

IIS GREGORIO DA CATINO
LICEO MATEMATICO
Progetto “TRA CIELO E TERRA”
LABORATORIO N 6

Stima del rapporto di energia per m² fornita dal sole in una località nei diversi periodi dell'anno (ad esempio marzo – giugno).

Scopo dell'esperienza

Lo scopo è quello di comprendere uno dei motivi dell'alternanza delle stagioni.

L'esperienza prevede la misura della superficie del disco luminoso proiettato sul piano orizzontale dai raggi solari attraverso un cilindro cavo al mezzogiorno locale. Ripetendo la misura in diversi giorni dell'anno sarà possibile calcolare il rapporto tra l'energia per m² fornita dal sole sulla superficie terrestre nei diversi giorni dell'anno presi in considerazione.

Materiale occorrente

- Un piano orizzontale ben assolato alle ore 12 in tutto il periodo dell'anno scelto;
- Un orologio preciso;
- Un cartoncino rigido molto spesso e grande almeno di dimensioni di un A3;

- Matita, gomma per cancellare;
- Forbici;
- Riga graduata con sensibilità del mm;
- Goniometro;
- Una bilancia con sensibilità almeno 0,5 g;
- Un tubo cilindrico cavo di cartone spesso o di plastica di diametro almeno 10 cm (la lunghezza non è significativa);
- Un lungo bastone (anche un manico di scopa):
- Due cavalletti o due supporti tipo sgabelli tavolinetti della stessa altezza (70 cm o più) per poter appoggiare il bastone a “ponte” tra i sostegni (vedere figura);
- Nastro adesivo;
- Pennarello indelebile punta grossa;
- Carta e penna per annotare dati e osservazioni.

Condizione dell'esperienza

Calcolare l'ora civile corrispondente alle ore 12:00':00" ora solare (esperienza n 1 e 2) oppure verificare l'ora con la App “solarinfo” che fornisce l'ora solare).

Determinare la latitudine L° del luogo dell'esperienza.

Posizionare i cavalletti o supporti da parti opposte rispetto alla linea meridiana e fissarci sopra il bastone con il nastro adesivo.

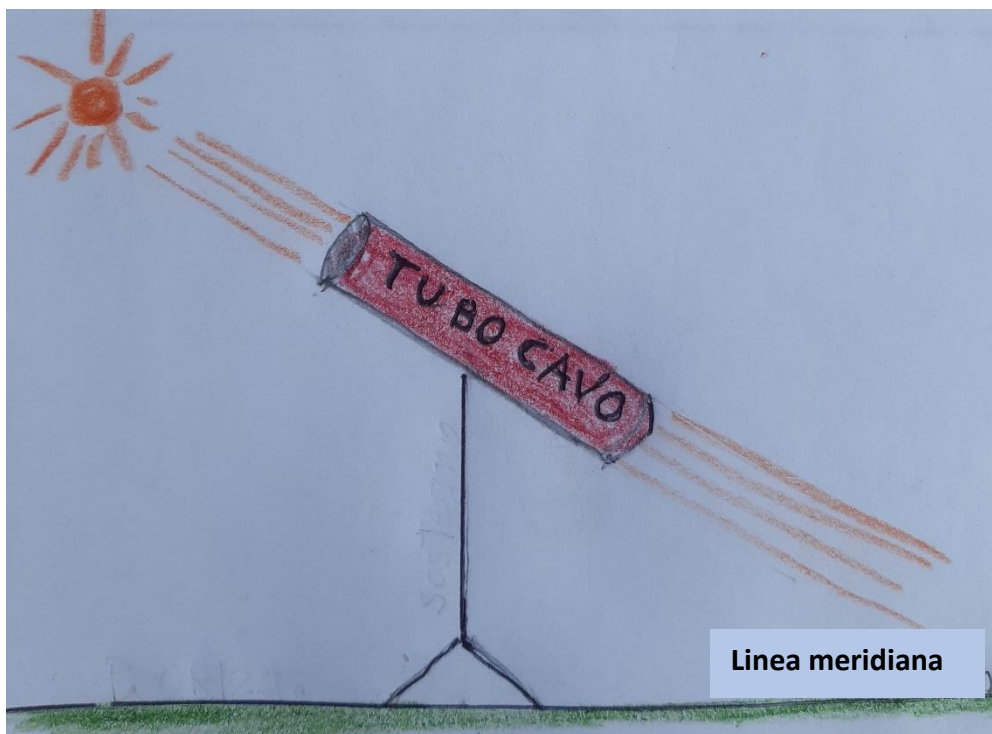
Segnare con il pennarello la posizione delle zampe dei cavalletti così che sarà facile riposizionarli allo stesso modo in diversi giorni dell'anno.

Tracciare sul tubo un segno in corrispondenza del punto medio della sua lunghezza.

Appoggiare e sostenere in equilibrio il tubo sul bastone.

Posizionare il cartone sul piano orizzontale.

Al fine di posizionare correttamente il cartone sotto



allo strumento conviene determinare approssimativamente ma in anticipo la posizione del disco luminoso che i raggi solari proietteranno, a mezzogiorno, sul piano orizzontale. Attraverso la relazione tra altezza h° del sole a mezzogiorno, la

declinazione δ° del sole nel giorno dell'esperienza e la latitudine L° del luogo si può ricavare h° (esperienza n. 5):

$$h^\circ = 90^\circ + \delta^\circ - L^\circ$$

Inclinare il tubo cilindrico sollevandolo a sud di un angolo h° rispetto all'orizzonte e verificare che il prolungamento del cilindro intersechi il cartone sul piano orizzontale. Per evitare che il vento possa muovere il cartone fissarlo con il nastro adesivo. Si osserverà che in inverno il disco luminoso cade più lontano dalla base del cilindro rispetto all'estate.

Qualche istante prima del mezzogiorno “acchiappare” i raggi solari con il cilindro e osservare il disco luminoso proiettato sul cartone. Bisogna ruotare il cilindro in modo che il disco luminoso abbia i bordi simmetrici e nitidi (a parte la penombra che è inevitabile).

Alle 12:00':00" ora solare segnare sul cartoncino con una matita il contorno esatto del dischetto luminoso e si potrà verificare che la sua forma è ellittica (sezione piana di un cilindro).

La linea meridiana è l'asse di simmetria dell'ellisse parallela all'asse del tubo (ciò si potrebbe verificare svolgendo l'esperienza con la linea meridiana già disegnata).

Ripetere la stessa esperienza a distanza di settimane o di qualche mese e scrivere, sull'ellisse stessa, la data cui si riferisce. Il cartone deve essere lo stesso o di identica grammatura. Se si utilizza lo stesso cartone, verificare che i dischi luminosi non si intersechino.

Ritagliare le due ellissi con cura.

Elaborazione dati

Si vuole calcolare il rapporto di energia per m² fornita dal sole nei due giorni dell'anno presi in considerazione.

Indichiamo con J l'energia (in Joule) che attraversa la superficie base del cilindro (uguale nei due giorni dell'anno) e con S₁ e S₂ la superfici (in m²) delle due ellissi. Il rapporto delle energie è uguale al rapporto delle superfici.

$$R = \frac{\frac{J}{S_1}}{\frac{J}{S_2}} = \frac{J}{S_1} \times \frac{S_2}{J} = \frac{S_2}{S_1}$$

Ricavare i dati da elaborare in due modi diversi:

- A. Calcolare la superficie di ciascuna ellisse e poi ricavare il loro rapporto;
- B. Calcolare la massa di ciascuna ellisse e poi ricavare il loro rapporto.

Il secondo metodo è corretto essendo il cartone uguale per le due ellissi quindi la densità massa/volume sarà la stessa. Indichiamo con M_1 ed M_2 le due masse (in grammi), con S_1 e S_2 la superfici (in cm^2) e con a lo spessore del cartoncino si ottiene (cm):

$$\text{densità}_1 = \text{densità}_2 = \frac{M_1}{aS_1} = \frac{M_2}{aS_2}$$

quindi: $\frac{M_1}{M_2} = \frac{S_1}{S_2}$ (moltiplicando ambo i membri per a)
oppure l'uguaglianza dei rapporti inversi.

Metodo A

Tabelle dei dati e calcolo dell'errore assoluto

	AREA ELLISSE N. 1			
1	A	B	C	D
2		a=semiasse MAG. cm	b=semiasse MIN. cm	a*b
3			48,200	=B3*C3
4	EASS	0,500	0,500	=D5*D3
5	EREL	=B4/B3	=C4/C3	=B5+C5
6				
8	Area ellisse	Err Ass	Err Rel	
8	=PIGRECO()*D3	=D4	=D4/A8	

	AREA ELLISSE N. 2			
1	A	B	C	D
2		a=semiasse MAG. cm	b=semiasse MIN. cm	a*b
3			48,200	=B3*C3
4	EASS	0,500	0,500	=D5*D3
5	EREL	=B4/B3	=C4/C3	=B5+C5
6				
8	Area ellisse	Err Ass	Err Rel	
8	=PIGRECO()*D3	=D4	=D4/A8	

	CALCOLO DI R = S ₁ /S ₂			
1	A	B	C	D
2		S ₁ cm ²	S ₂ cm ²	R=S ₁ / S ₂
3				=B3*C3
4	EASS			=D5*D3
5	EREL			=B5+C5

Conclusione: Il rapporto tra le due energie è

R = ...+/- Err Assoluto

Metodo B (rapporto delle masse)

Tabelle dei dati e calcolo dell'errore assoluto

	CALCOLO DI R = M ₁ /M ₂			
1	A	B	C	D
2		M ₁ g	M ₂ g	R=M ₁ / M ₂
3				=B3*C3
4	EASS	0,5	0,5	=D5*D3
5	EREL	=B4/B3	=C4/C3	=B5+C5
6				

Conclusione: Il rapporto tra le due energie è

R = ...+/- Err Assoluto