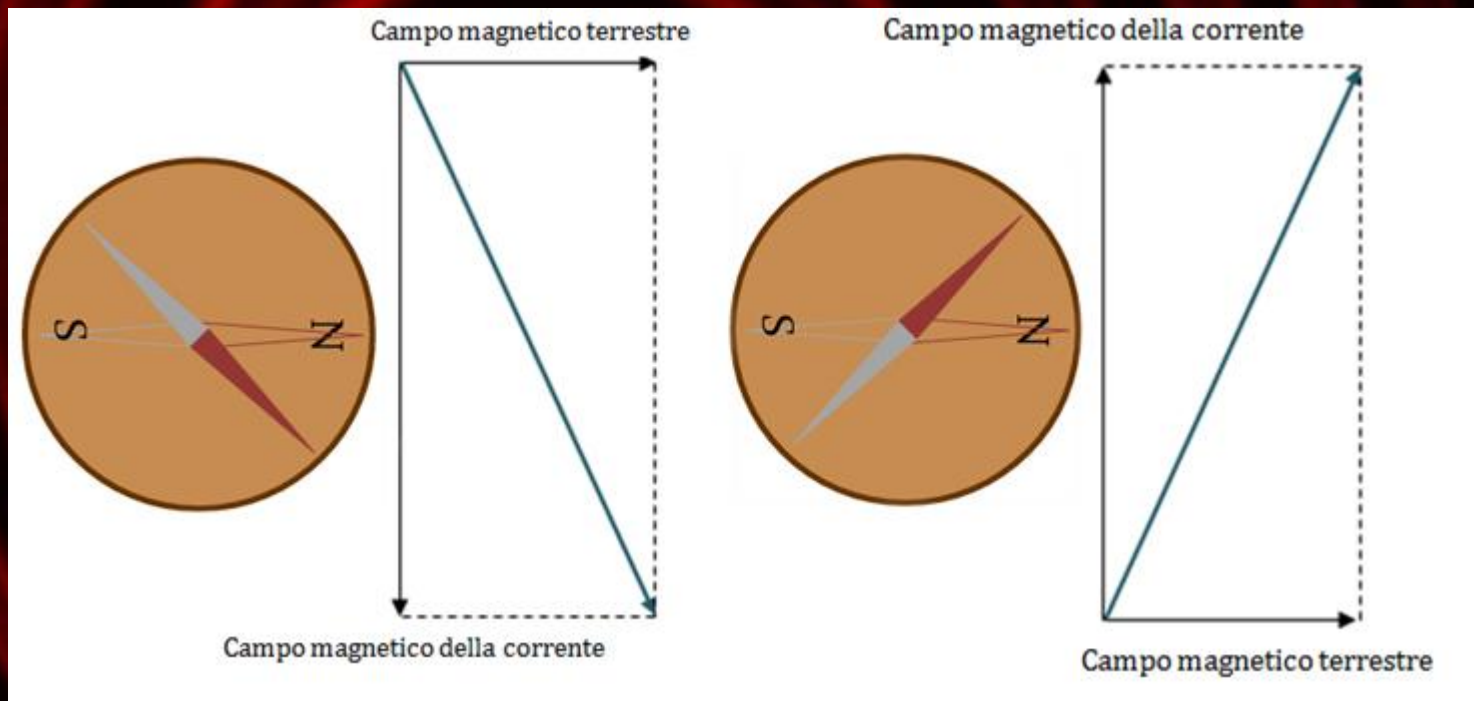


Con la bussola si può avere una prima dimostrazione qualitativa del campo magnetico

Magnetismo

Esperienza di Oersted

Scopo: Verificare che un filo percorso da corrente genera un campo magnetico con direzione concentrica al filo stesso.



Con la bussola si può avere una prima dimostrazione qualitativa del campo magnetico

Magnetismo

Esperienza di Oersted

$$B(r) = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

Studio di **B** in funzione di **i**;
Studio di **B** in funzione di **r**;

Magnetismo

Esperienza di Oersted

$$B(r) = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

Studio di **B** in funzione di **i**;
Studio di **B** in funzione di **r**;



STRUMENTI

Bussola

Magnetometro digitale



Magnetismo

Esperienza di Oersted

$$B(r) = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

Studio di **B** in funzione di **i**;
Studio di **B** in funzione di **r**;

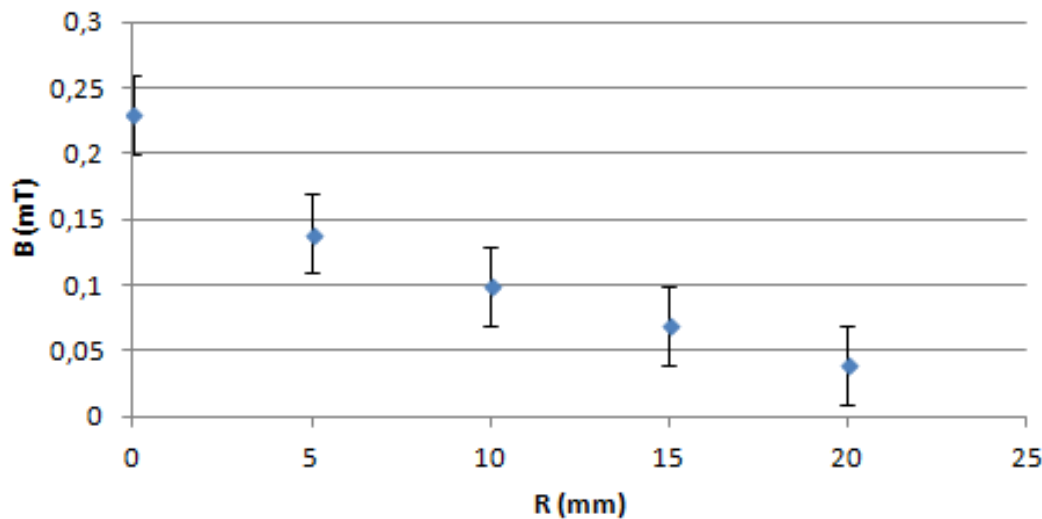


STRUMENTI

Bussola

Magnetometro digitale

GRAFICO



Magnetismo

Esperienza di Oersted

$$B(r) = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

Studio di B in funzione di i ;
Studio di B in funzione di r ;

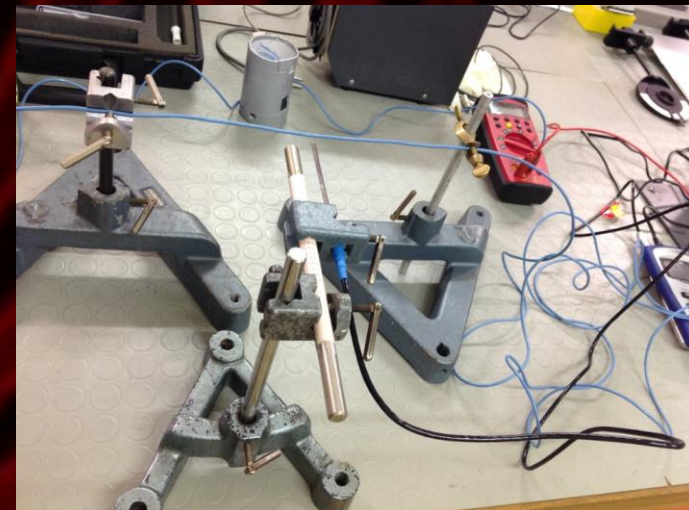
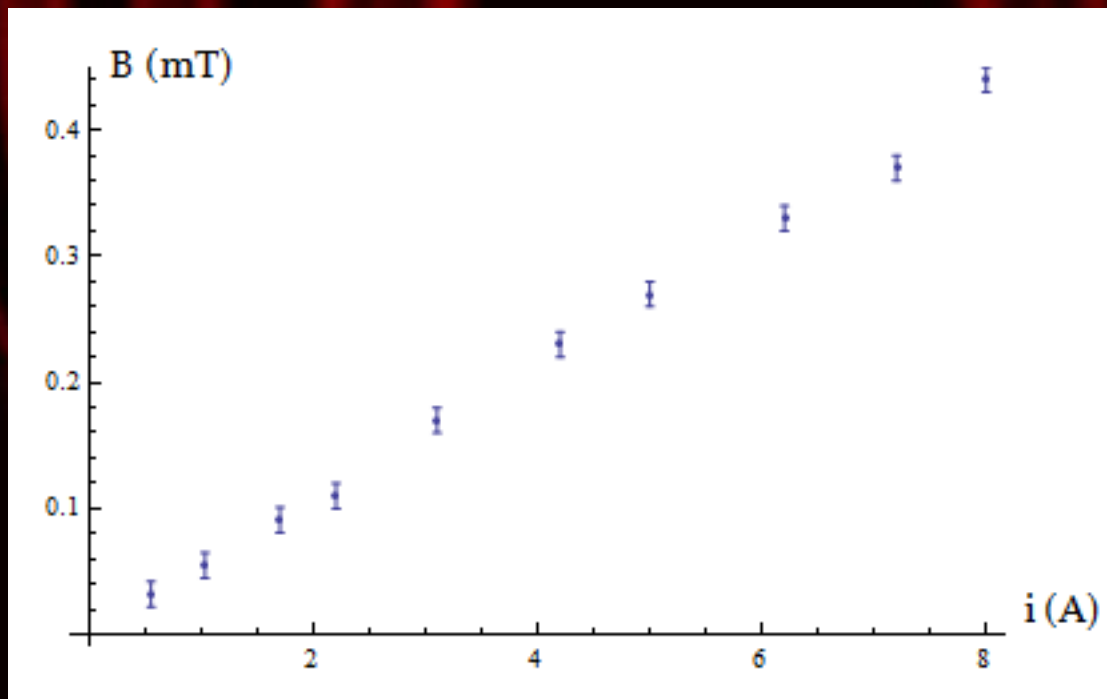


STRUMENTI

Bussola

Magnetometro digitale

GRAFICO



Magnetismo

Esperienza di Oersted

$$B(r) = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

Studio di B in funzione di i;
Studio di B in funzione di r;

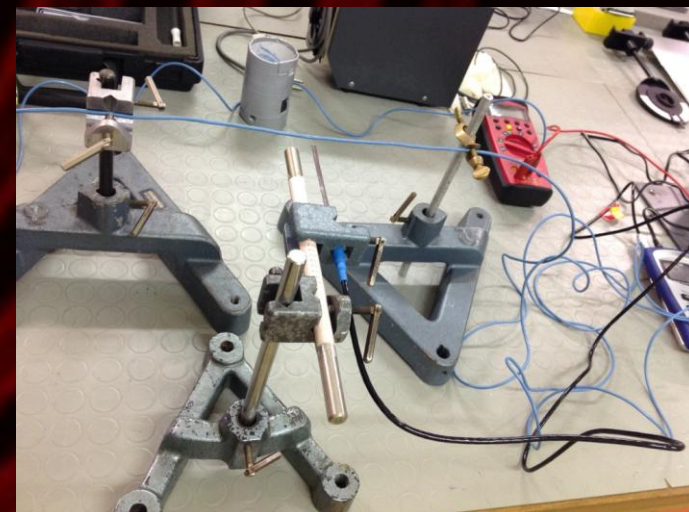
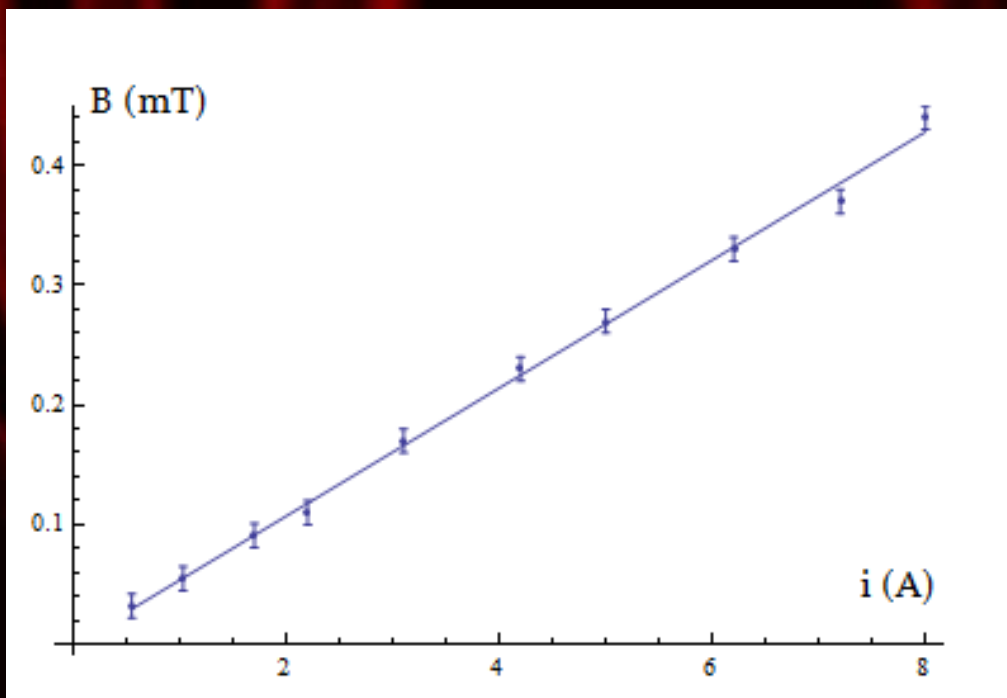


STRUMENTI

Bussola

Magnetometro digitale

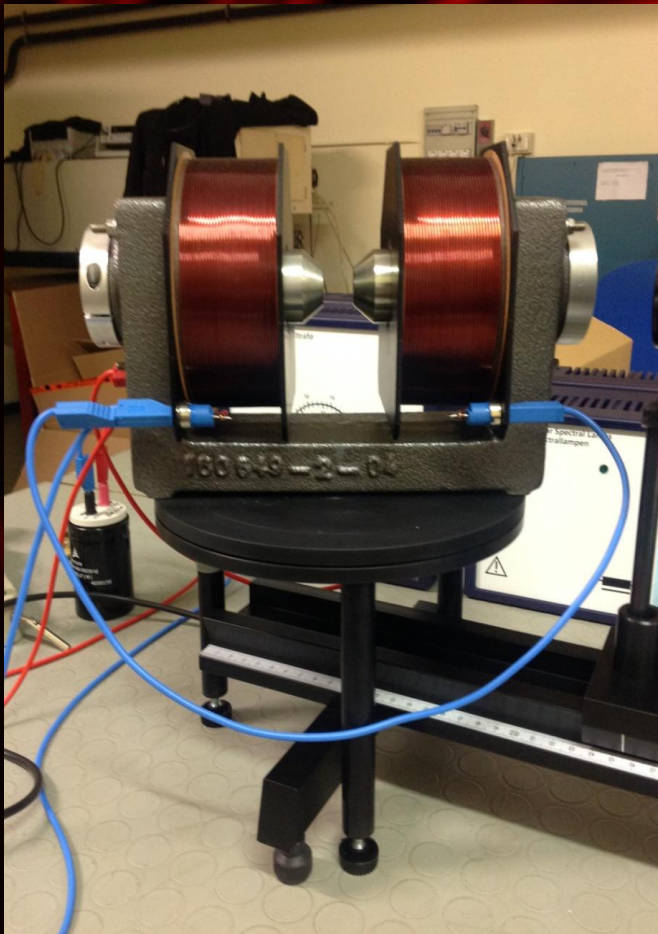
GRAFICO



Magnetismo

Esperienze con bobine

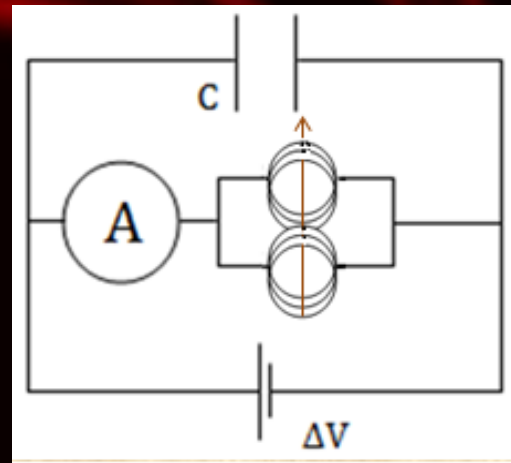
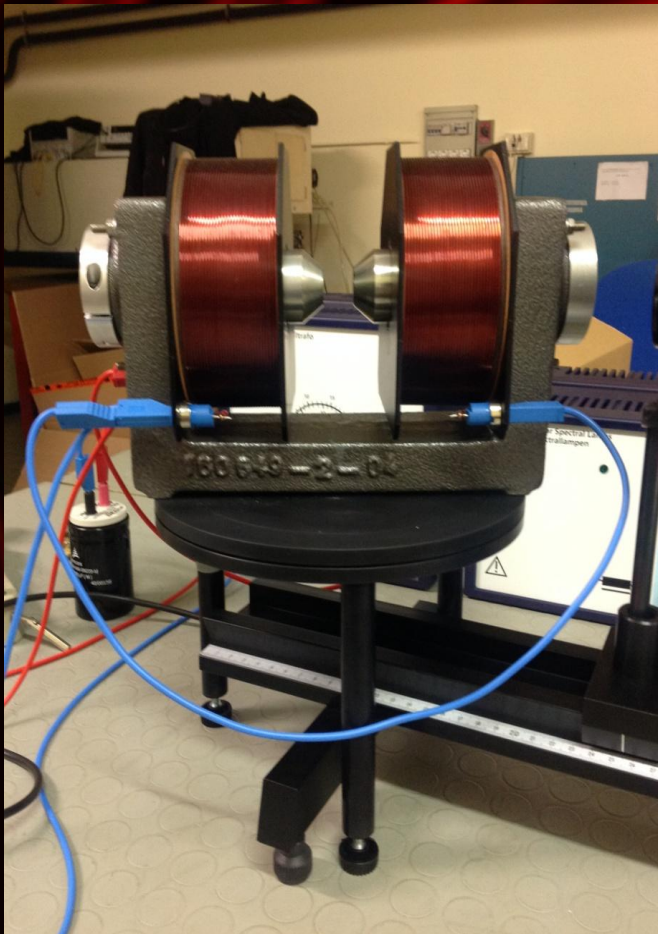
Scopo: Verificare che una bobina percorsa da corrente genera un campo magnetico.



Magnetismo

Esperienze con bobine

Scopo: Verificare che una bobina percorsa da corrente genera un campo magnetico.

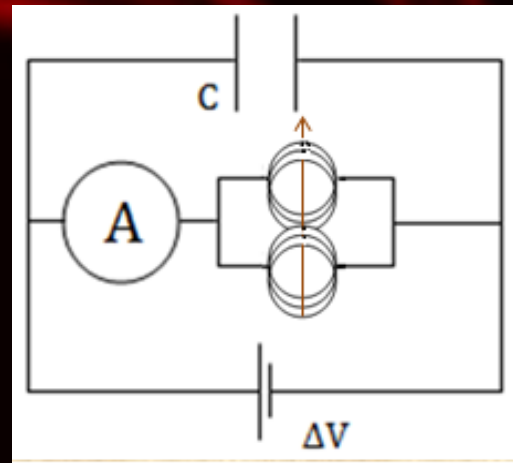
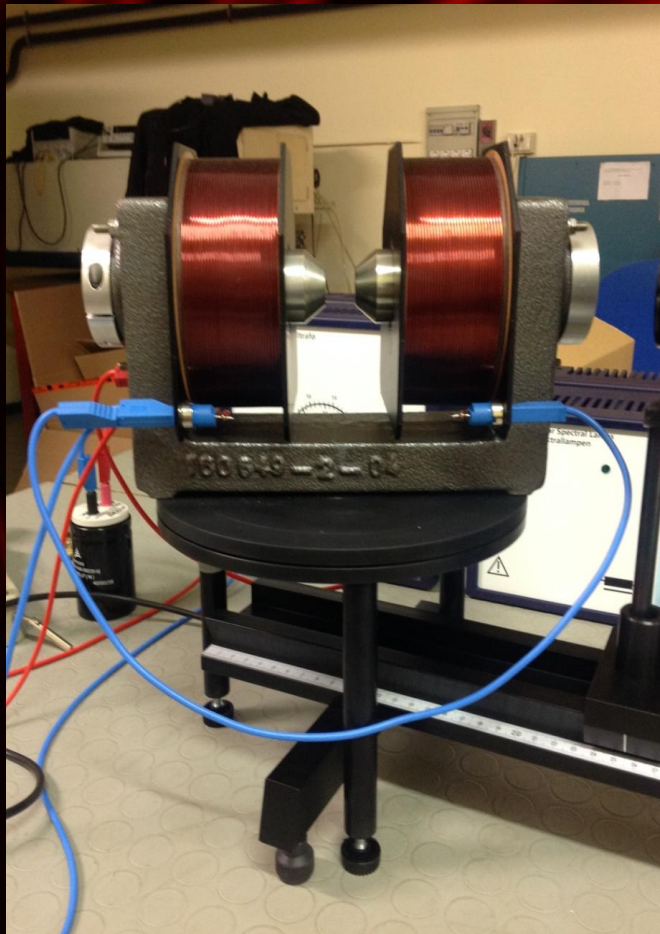


Costruzione di un
circuito con bobine
alimentate in parallelo

Magnetismo

Esperienze con bobine

Scopo: Verificare che una bobina percorsa da corrente genera un campo magnetico.



Costruzione di un
circuito con bobine
alimentate in parallelo

$$B = \frac{\mu_0 N i}{l}$$

Analisi qualitativa o
quantitativa della legge
teorica.

B vs i

STRUMENTO
Magnetometro digitale

Magnetismo

Esperienze con bobine

Scopo: Verificare che una bobina percorsa da corrente genera un campo magnetico.

$$B = \frac{\mu_0 N i}{l}$$



Analisi qualitativa o
quantitativa della legge
teorica.

B vs N



STRUMENTO
Magnetometro digitale

Magnetismo

Esperienze con bobine

Scopo: Verificare che una bobina percorsa da corrente genera un campo magnetico.



$$B = \frac{\mu_0 N i}{l}$$



Analisi qualitativa o
quantitativa della legge
teorica.

B vs N

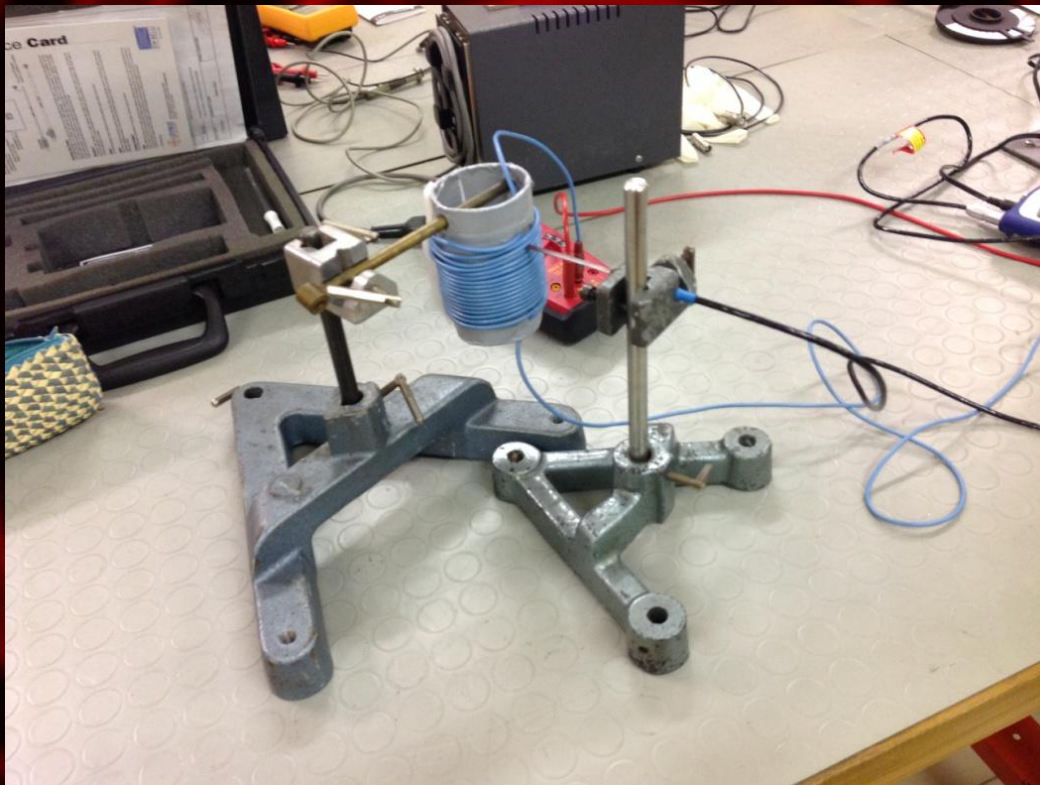


STRUMENTO
Magnetometro digitale

Magnetismo

Esperienze con bobine

Scopo: Verificare che una bobina percorsa da corrente genera un campo magnetico.



$$B = \frac{\mu_0 N i}{l}$$



Analisi qualitativa o
quantitativa della legge
teorica.

B vs N



STRUMENTO
Magnetometro digitale

Costruzione di un semplice circuito con alimentatore, bobina e amperometro.

Ottica geometrica

Esperienze con le lenti

Scopo: Verificare le leggi di formazione dell'immagine in presenza di lenti convergenti e divergenti.

Ottica geometrica

Esperienze con le lenti

Scopo: Verificare le leggi di formazione dell'immagine in presenza di lenti convergenti e divergenti.

2 modi

Kit di ottica

Strumenti sciolti

Ottica geometrica

Esperienze con le lenti

Scopo: Verificare le leggi di formazione dell'immagine in presenza di lenti convergenti e divergenti.

2 modi

Kit di ottica

- * Lenti
- * Tavole
- * Laser

Strumenti sciolti



Ottica geometrica

Esperienze con le lenti

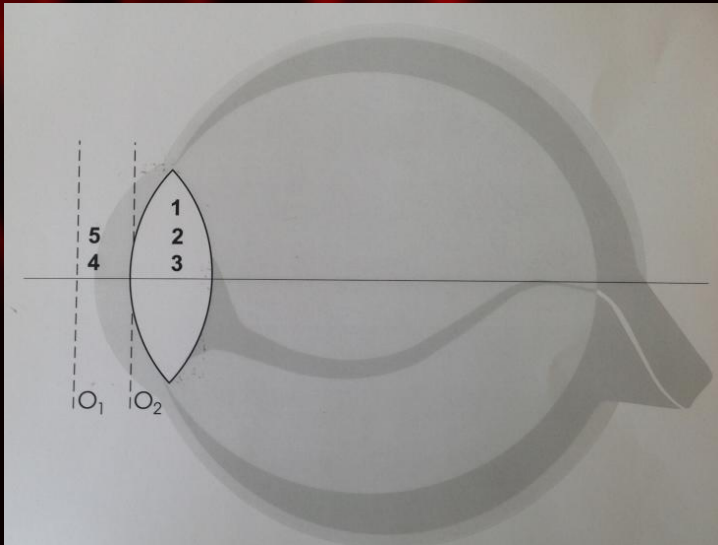
Scopo: Verificare le leggi di formazione dell'immagine in presenza di lenti convergenti e divergenti.

2 modi

Kit di ottica

- * Lenti
- * Tavole
- * Laser

Strumenti sciolti



Ottica geometrica

Esperienze con le lenti

Scopo: Verificare le leggi di formazione dell'immagine in presenza di lenti convergenti e divergenti.

2 modi

Kit di ottica

- * Lenti
- * Tavole
- * Laser

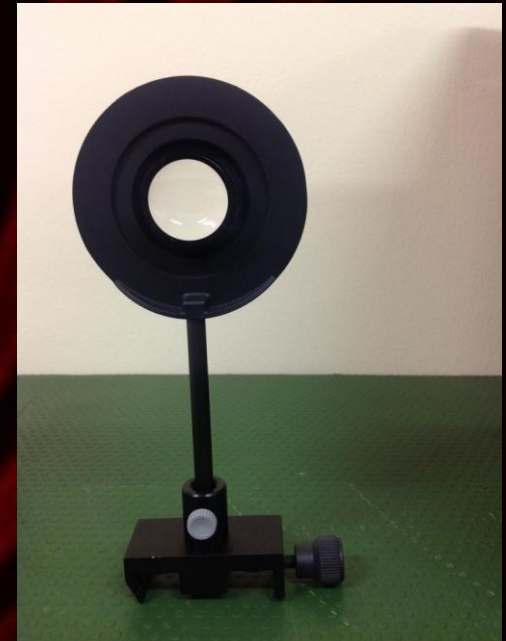


Strumenti sciolti

- * 3 lenti convergenti
- * Banco ottico
- * Schermo
- * Led
- * Oggetto

Lenti biconvesse:

- 2 da $f = 50\text{mm}$
- 1 da $f = 300\text{mm}$



Ottica fisica

Legge di Snell e diffrazione

Scopo: Verificare le leggi di riflessione, rifrazione e diffrazione.

Ottica fisica

Legge di Snell e diffrazione

Scopo: Verificare le leggi di riflessione, rifrazione e diffrazione.



Riflessione e rifrazione

Diffrazione

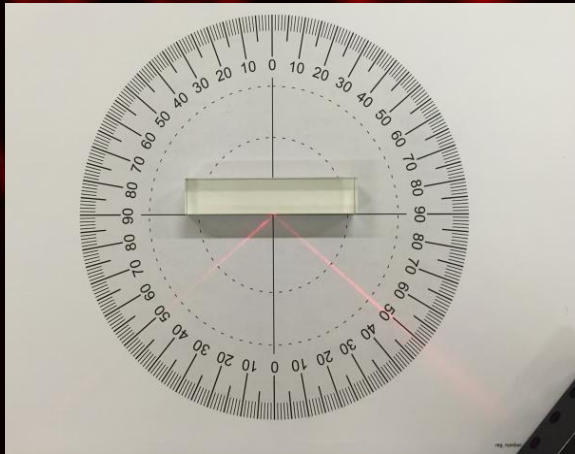
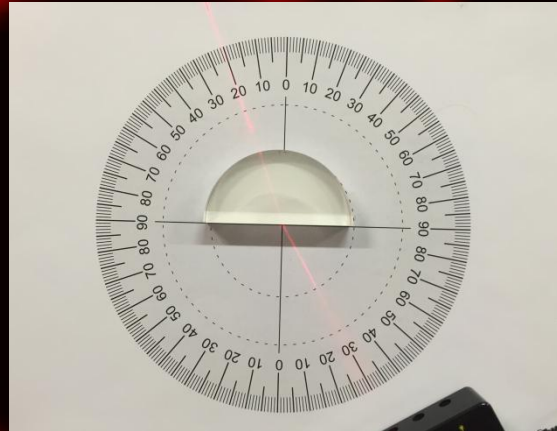
Ottica fisica

Legge di Snell e diffrazione

Scopo: Verificare le leggi di riflessione, rifrazione e diffrazione.

Riflessione e rifrazione

Diffrazione



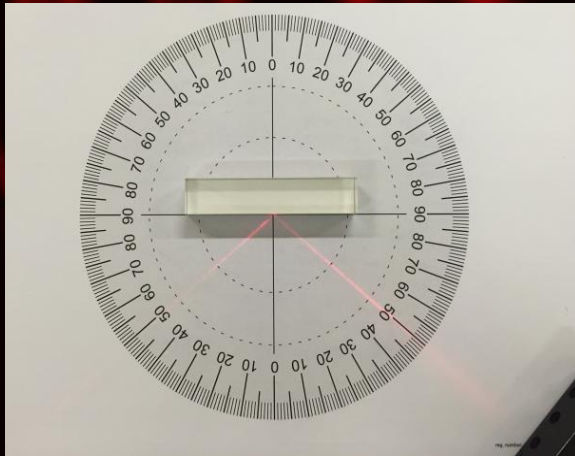
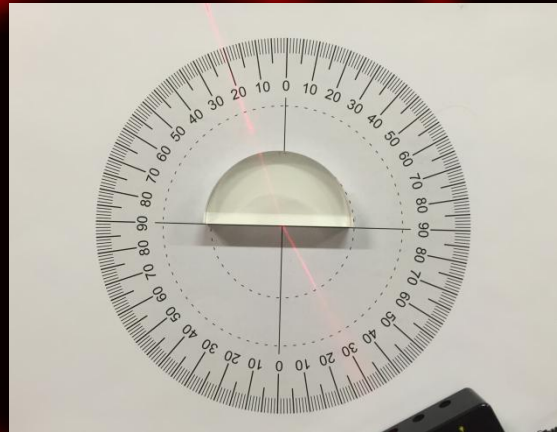
Ottica fisica

Legge di Snell e diffrazione

Scopo: Verificare le leggi di riflessione, rifrazione e diffrazione.

Riflessione e rifrazione

Diffrazione



Verifica della legge di Snell
attraverso fit lineare.

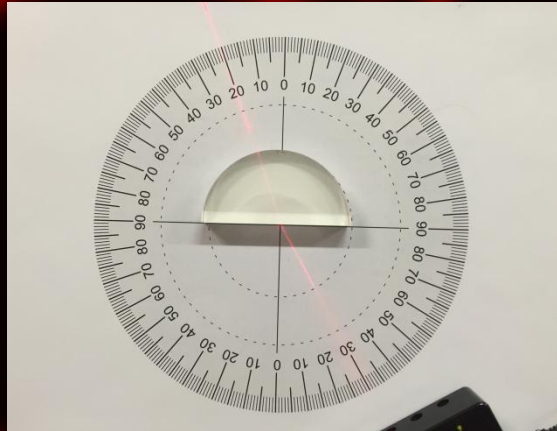
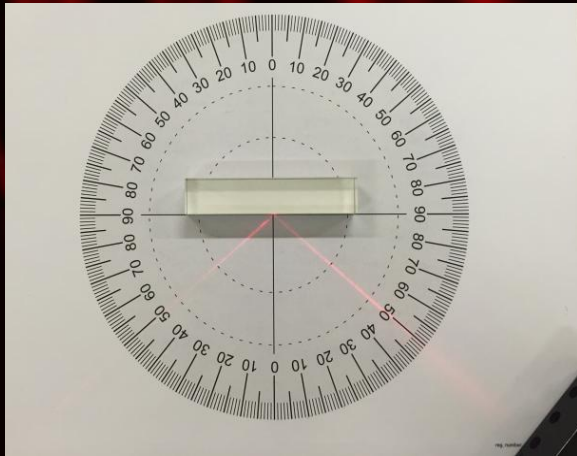
$$n_1 * \text{Sen}\theta_1 = n_2 * \text{Sen}\theta_2$$

Ottica fisica

Legge di Snell e diffrazione

Scopo: Verificare le leggi di riflessione, rifrazione e diffrazione.

Riflessione e rifrazione



Verifica della legge di Snell
attraverso fit lineare.

$$n_1 * \text{Sen}\theta_1 = n_2 * \text{Sen}\theta_2$$

Diffrazione

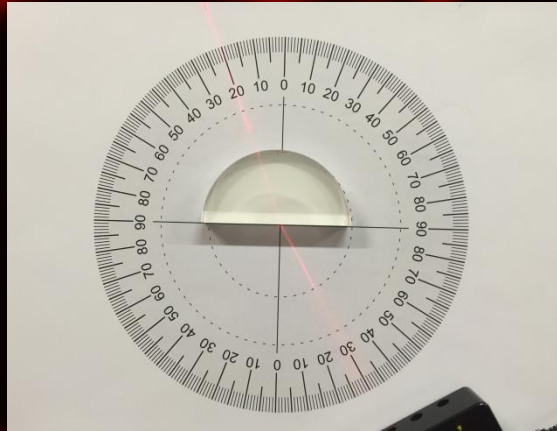
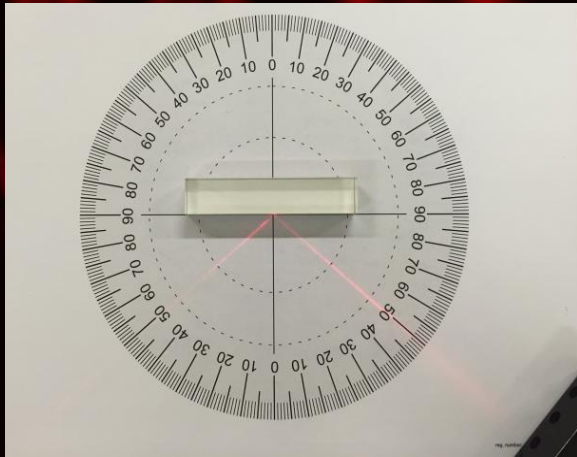
- * Fenditura
- * Banco ottico
- * Schermo
- * Laser

Ottica fisica

Legge di Snell e diffrazione

Scopo: Verificare le leggi di riflessione, rifrazione e diffrazione.

Riflessione e rifrazione



Verifica della legge di Snell
attraverso fit lineare.

$$n_1 * \text{Sen}\theta_1 = n_2 * \text{Sen}\theta_2$$

Diffrazione

- * Fenditura
- * Banco ottico
- * Schermo
- * Laser

Verifica della legge di
posizionamento dei
minimi attraverso il fit
lineare.

$$d * \text{Sen}\theta = n * \lambda$$

Conclusioni

Dai risultati raccolti dai test forniti ai ragazzi sono stati conseguiti i seguenti obiettivi:

- * Approfondimento del MAGNETISMO e dell'OTTICA;
- * Conoscenza qualitativa e applicazione del fit lineare per la verifica di leggi sperimentali;
- * Capacità di montaggio delle principali componenti dell'apparato per l'osservazione dell'effetto Zeeman;
- * Comprensione qualitativa e quantitativa dell'effetto;

Effetto Zeeman

Effetto Zeeman qualitativo → si visualizza il fenomeno senza realizzare nessuna misura.

Effetto Zeeman

Effetto Zeeman qualitativo → si visualizza il fenomeno senza realizzare nessuna misura.



Riconoscimento strumenti:

i ragazzi associano l'etichetta con il nome giusto ai vari componenti.

Effetto Zeeman

Effetto Zeeman qualitativo → si visualizza il fenomeno senza realizzare nessuna misura.

Riconoscimento strumenti:

i ragazzi associano l'etichetta con il nome giusto ai vari componenti.

Montaggio meditato:

i ragazzi montano il circuito del magnete e dispongono approssimativamente le posizioni degli strumenti ottici.

Effetto Zeeman

Effetto Zeeman qualitativo → si visualizza il fenomeno senza realizzare nessuna misura.

Riconoscimento strumenti:

i ragazzi associano l'etichetta con il nome giusto ai vari componenti.

Montaggio meditato:

i ragazzi montano il circuito del magnete e dispongono approssimativamente le posizioni degli strumenti ottici.

Montaggio guidato:

i ragazzi dispongono gli strumenti ottici seguendo le istruzioni.

Effetto Zeeman

Effetto Zeeman qualitativo → si visualizza il fenomeno senza realizzare nessuna misura.

Riconoscimento strumenti:

i ragazzi associano l'etichetta con il nome giusto ai vari componenti.

Montaggio meditato:

i ragazzi montano il circuito del magnete e dispongono approssimativamente le posizioni degli strumenti ottici.

Montaggio guidato:

i ragazzi dispongono gli strumenti ottici seguendo le istruzioni.

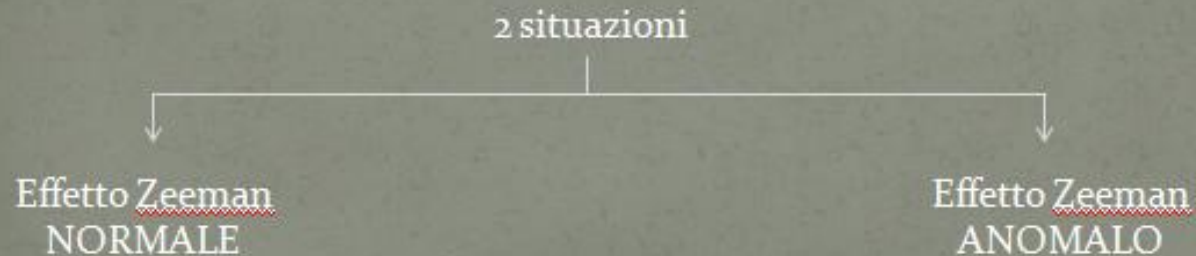
SI OSSERVA L'EFFETTO

Slide chiave

Caso in questione ...

Nel nostro esperimento gli atomi utilizzati sono atomi di CADMIO, contenuti all'interno di una lampada chiamata LAMPADA SPETTRALE

- | | | |
|---|---|----------------------------------|
| 1) Viene fornita una scarica alla lampada | → | Gli atomi si eccitano |
| 2) Viene applicato il campo magnetico | → | I livelli energetici si dividono |
| 3) Avvengono le transizioni | → | Effetto <u>Zeeman</u> |

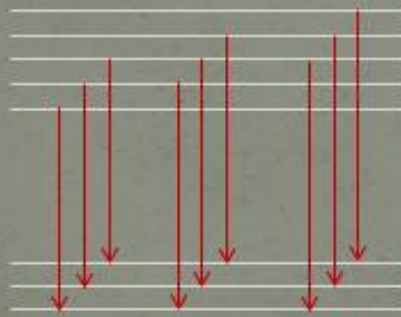


Slide chiave

Nel nostro caso la divisione dei livelli avviene sia nel livello eccitato che in quello di arrivo.

EFFETTO ZEEMAN NORMALE

Sia nel livello eccitato che in quello d'arrivo la divisione dei livelli è UGUALE

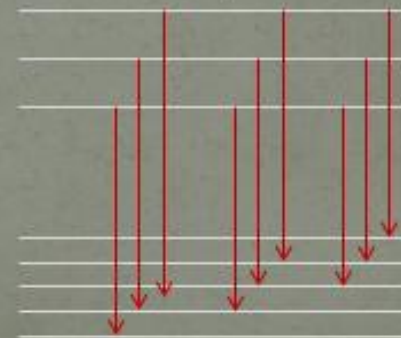


3 TRANSIZIONI

Rosso

EFFETTO ZEEMAN ANOMALO

La divisione dei livelli è DIVERSA



9 TRANSIZIONI

Verde

Bibliografia

* Luciano Colombo, *Elementi di struttura della materia*, Hoepli-Milano, 2002

