Convegno nazionale di Didattica della Fisica e della Matematica

Sperimentazioni didattiche con tema il magnetismo e l'ottica

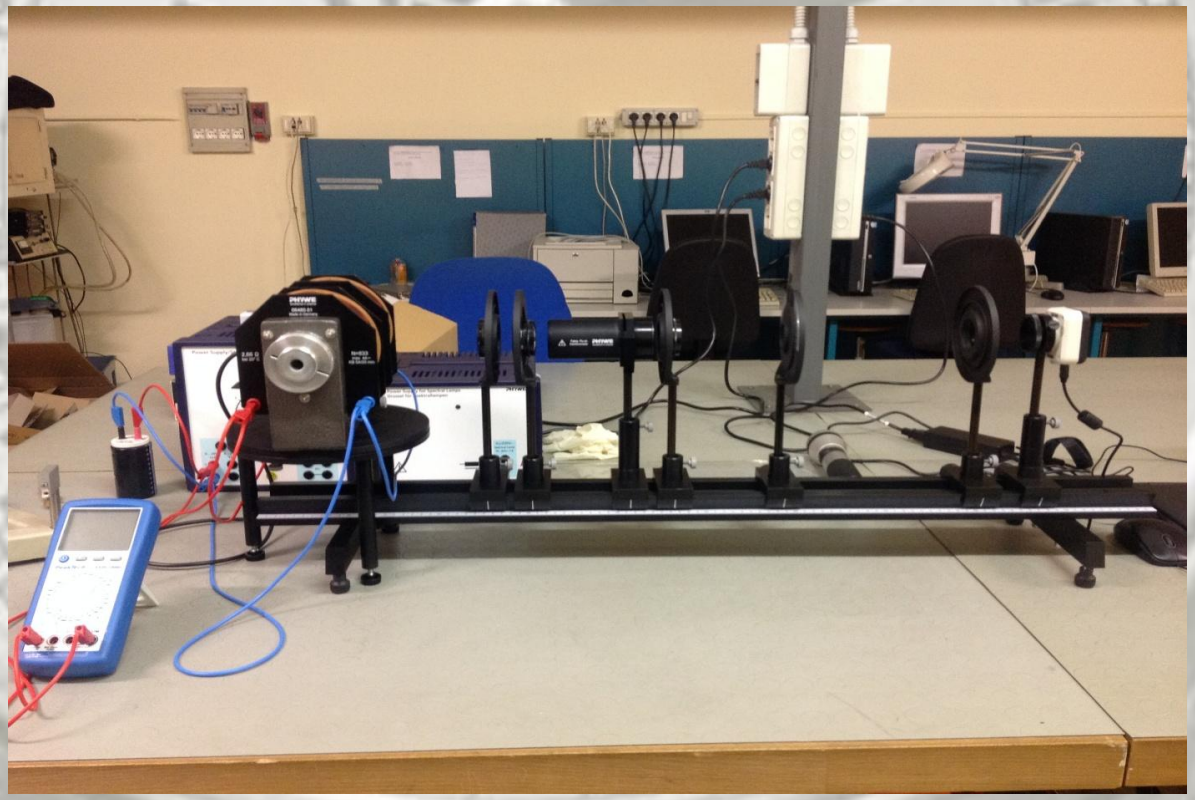
Autori: Vallero M. B., Marocchi D., Olivero P.

Introduzione

Perché? → Acquisizione di un apparato per l'osservazione e la misura dell'effetto Zeeman

Introduzione

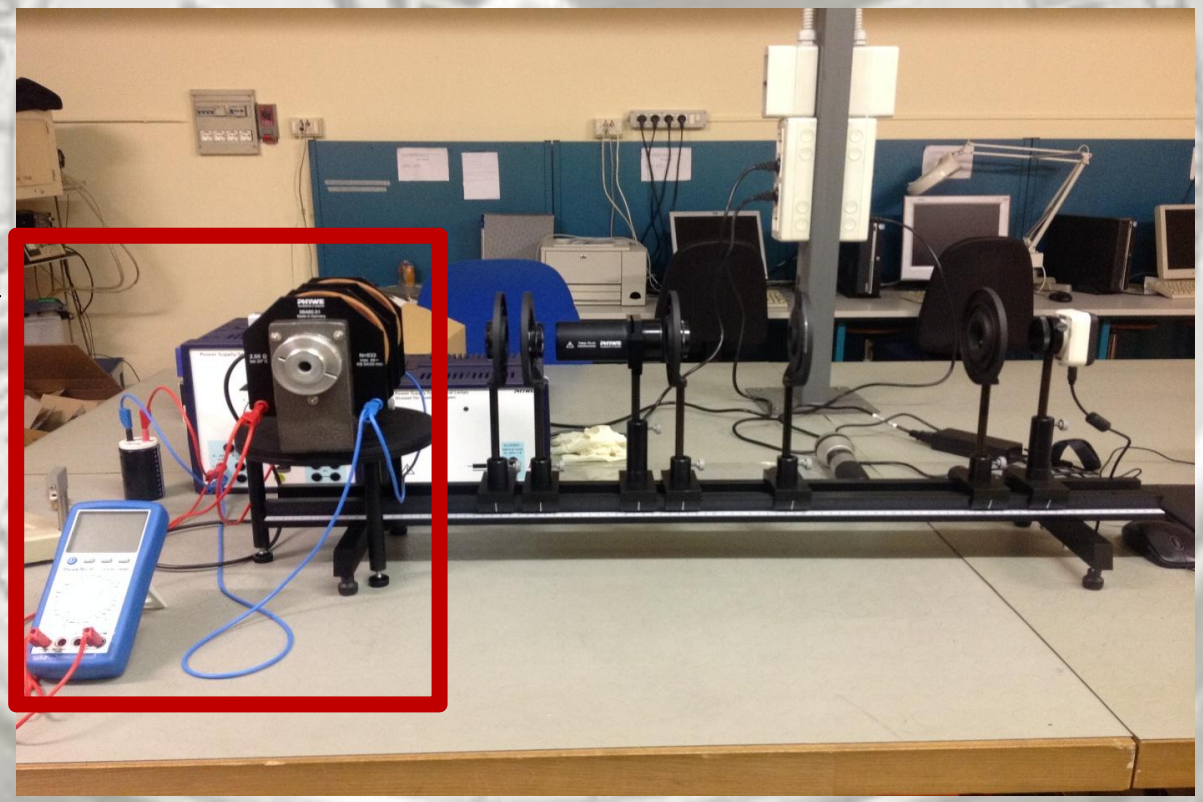
Perché? ⟶ Acquisizione di un apparato per l'osservazione e la misura dell'effetto Zeeman



Introduzione

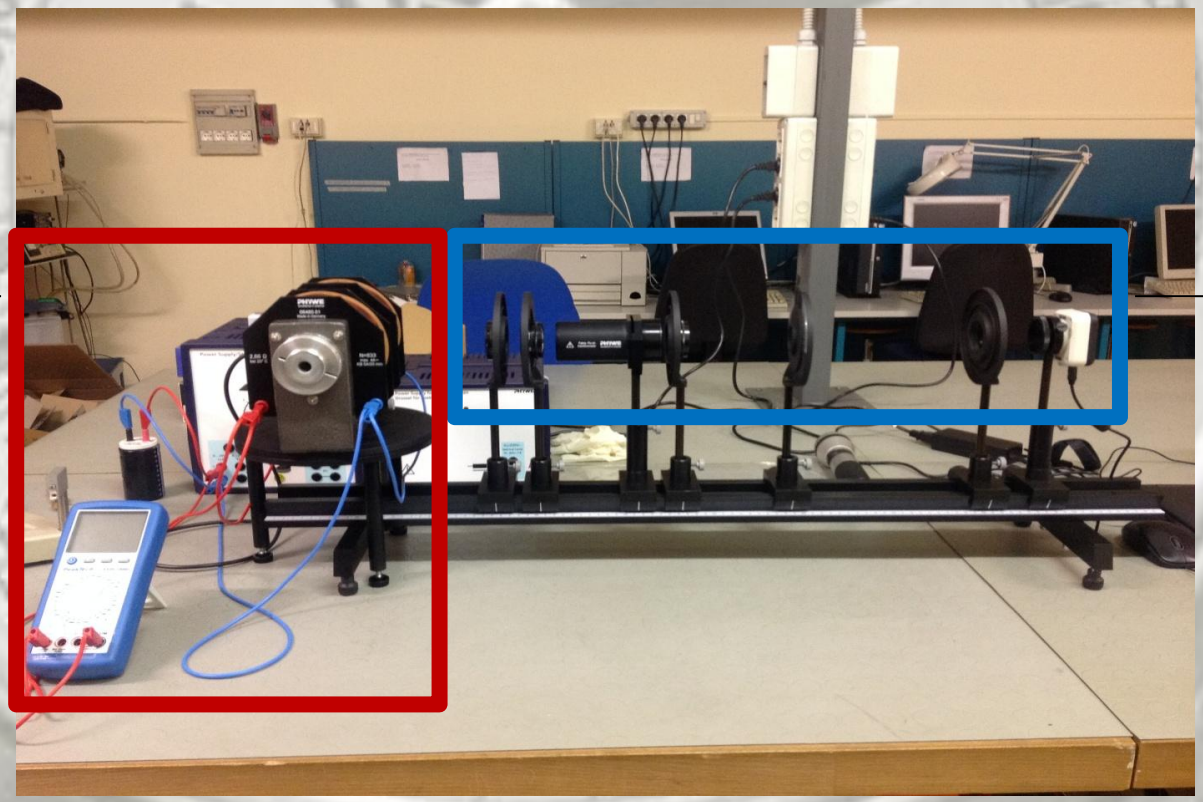
Perché? → Acquisizione di un apparato per l'osservazione e la misura dell'effetto Zeeman

Elementi di elettricità e magnetismo



Introduzione

Perché? → Acquisizione di un apparato per l'osservazione e la misura dell'effetto Zeeman



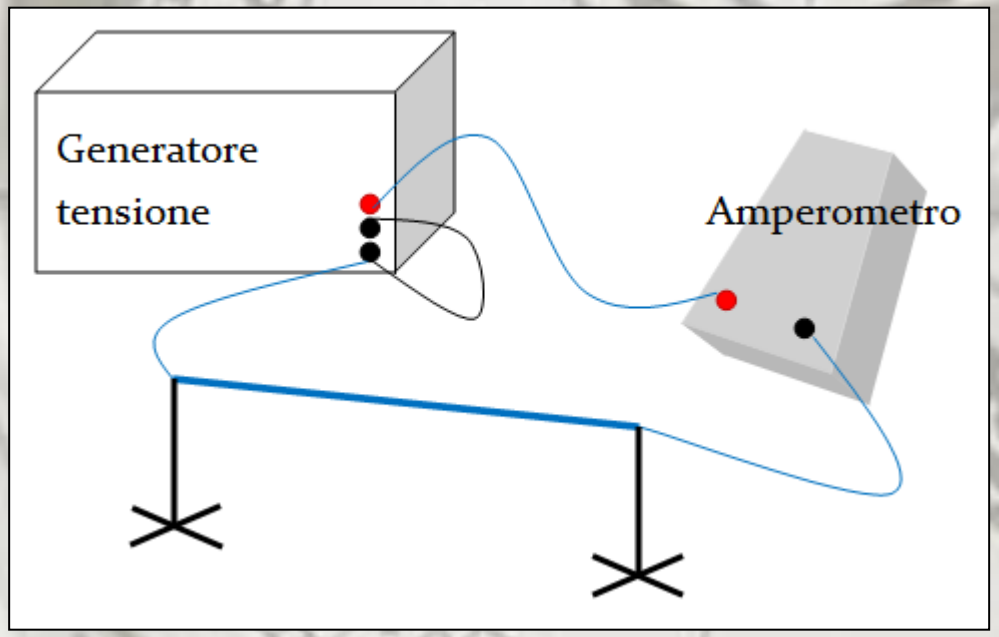
Elementi di elettricità e magnetismo

Elementi di ottica

Magnetismo

Esperienza di Oersted

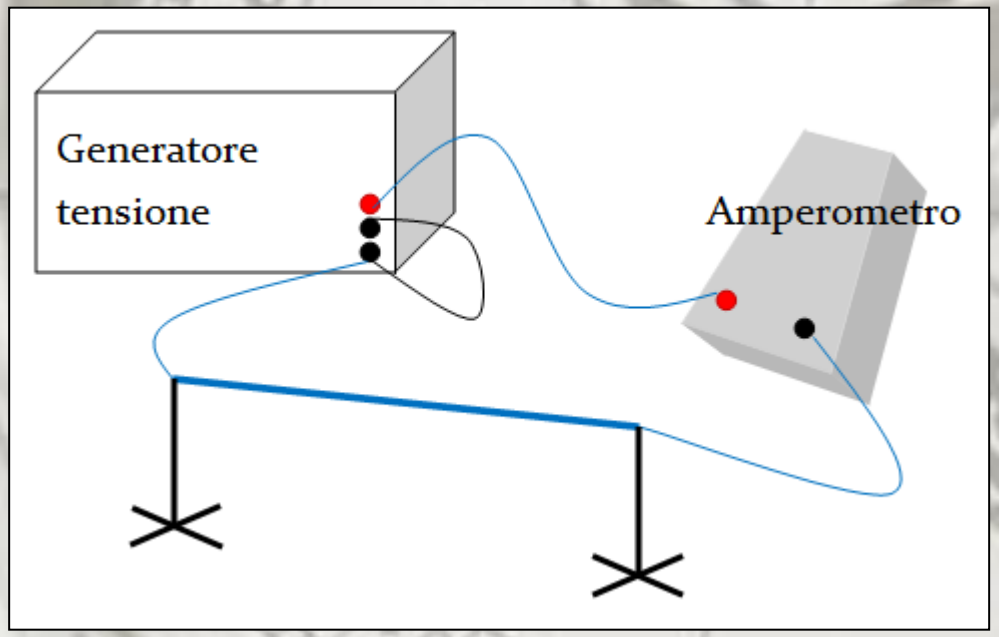
Scopo: Verificare che un filo percorso da corrente genera un campo magnetico con direzione concentrica al filo stesso.



Magnetismo

Esperienza di Oersted

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

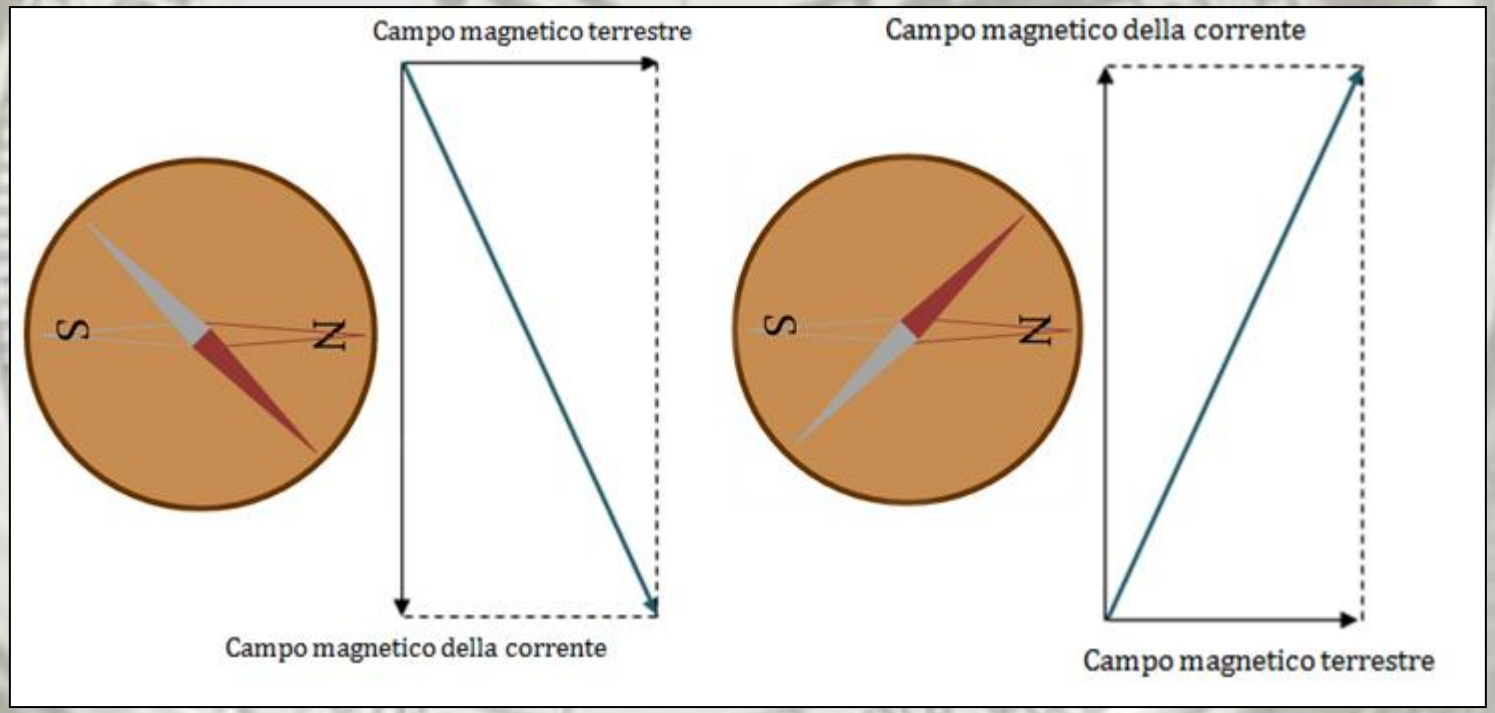


Con la bussola si può avere una prima dimostrazione qualitativa del campo magnetico

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**;

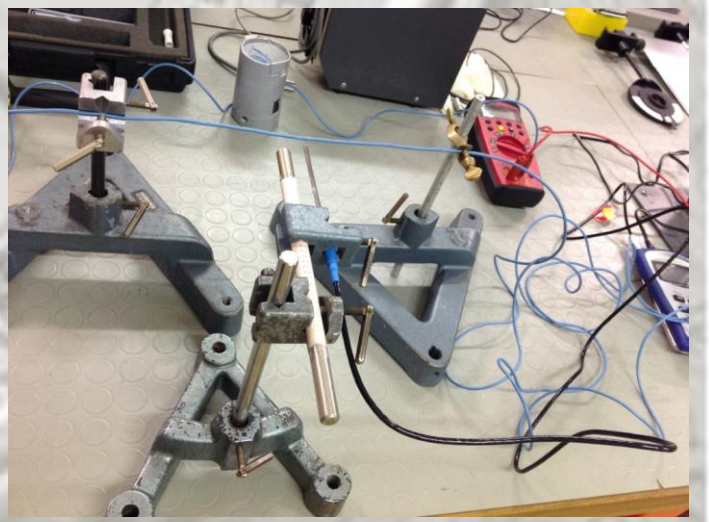
Magnetismo

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

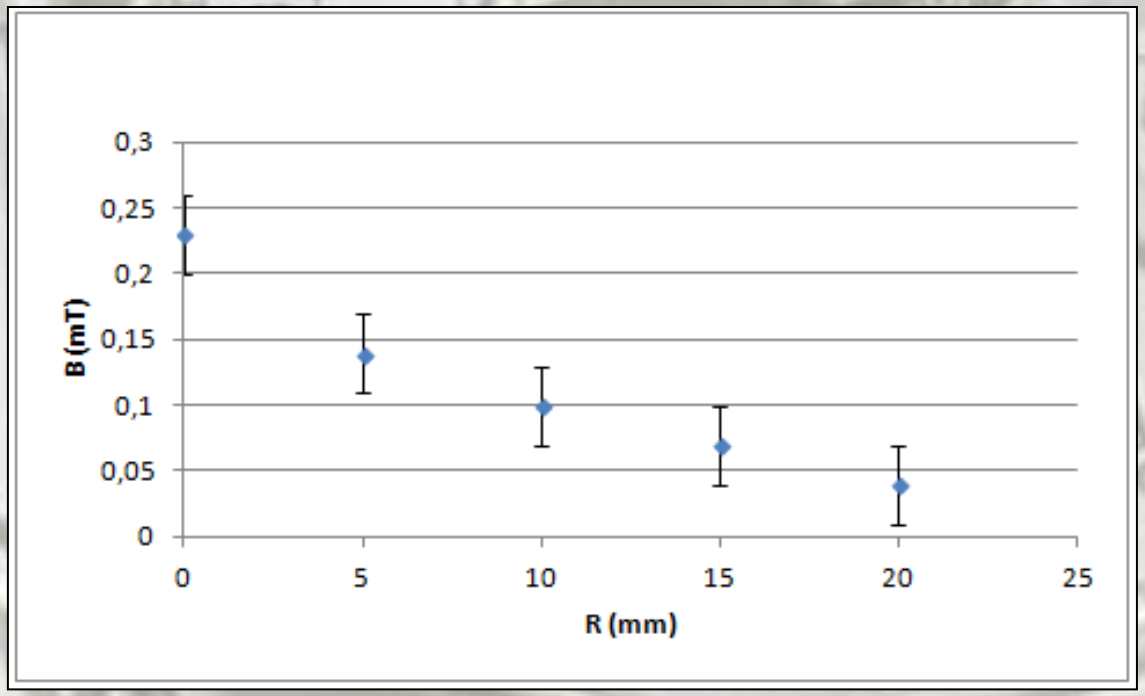
$$B(r) = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

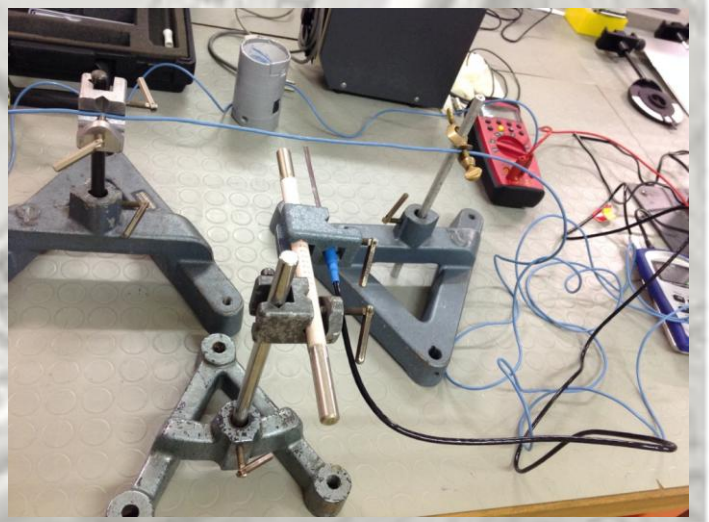
Studio di **B** in funzione di i;
Studio di **B** in funzione di **r**; ⟶ STRUMENTI

Bussola

Magnetometro digitale

GRAFICO





Magnetismo

Esperienza di Oersted

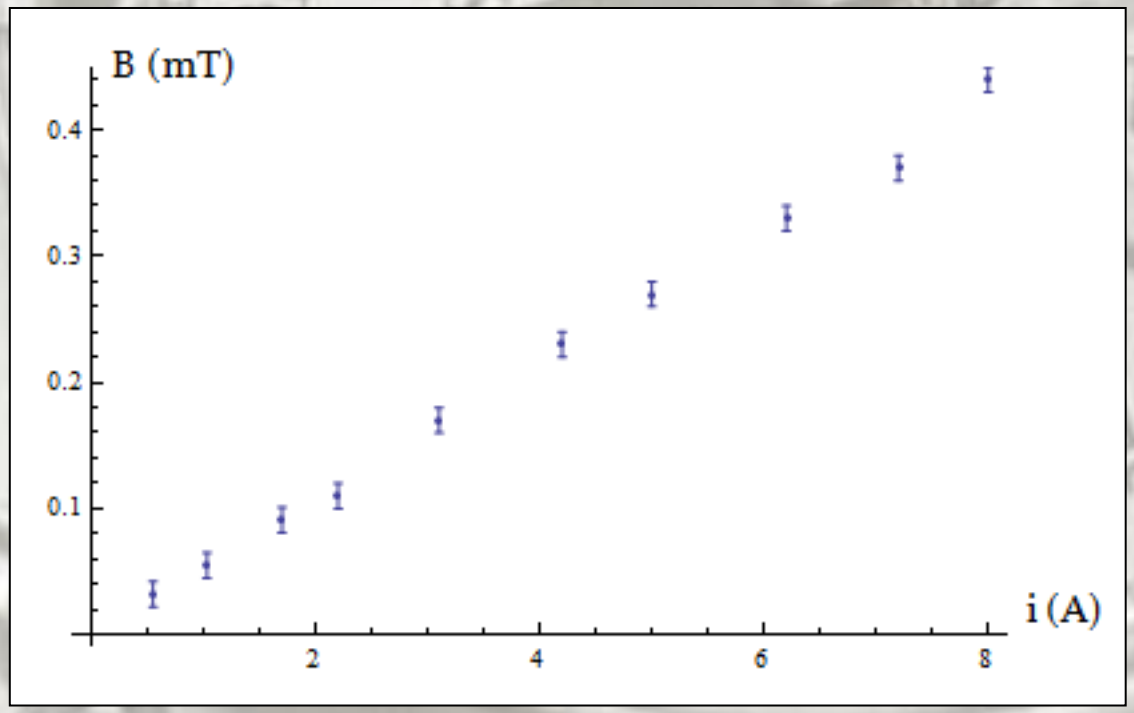
$$B(r) = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

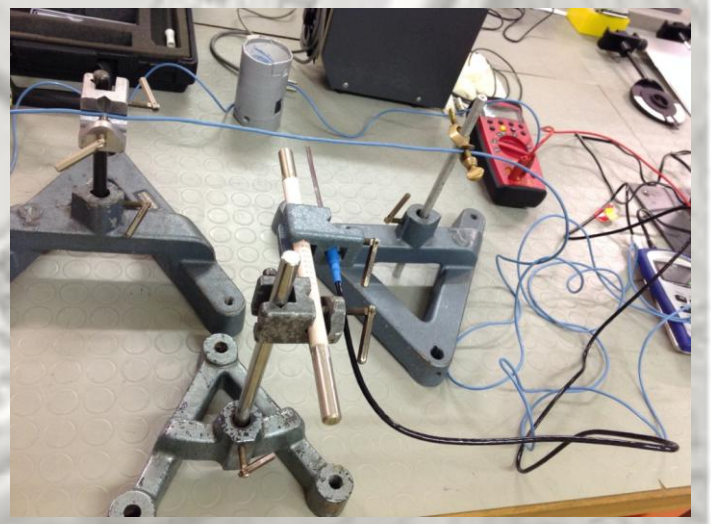
Studio di **B** in funzione di i;
Studio di **B** in funzione di **r**; ⟶ STRUMENTI

Bussola

Magnetometro digitale

GRAFICO





Magnetismo

Esperienza di Oersted

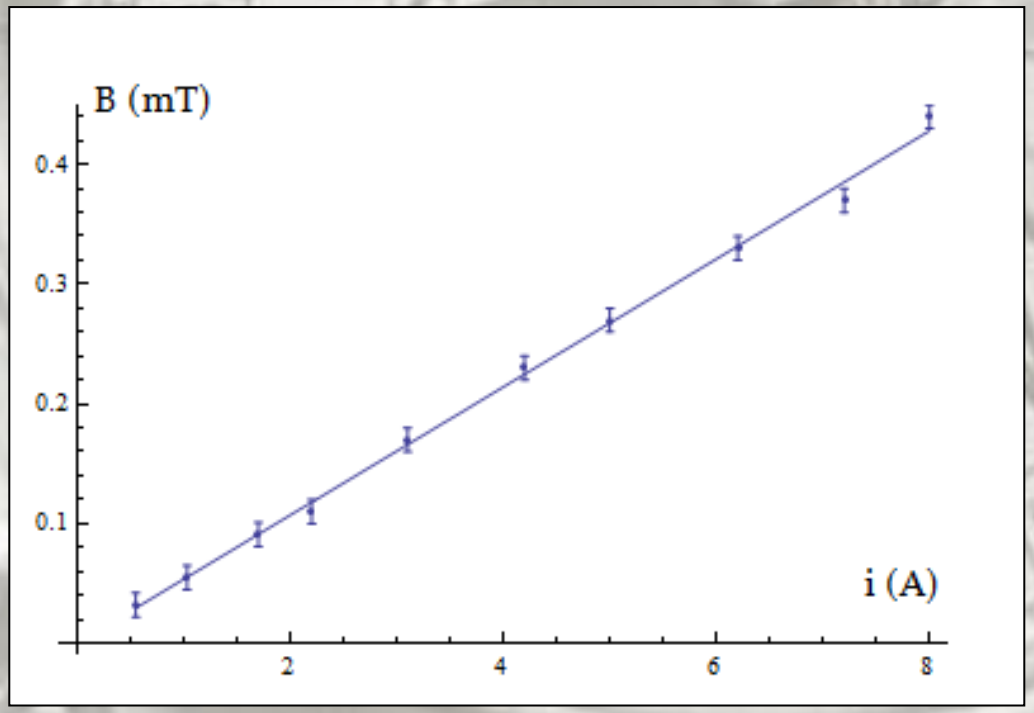
$$B(r) = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

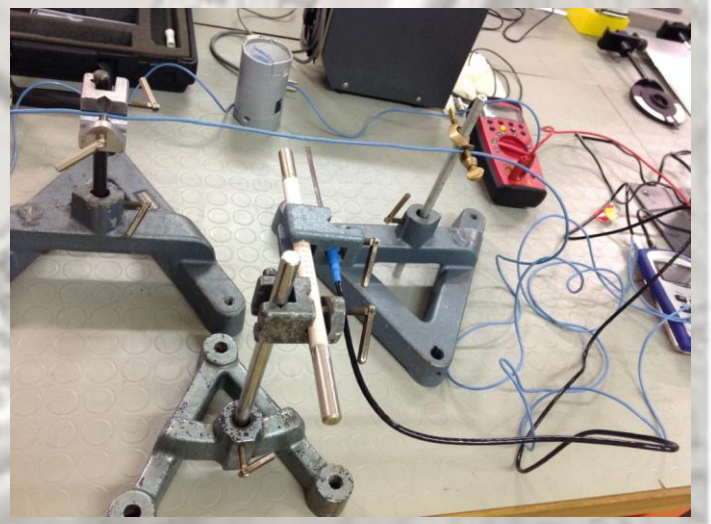
Studio di **B** in funzione di i;
Studio di **B** in funzione di **r**; ⟶ STRUMENTI

Bussola

Magnetometro digitale

GRAFICO





Magnetismo

Esperienza di Oersted

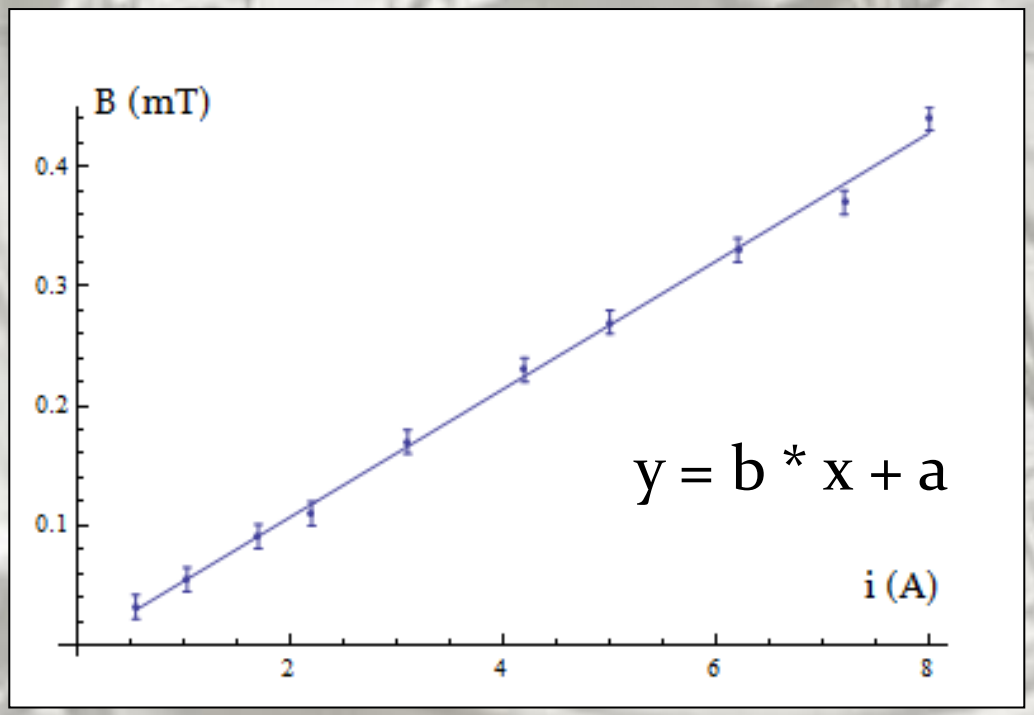
$$B(r) = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

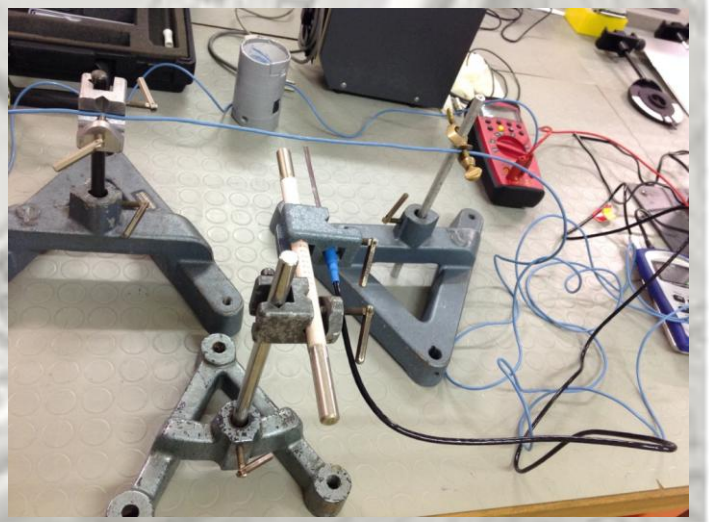
Studio di **B** in funzione di i;
Studio di **B** in funzione di **r**; ⟶ STRUMENTI

Bussola

Magnetometro digitale

GRAFICO





Magnetismo

Esperienza di Oersted

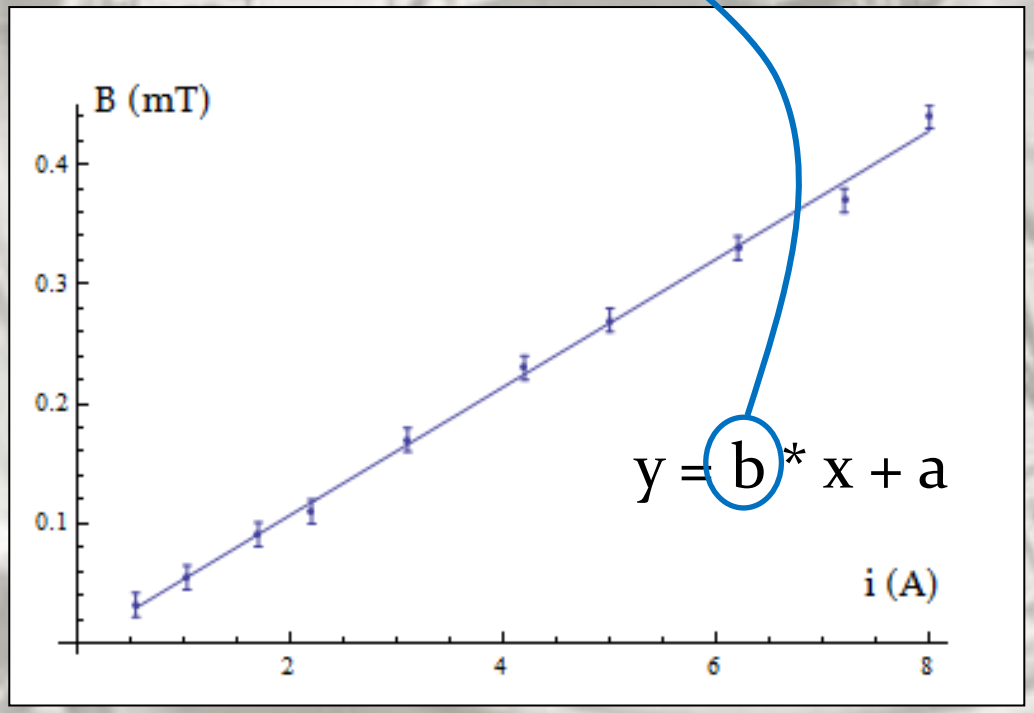
$$B(r) = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$$

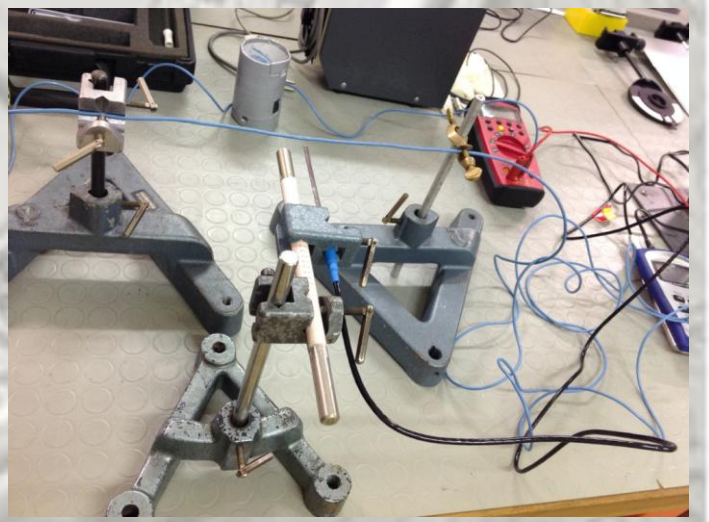
Studio di **B** in funzione di i;
Studio di **B** in funzione di **r**; ⟶ STRUMENTI

Bussola

Magnetometro digitale

GRAFICO

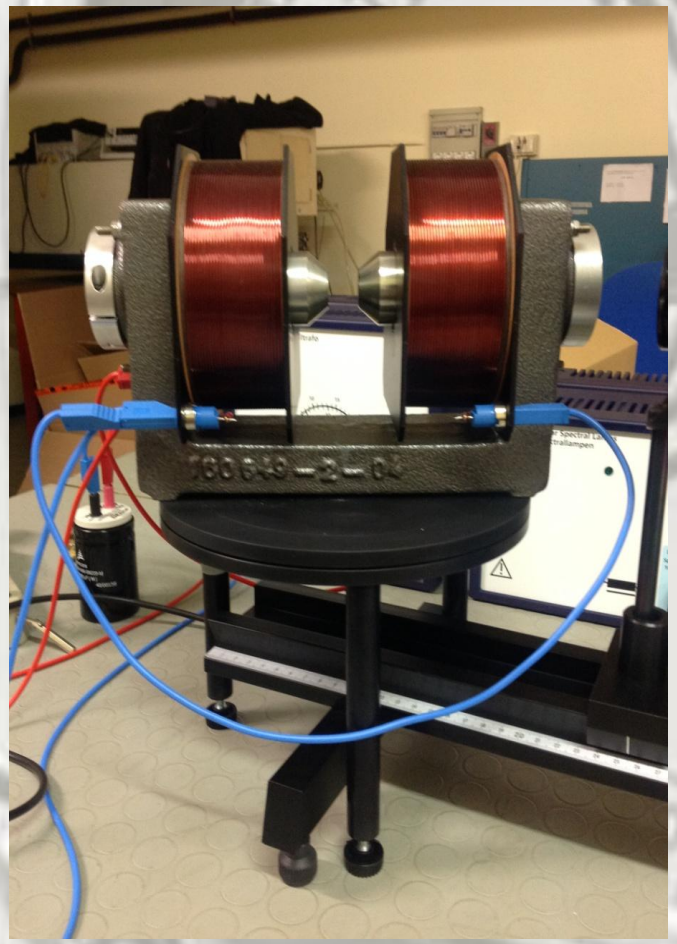




Magnetismo

Esperienze con bobine

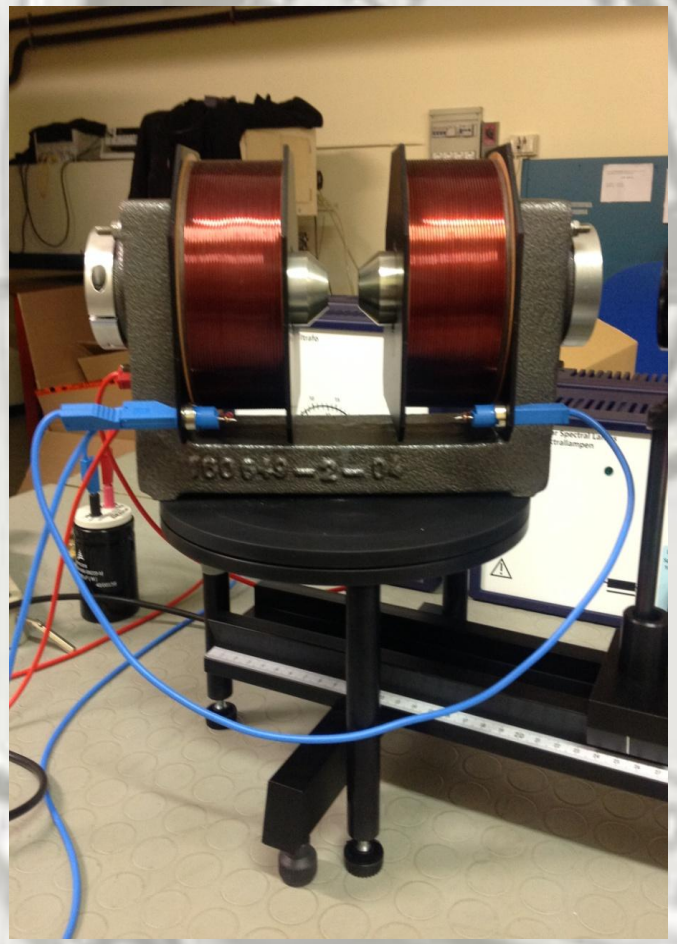
Scopo: Verificare che una bobina percorsa da corrente genera un campo magnetico.



Magnetismo

Esperienze con bobine

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



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

↓

Analisi qualitativa o quantitativa della legge teorica.
B vs i

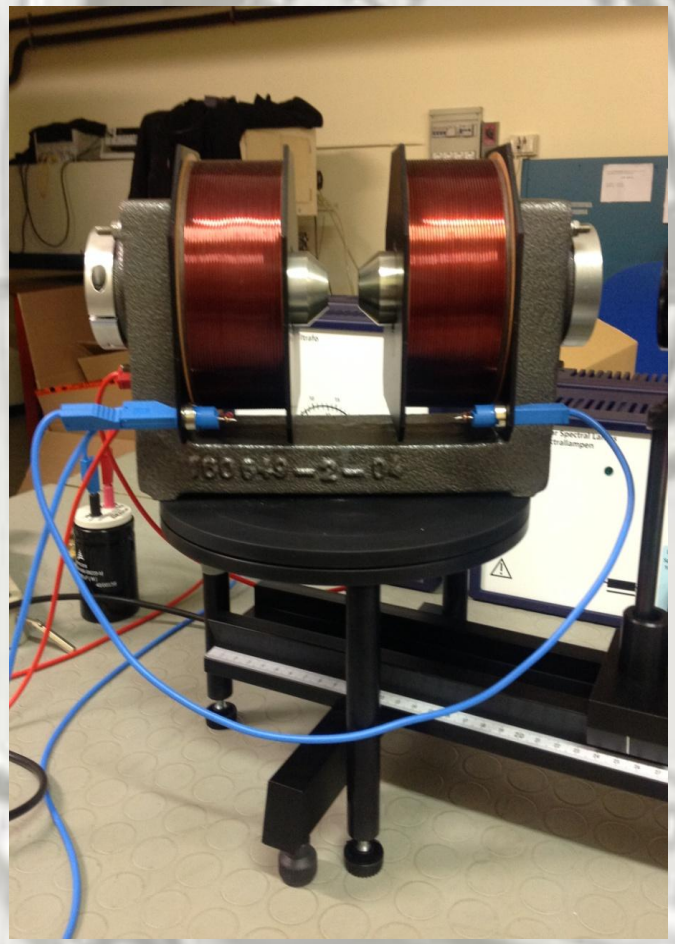
↓

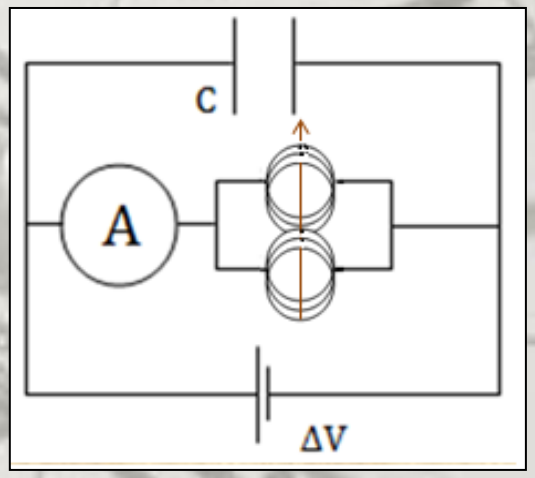
STRUMENTO
Magnetometro digitale

Magnetismo

Esperienze con bobine

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





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

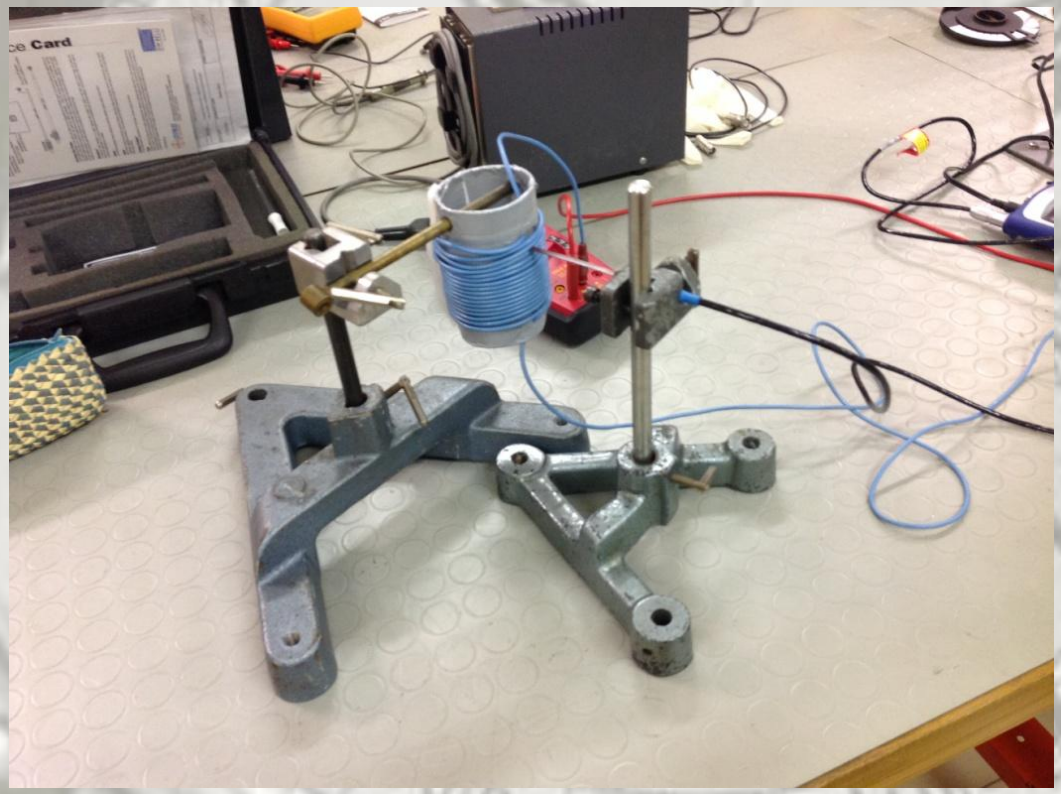
↓

STRUMENTO
Magnetometro digitale

Magnetismo

Esperienze con bobine

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



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

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

↓

Analisi qualitativa o quantitativa della legge teorica.
B vs N

↓

STRUMENTO
Magnetometro digitale

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

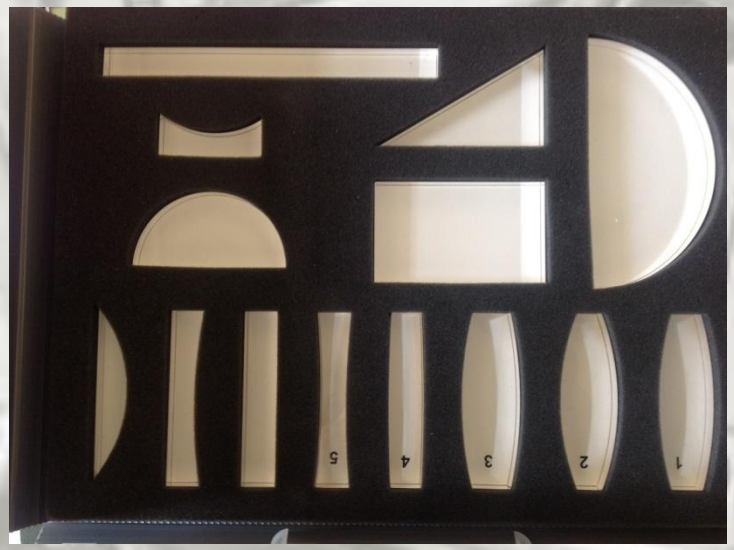
Esperienze con le lenti

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

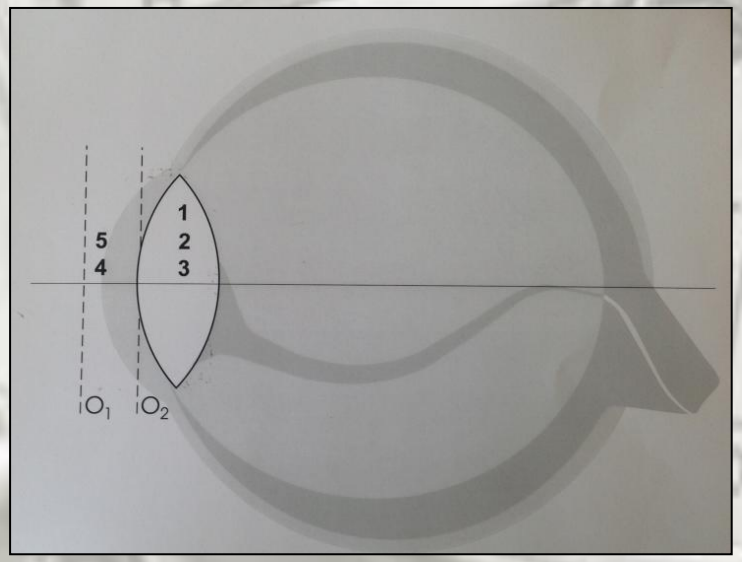
Esperienze con le lenti

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

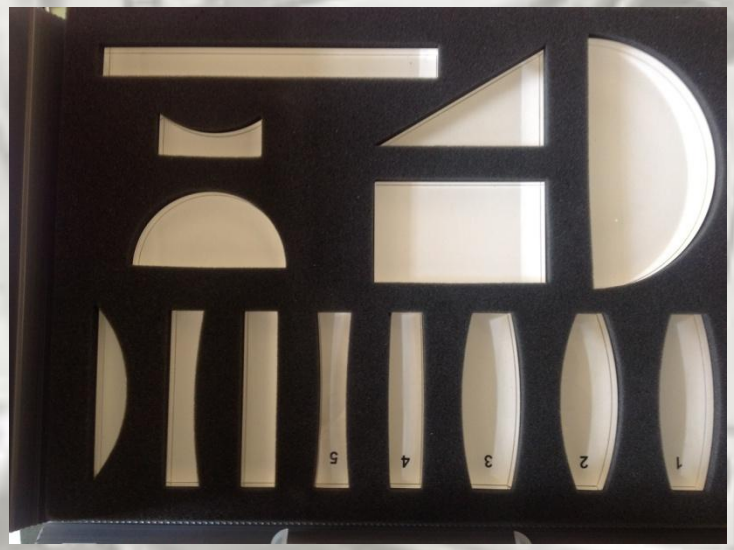
Esperienze con le lenti

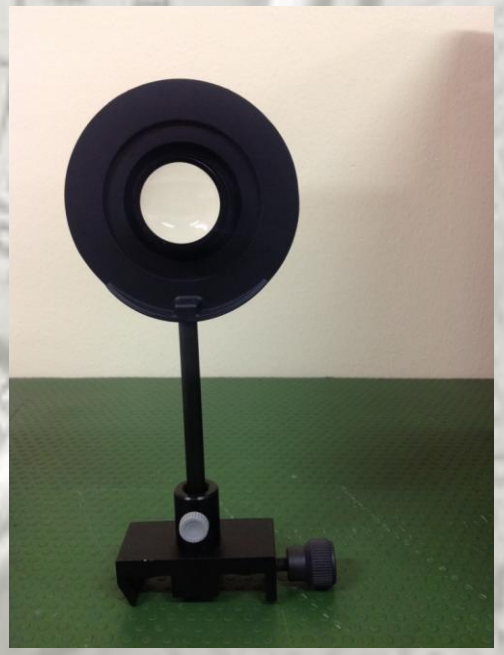
Scopo: Verificare le leggi di formazione dell'immagine in presenza di lenti convergenti e divergenti.

2 modi

Kit di ottica
* Lenti
* Tavole
* Laser

Strumenti sciolti
* 3 lenti convergenti
* Banco ottico
* Schermo
* Led
* Oggetto





Lenti biconvesse:
- 2 da f = 50mm
- 1 da f = 300mm

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

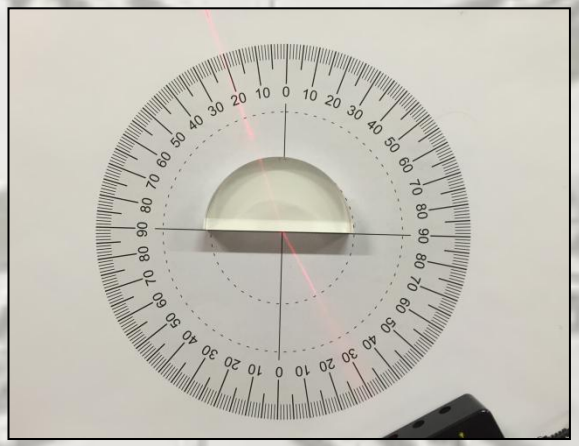
Diffrazione

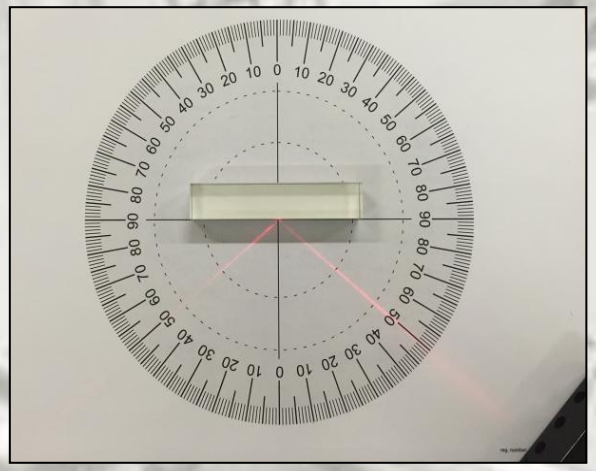
Ottica fisica

Legge di Snell e diffrazione

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

Riflessione e rifrazione





Diffrazione

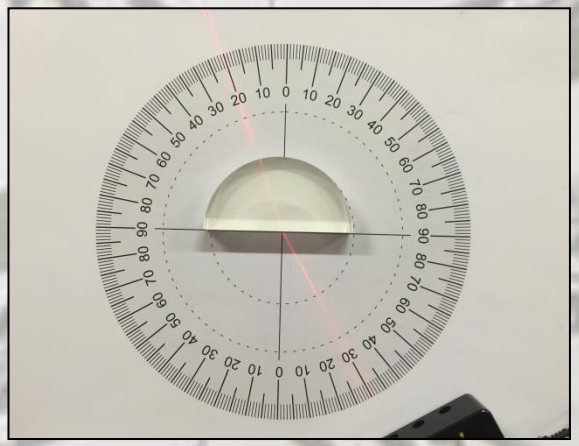
Ottica fisica

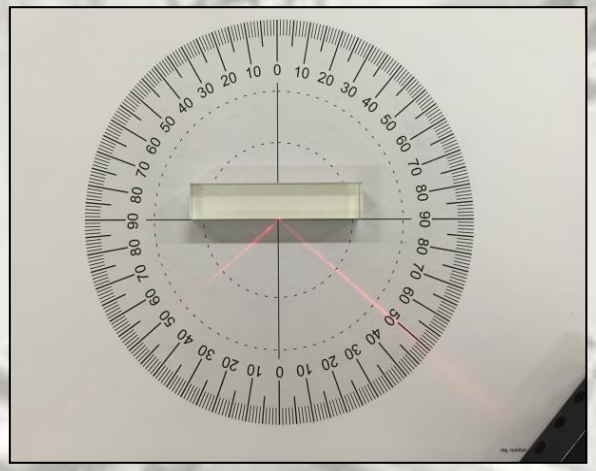
Legge di Snell e diffrazione

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

Riflessione e rifrazione

Diffrazione





Verifica della legge di Snell attraverso fit lineare.

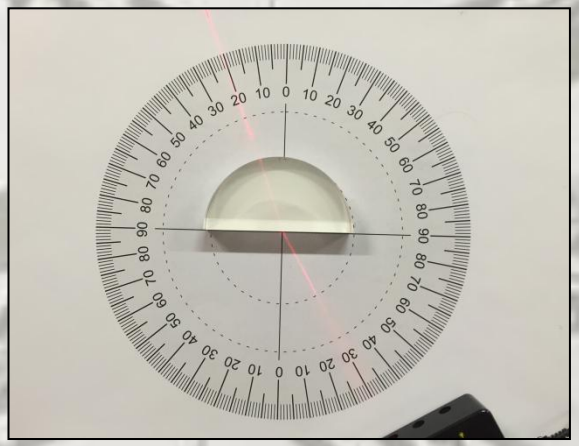
$$n_1 * \mathrm{Sen}\theta_1 = n_2 * \mathrm{Sen}\theta_2$$

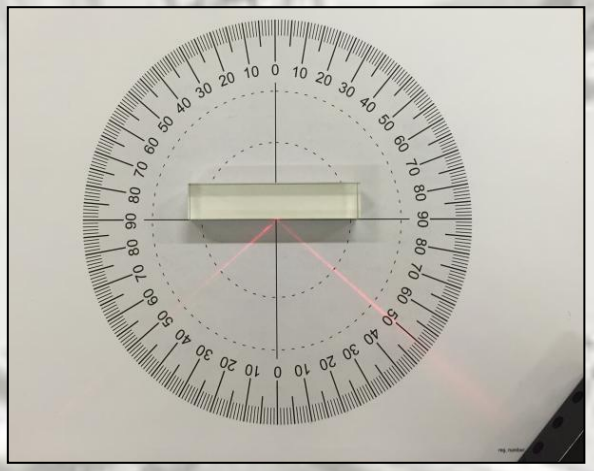
Ottica fisica

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

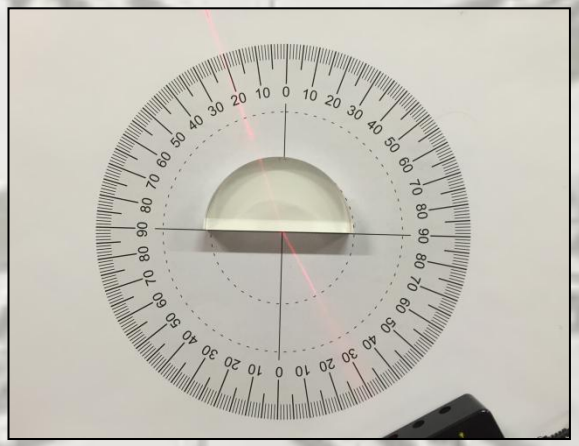
* Fenditura
* Banco ottico
* Schermo
* Laser

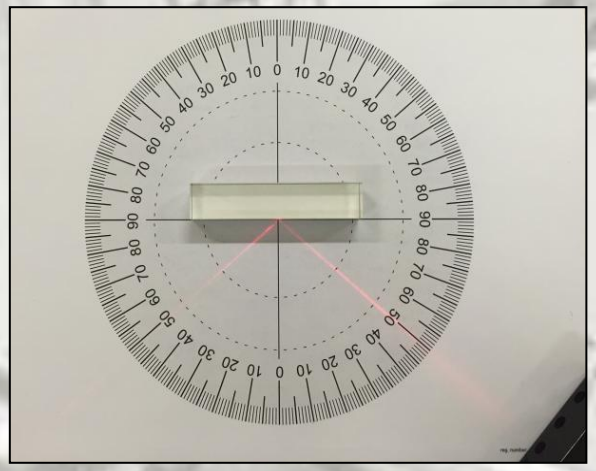
Ottica fisica

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.

$n_1 * Sen\theta_1 = n_2 * Sen\theta_2$

Diffrazione

* Fenditura
* Banco ottico
* Schermo
* Laser

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

$d * Sen\theta = n * \lambda$

Pre-test e Post-test

4 gruppi di studenti

Pre-test e Post-test

4 gruppi di studenti

2
Stages brevi

2
Stages settimanali

Pre-test e Post-test

4 gruppi di studenti

2
Stages brevi

Totale tempo di lavoro:
6 ore

2
Stages settimanali

Totale tempo di lavoro:
30 ore

Pre-test e Post-test

4 gruppi di studenti

2
Stages brevi

Totale tempo di lavoro:
6 ore

8 – 9 maggio → 12 studenti del liceo Volta

15 – 22 maggio → 9 studenti del liceo Otto Marzo

2
Stages settimanali

Totale tempo di lavoro:
30 ore

Dal 15 giugno al 19 giugno → 7 studenti
Licei scientifici vari

Dal 29 giugno al 3 luglio → 5 studenti

Pre-test e Post-test

4 gruppi di studenti

2
Stages brevi

Totale tempo di lavoro:
6 ore

8 – 9 maggio → 12 studenti del liceo Volta

15 – 22 maggio → 9 studenti del liceo Otto Marzo

Approccio QUALITATIVO

2
Stages settimanali

Totale tempo di lavoro:
30 ore

Dal 15 giugno al 19 giugno → 7 studenti

Licei scientifici vari

Dal 29 giugno al 3 luglio → 5 studenti

Approccio QUANTITATIVO

Pre-test e Post-test

4 gruppi di studenti

VOLONTARI

2
Stages brevi

Totale tempo di lavoro:
6 ore

8 – 9 maggio → 12 studenti del liceo Volta

15 – 22 maggio → 9 studenti del liceo Otto Marzo

Approccio QUALITATIVO

2
Stages settimanali

Totale tempo di lavoro:
30 ore

Dal 15 giugno al 19 giugno → 7 studenti *Licei scientifici vari*

Dal 29 giugno al 3 luglio → 5 studenti

Approccio QUANTITATIVO

Pre-test e Post-test

↓

LICEO VOLTA

PRETEST	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	Stud. 9	Stud. 10	Stud. 11	Stud. 12	%
Mom. Angolare	OK	OK	OK	OK	C	C	C	OK	OK	no	no	no	84
Numeri quantici	OK	OK	NO	NO	OK	OK	OK	OK	OK	no	no	no	78
Linee campo **B**	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	no	no	no	11
Intensità di **B**	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	NO	NO	no	no	no	11
Tester	OK	OK	OK	NO	OK	OK	OK	NO	NO	no	no	no	67
Oersted	OK	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	no	no	no	11
B in funz. di i e N	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	NO	no	no	no	11
Num. Quantici nomi	C	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	no	no	no	17
Lenti	NO	NO	OK	OK	NO	NO	NO	OK	OK	no	no	no	44
Interferenza	OK	OK	OK	OK	OK	NO	NO	OK	OK	no	no	no	78

POSTSTEST 1° POME	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	Stud. 9	Stud. 10	Stud. 11	Stud. 12	%
Intensità di **B**	C	C	C	C	C	OK	C	C	OK	C	OK	C	84
Tester	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
Oersted	OK	OK	OK	OK	NO	OK	OK	OK	OK	NO	OK	NO	89
B in funz. di i e N	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100

Pre-test e Post-test

↓

LICEO VOLTA

PRETEST	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	Stud. 9	Stud. 10	Stud. 11	Stud. 12	%
Mom. Angolare	OK	OK	OK	OK	C	C	C	OK	OK	no	no	no	84
Numeri quantici	OK	OK	NO	NO	OK	OK	OK	OK	OK	no	no	no	78
Linee campo **B**	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	no	no	no	11
Intensità di **B**	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	NO	NO	no	no	no	11
Tester	OK	OK	OK	NO	OK	OK	OK	NO	NO	no	no	no	67
Oersted	OK	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	no	no	no	11
B in funz. di i e N	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	NO	no	no	no	11
Num. Quantici nomi	C	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	no	no	no	17
Lenti	NO	NO	OK	OK	NO	NO	NO	OK	OK	no	no	no	44
Interferenza	OK	OK	OK	OK	OK	NO	NO	OK	OK	no	no	no	78

POSTSTEST 1° POME	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	Stud. 9	Stud. 10	Stud. 11	Stud. 12	%
Intensità di **B**	C	C	C	C	C	OK	C	C	OK	C	OK	C	84
Tester	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
Oersted	OK	OK	OK	OK	NO	OK	OK	OK	OK	NO	OK	NO	89
B in funz. di i e N	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100

Pre-test e Post-test

↓

LICEO VOLTA

PRETEST	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	Stud. 9	Stud. 10	Stud. 11	Stud. 12	%
Mom. Angolare	OK	OK	OK	OK	C	C	C	OK	OK	no	no	no	84
Numeri quantici	OK	OK	NO	NO	OK	OK	OK	OK	OK	no	no	no	78
Linee campo **B**	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	no	no	no	11
Intensità di **B**	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	NO	NO	no	no	no	11
Tester	OK	OK	OK	NO	OK	OK	OK	NO	NO	no	no	no	67
Oersted	OK	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	no	no	no	11
B in funz. di i e N	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	NO	no	no	no	11
Num. Quantici nomi	C	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	no	no	no	17
Lenti	NO	NO	OK	OK	NO	NO	NO	OK	OK	no	no	no	44
Interferenza	OK	OK	OK	OK	OK	NO	NO	OK	OK	no	no	no	78

POSTTEST 1° POME	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	Stud. 9	Stud. 10	Stud. 11	Stud. 12	%
Intensità di **B**	C	C	C	C	C	OK	C	C	OK	C	OK	C	84
Tester	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
Oersted	OK	OK	OK	OK	NO	OK	OK	OK	OK	NO	OK	NO	89
B in funz. di i e N	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100

Conclusioni

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

* Approfondimento qualitativo e quantitativo del MAGNETISMO;

In particolare …

Approccio sperimentale utile a comprendere la TRIDIMENSIONALITÀ del campo magnetico.

* Approfondimento qualitativo e quantitativo dell'OTTICA FISICA e GEOMETRICA;

* Conoscenza qualitativa e applicazione del fit lineare per la verifica di leggi sperimentali;

Bibliografia

* Luciano Colombo, *Elementi di struttura della materia,* Hoepli-Milano, 2002.
* E. Cartwright, A. Stepanova, *What do Students Learn from a Classroom Experiments: Not much, Unless they Write a*
* *Report on it*, in "The Journal of Economic Education", n. 43, gennaio 2012.
* M. Reiner, *Thought experiments and collaborative learning in physics,* in "International Journal of Science Education", n. 20, 1998.
* C. Anders, *Benefiting from an open-ended experiments? A comparison of attitudes to, and outcomes of, an expository versus an open-inquiry version of the same experiments,* in "International Journal of Science Education", n.25, 2003.
* J. Lavonen, *Effect of a long–term in-service training program on teachers' beliefs about the role of experiments in physics education,* in "International Journal of Science Education", n. 26, 2004.
* Y. J. Dori, J. Belcher, *How Does Technology-Enabled Active Learning Affect Undergraduate Students' Understanding of Elecromagnetism Concepts?,* in "Journal of the Learning Sciences", n. 14, 2005.
* J. Myron Atkin, R. Karplus, *Discovery or Invention?,* in "A Love of Discovery: Science Education – The second Career of Robert Karplus", Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 2002.
* A. Arell, S. Kolari, *Experiments on a model eye,* in "American Journal of physics", n. 46, 1978.
* R. C. Waring, *Multiple lens experiment*, in "American Journal of physics", n. 48, 1980.
* S. C. Dudley, *How to quickly estimate the focal lenght of a diverging lens*, in "The Physics Teacher", n. 37, 1999.
* M. R. Molnar, A. J. Martin, *Ideas for a magnetic field experiments,* in "The Physics Teacher", n. 37, 1999.
* S. Chakravarti, P. B. Siegel, *Visualizing the thin-lens formula*, in "The Physics Teacher", n. 39, 2001.
* A. Byrne, *Compact Disk Spectroscopes Revisited!*, in "The Physics Teacher", n. 41, 2003.
* A. J. Cox, A. J. DeWeerd, *The Image Between the Lenses: Activities with a Telescope and Microscope,* in "The Physics Teacher", n. 41, 2003.
* W. A. Hilton, *Construction and Use of a Fabry-Perot Interferometer,* in "American Journal of physics", n. 30, 1962.
* S. Brown, *Finding the focal length of a diverging lens,* in "The Physics Teacher", n. 35, 1997.
* R. Downie, *A Data Analysis for the Inverse Square Law, ,* in "The Physics Teacher", n. 45, 2007.
* L. E. Gayetsky, C. L. Caylor, *Measuring the Forces Between Magnetic Dipoles,* in "The Physics Teacher", n. 45, 2007.
* J. A. Phillips, J. Sanny, *The Biot-Savart Law: From Infinitesimal to Infinite, ,* in "The Physics Teacher", n. 46, 2008.

Pre-test e Post-test

↓

LICEO VOLTA

PRETEST	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	Stud. 9	Stud. 10	Stud. 11	Stud. 12	%
Mom. Angolare	OK	OK	OK	OK	C	C	C	OK	OK	no	no	no	84
Numeri quantici	OK	OK	NO	NO	OK	OK	OK	OK	OK	no	no	no	78
Linee campo **B**	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	no	no	no	11
Intensità di **B**	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	NO	NO	no	no	no	11
Tester	OK	OK	OK	NO	OK	OK	OK	NO	NO	no	no	no	67
Oersted	OK	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	no	no	no	11
B in funz. di i e N	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	NO	no	no	no	11
Num. Quantici nomi	C	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	no	no	no	17
Lenti	NO	NO	OK	OK	NO	NO	NO	OK	OK	no	no	no	44
Interferenza	OK	OK	OK	OK	OK	NO	NO	OK	OK	no	no	no	78

POSTSTEST 2° POME	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	Stud. 9	Stud. 10	Stud. 11	Stud. 12	%
Numeri quantici	OK	OK	OK	OK	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	89
Lenti	OK	C	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NO	OK	94
Lenti	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
Interferenza	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100

Pre-test e Post-test

↓

LICEO VOLTA

PRETEST	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	Stud. 9	Stud. 10	Stud. 11	Stud. 12	%
Mom. Angolare	OK	OK	OK	OK	C	C	C	OK	OK	no	no	no	84
Numeri quantici	OK	OK	NO	NO	OK	OK	OK	OK	OK	no	no	no	78
Linee campo **B**	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	no	no	no	11
Intensità di **B**	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	NO	NO	no	no	no	11
Tester	OK	OK	OK	NO	OK	OK	OK	NO	NO	no	no	no	67
Oersted	OK	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	no	no	no	11
B in funz. di i e N	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	NO	no	no	no	11
Num. Quantici nomi	C	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	no	no	no	17
Lenti	NO	NO	OK	OK	NO	NO	NO	OK	OK	no	no	no	44
Interferenza	OK	OK	OK	OK	OK	NO	NO	OK	OK	no	no	no	78

POSTSTEST 2° POME	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	Stud. 9	Stud. 10	Stud. 11	Stud. 12	%
Numeri quantici	OK	OK	OK	OK	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	89
Lenti	OK	C	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NO	OK	94
Lenti	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
Interferenza	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100

Pre-test e Post-test

↓

LICEO VOLTA

PRETEST	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	Stud. 9	Stud. 10	Stud. 11	Stud. 12	%
Mom. Angolare	OK	OK	OK	OK	C	C	C	OK	OK	no	no	no	84
Numeri quantici	OK	OK	NO	NO	OK	OK	OK	OK	OK	no	no	no	78
Linee campo **B**	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	no	no	no	11
Intensità di **B**	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	NO	NO	no	no	no	11
Tester	OK	OK	OK	NO	OK	OK	OK	NO	NO	no	no	no	67
Oersted	OK	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	no	no	no	11
B in funz. di i e N	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	NO	no	no	no	11
Num. Quantici nomi	C	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	no	no	no	17
Lenti	NO	NO	OK	OK	NO	NO	NO	OK	OK	no	no	no	44
Interferenza	OK	OK	OK	OK	OK	NO	NO	OK	OK	no	no	no	78

POSTTEST 2° POME	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	Stud. 9	Stud. 10	Stud. 11	Stud. 12	%
Numeri quantici	OK	OK	OK	OK	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	89
Lenti	OK	C	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NO	OK	94
Lenti	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
Interferenza	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100

Pre-test e Post-test

↓

LICEO OTTO MARZO

PRETEST	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	Stud. 9	%
Mom. Angolare	OK	OK	C	OK	OK	OK	C	OK	OK	89
Numeri quantici	NO	OK	NO	NO	OK	OK	NO	NO	NO	33
Linee campo **B**	NO	OK	OK	OK	NO	NO	OK	NO	OK	56
Intensità di **B**	OK	OK	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	89
Tester	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NO	OK	89
Oersted	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	89
B in funz. di i e N	OK	OK	OK	NO	OK	OK	OK	OK	OK	89
Num. Quantici nomi	NO	OK	NO	NO	OK	NO	C	C	NO	33
Lenti	NO	OK	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	22
Interferenza	OK	OK	NO	NO	OK	OK	OK	OK	NO	67

POSTSTEST 1° POME	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	Stud. 9	%
Intensità di **B**	OK	OK	C	OK	OK	OK	OK	C	OK	89
Tester	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
Oersted	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
B in funz. di i e N	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100

Pre-test e Post-test

↓

LICEO OTTO MARZO

PRETEST	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	Stud. 9	%
Mom. Angolare	OK	OK	C	OK	OK	OK	C	OK	OK	89
Numeri quantici	NO	OK	NO	NO	OK	OK	NO	NO	NO	33
Linee campo **B**	NO	OK	OK	OK	NO	NO	OK	NO	OK	56
Intensità di **B**	OK	OK	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	89
Tester	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NO	OK	89
Oersted	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	89
B in funz. di i e N	OK	OK	OK	NO	OK	OK	OK	OK	OK	89
Num. Quantici nomi	NO	OK	NO	NO	OK	NO	C	C	NO	33
Lenti	NO	OK	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	22
Interferenza	OK	OK	NO	NO	OK	OK	OK	OK	NO	67

POSTSTEST 1° POME	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	Stud. 9	%
Intensità di **B**	OK	OK	C	OK	OK	OK	OK	C	OK	89
Tester	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
Oersted	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
B in funz. di i e N	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100

Pre-test e Post-test

↓

LICEO OTTO MARZO

PRETEST	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	Stud. 9	%
Mom. Angolare	OK	OK	C	OK	OK	OK	C	OK	OK	89
Numeri quantici	NO	OK	NO	NO	OK	OK	NO	NO	NO	33
Linee campo **B**	NO	OK	OK	OK	NO	NO	OK	NO	OK	56
Intensità di **B**	OK	OK	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	89
Tester	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NO	OK	89
Oersted	NO	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	89
B in funz. di i e N	OK	OK	OK	NO	OK	OK	OK	OK	OK	89
Num. Quantici nomi	NO	OK	NO	NO	OK	NO	C	C	NO	33
Lenti	NO	OK	NO	NO	NO	NO	NO	NO	OK	22
Interferenza	OK	OK	NO	NO	OK	OK	OK	OK	NO	67

POSTSTEST 2° POME	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	Stud. 9	%
Numeri quantici	OK	no	no	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
Num. Quantici nomi	C	no	no	C	OK	C	C	C	C	57
Lenti	NO	no	no	C	C	C	C	OK	OK	57
Lenti	OK	no	no	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
Interferenza	OK	no	no	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100

Pre-test e Post-test

↓

1° GRUPPO STAGE SETTIMANALE

LUNEDI

PRETEST / POSTTEST	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	%
Linee campo B	NO	OK	OK	NO	NO	NO	NO	NO	25
	\	\	\	\	\	\	\	\	\
Linee campo Oersted	NO	OK	OK	NO	NO	OK	OK	OK	63
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
Posizione bussola Oersted	NO	NO	NO	NO	NO	OK	NO	NO	13
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
B in funzione r	NO	NO	NO	NO	NO	OK	NO	NO	13
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NO	NO	75
Intensità B bobina	NO	NO	OK	NO	NO	OK	NO	NO	25
	OK	OK	C	OK	OK	OK	OK	OK	94
Tester	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
B in funzione di N e i	NO	OK	NO	NO	NO	OK	OK	OK	50
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100

Pre-test e Post-test

↓

1° GRUPPO STAGE SETTIMANALE

LUNEDI

PRETEST / POSTTEST	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	%
Linee campo B	NO	OK	OK	NO	NO	NO	NO	NO	25
	\	\	\	\	\	\	\	\	\
Linee campo Oersted	NO	OK	OK	NO	NO	OK	OK	OK	63
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
Posizione bussola Oersted	NO	NO	NO	NO	NO	OK	NO	NO	13
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
B in funzione r	NO	NO	NO	NO	NO	OK	NO	NO	13
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NO	NO	75
Intensità B bobina	NO	NO	OK	NO	NO	OK	NO	NO	25
	OK	OK	C	OK	OK	OK	OK	OK	94
Tester	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100
B in funzione di N e i	NO	OK	NO	NO	NO	OK	OK	OK	50
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	100

Pre-test e Post-test

↓

1° GRUPPO STAGE SETTIMANALE

MARTEDI

PRETEST / POSTTEST	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	%
Riflessione	OK	OK	OK	OK	OK	NO	NO	OK	71
	OK	OK	OK	OK	no	OK	OK	OK	100
Rifrazione	NO	OK	OK	NO	NO	OK	NO	OK	57
	OK	OK	OK	OK	no	OK	OK	OK	100
Lenti	NO	OK	OK	NO	NO	OK	NO	OK	57
	C	C	C	NO	no	C	NO	OK	43
Interferenza	NO	OK	OK	NO	OK	OK	OK	OK	71
	OK	OK	OK	OK	no	OK	OK	OK	100
Diffrazione	OK	OK	NO	OK	OK	OK	NO	NO	57
	C	OK	OK	C	no	C	OK	C	71

Pre-test e Post-test

↓

1° GRUPPO STAGE SETTIMANALE

MARTEDI	PRETEST / POSTTEST	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	Stud. 6	Stud. 7	Stud. 8	%
	Riflessione	OK	OK	OK	OK	OK	NO	NO	OK	71
		OK	OK	OK	OK	no	OK	OK	OK	100
	Rifrazione	NO	OK	OK	NO	NO	OK	NO	OK	57
		OK	OK	OK	OK	no	OK	OK	OK	100
	Lenti	NO	OK	OK	NO	NO	OK	NO	OK	57
		C	C	C	NO	no	C	NO	OK	43
	Interferenza	NO	OK	OK	NO	OK	OK	OK	OK	71
		OK	OK	OK	OK	no	OK	OK	OK	100
	Diffrazione	OK	OK	NO	OK	OK	OK	NO	NO	57
		C	OK	OK	C	no	C	OK	C	71

Pre-test e Post-test

↓

2° GRUPPO STAGE SETTIMANALE

LUNEDI

PRETEST / POSTTEST	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	%
Linee campo B	OK \	OK \	NO \	OK \	NO \	60 \
Linee campo Oersted	NO OK	OK OK	NO OK	NO OK	OK OK	40 100
Posizione bussola Oersted	NO OK	OK OK	NO OK	OK OK	OK OK	60 100
B in funzione r	NO OK	NO OK	NO OK	NO OK	NO OK	0 100
Intensità B bobina	OK C	OK OK	NO OK	OK OK	OK C	80 80
Tester	OK OK	OK OK	OK OK	OK OK	OK OK	100 100
B in funzione di N e i	OK OK	OK OK	NO OK	OK OK	OK OK	80 100

Pre-test e Post-test

↓

2° GRUPPO STAGE SETTIMANALE

LUNEDI

PRETEST / POSTTEST	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	%
Linee campo B	OK	OK	NO	OK	NO	60
	\	\	\	\	\	\
Linee campo Oersted	NO	OK	NO	NO	OK	40
	OK	OK	OK	OK	OK	100
Posizione bussola Oersted	NO	OK	NO	OK	OK	60
	OK	OK	OK	OK	OK	100
B in funzione r	NO	NO	NO	NO	NO	0
	OK	OK	OK	OK	OK	100
Intensità B bobina	OK	OK	NO	OK	OK	80
	C	OK	OK	OK	C	80
Tester	OK	OK	OK	OK	OK	100
	OK	OK	OK	OK	OK	100
B in funzione di N e i	OK	OK	NO	OK	OK	80
	OK	OK	OK	OK	OK	100

Pre-test e Post-test

↓

2° GRUPPO STAGE SETTIMANALE

MARTEDI

PRETEST / POSTTEST	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	%
Riflessione	OK	OK	OK	OK	OK	100
	OK	OK	OK	OK	OK	100
Rifrazione	NO	OK	OK	OK	NO	60
	OK	NO	OK	OK	OK	80
Lenti	NO	NO	NO	NO	NO	0
	OK	C	OK	OK	C	80
Interferenza	OK	OK	OK	OK	OK	100
	OK	OK	OK	OK	OK	100
Diffrazione	NO	OK	NO	OK	OK	60
	C	OK	C	OK	OK	80

Pre-test e Post-test

↓

2° GRUPPO STAGE SETTIMANALE

MARTEDI

PRETEST / POSTTEST	Stud. 1	Stud. 2	Stud. 3	Stud. 4	Stud. 5	%
Riflessione	OK	OK	OK	OK	OK	100
	OK	OK	OK	OK	OK	100
Rifrazione	NO	OK	OK	OK	NO	60
	OK	NO	OK	OK	OK	80
Lenti	NO	NO	NO	NO	NO	0
	OK	C	OK	OK	C	80
Interferenza	OK	OK	OK	OK	OK	100
	OK	OK	OK	OK	OK	100
Diffrazione	NO	OK	NO	OK	OK	60
	C	OK	C	OK	OK	80