

Trova l'altezza di un albero, di un aereo di carta in volo o addirittura della stella polare! Costruisci un *inclinometro*, uno strumento che può misurare l'altezza di un oggetto lontano, non importa a che distanza si trovi.

## 1. Strumenti e materiali



Ti serviranno:

- **Goniometro**, puoi usare il modello che trovi a questo link: <https://www.exploratorium.edu/sites/default/files/snacks/HSProtractor.pdf>
- **Forbici**
- **Scotch**
- **Cartoncino** (8 x 13 cm)
- **Perforatore** per fogli di carta
- **Spago** (50 cm)
- **Una rondella o un oggetto di piccole dimensioni** che possa essere legato allo spago (ad esempio un magnete o una clip per fogli)
- **Foglio A4 di carta**
- **Penna o matita**
- **Un metro a nastro**
- **Griglia per calcolare le altezze**, puoi usare il modello che trovi a questo link: <https://www.exploratorium.edu/sites/default/files/snacks/HSCalcGrid.pdf>
- **Righello**
- **Opzionale: un aiutante se ti va 😊**

## 2. Assemblaggio del materiale

1. Stampa il modello di **goniometro** che trovi al seguente link: <https://www.exploratorium.edu/sites/default/files/snacks/HSProtractor.pdf>  
Poi, usando le **forbici**, **ritaglia il goniometro** che hai stampato. Ritaglia lungo i bordi con cura, in particolare lungo quello superiore rettilineo.



2. **Incolla** con lo scotch il **goniometro al cartoncino** (8 x 13 cm) in modo che il bordo rettilineo del goniometro combaci perfettamente con il lato del cartoncino. Fissa con dello scotch anche il bordo curvilineo del goniometro in modo che rimanga fermo nella sua posizione sul cartoncino.
3. Usa il **perforatore** di fogli per **fare un buco nel cerchietto del goniometro**.
4. **Fai passare lo spago attraverso il buco e poi attraverso la rondella. Lega le due estremità dello spago assieme**, formando così un anello su cui la rondella può muoversi liberamente.
5. **Arrotola il foglio di carta A4 lungo il lato corto per formare un cilindro** lungo 21 cm e di circa 2,5 cm di diametro. Incolla il bordo del foglio con dello scotch per tenere fissato il cilindro di carta.
6. **Incolla il cilindro di carta al cartoncino** lungo il lato rettilineo del goniometro. Uno dei bordi del cilindro deve essere allineato con il lato corto del cartoncino, come mostrato in figura.

### 3. Cosa fare e osservare

Guarda attraverso il cilindro dal lato opposto al goniometro oppure guarda lungo il bordo superiore del cilindro.

Fissa un oggetto ad altezza d'occhio. Chiedi al tuo aiutante di leggere l'angolo nel punto in cui lo spago incrocia il goniometro. **Se il tuo inclinometro è a livello**, lo spago dovrebbe incrociare il goniometro a circa **0 gradi**.



Se stai svolgendo questo esperimento senza un aiutante, guarda attraverso il cilindro e con le dita ferma lo spago nella sua posizione sul cartoncino. Poi allontana il cilindro dal tuo occhio e leggi l'angolo sul goniometro. Presta attenzione e cerca di non muovere lo spago e cambiare così l'angolo! Prova a farlo più volte finché non hai preso la mano.

Ora guarda attraverso il cilindro e fissa la sommità di qualcosa di alto (se sei in casa guarda qualcosa che si trova vicino al soffitto) e trova l'angolo dal punto in cui lo spago incrocia il goniometro. Cosa pensi accadrà se modifichi la distanza tra il punto in

cui ti trovi e l'oggetto che stai guardando? Formula un'ipotesi o prova a indovinare. Poi allontanati o avvicinarti di qualche passo all'oggetto e controlla l'inclinometro. Cosa è successo all'angolo che leggi sul goniometro?

Prova a seguire questi passaggi:

- Usa l'inclinometro per misurare l'altezza di qualcosa di alto ma che non sia troppo distante.  
Chiameremo questa **altezza**:  $h$
- Determina l'angolo con il tuo inclinometro e segnalalo su un foglio di carta.  
Chiameremo questo **angolo** (o **altezza angolare**):  $\alpha$
- Usa il metro a nastro per trovare la distanza in cm tra la base dell'oggetto e il punto in cui ti trovi. Segnati su un foglio questa distanza.  
Chiameremo questa **distanza**:  $d$
- Chiedi al tuo aiutante di misurare l'altezza tra il pavimento e il tuo punto di vista, ovvero i tuoi occhi. Segna su un foglio questa **altezza**.  
Chiameremo questa **altezza**:  $h_{\text{occhio}}$

Ora hai tutti i dati che ti servono per trovare l'altezza dell'oggetto. Puoi ricorrere alla **trigonometria** per trovare la risposta oppure puoi usare la **griglia per calcolare le altezze** che trovi a questo link:

<https://www.exploratorium.edu/sites/default/files/snacks/HSCalcGrid.pdf>



Individua sul disegno del goniometro in basso il valore corrispondente all'angolo  $\alpha$  che hai misurato. Disegna poi **una retta che parta dal punto sul goniometro e passi per l'origine, proseguendo poi per tutta la griglia** (come vedi fatto nelle immagini).

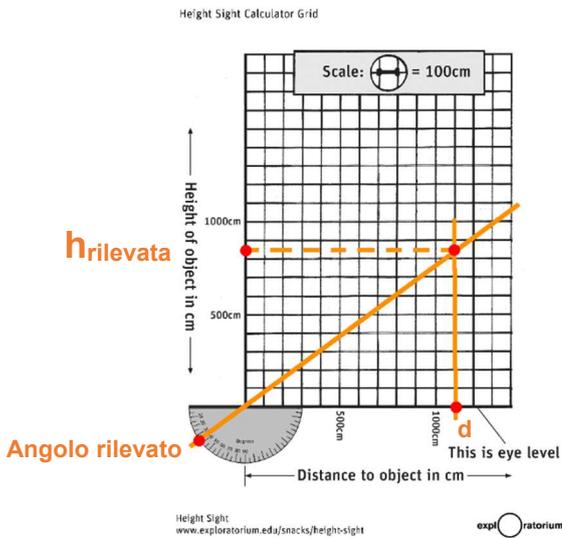
Individua la distanza **d** lungo l'asse orizzontale delle **x**. Presta attenzione alla scala della griglia!

Traccia ora sulla griglia la retta verticale che passa per la distanza dell'oggetto sull'asse **x**.

Trova il punto in cui le due rette che hai tracciato si intersecano.

Leggi l'altezza del punto sull'asse verticale delle **y**. Fai attenzione alla scala della griglia per determinare questa altezza.

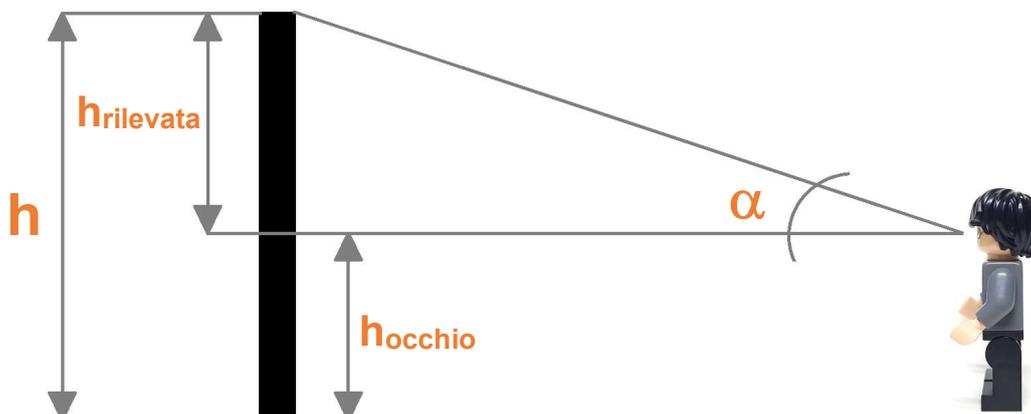
Chiameremo questo valore: **h<sub>rilevata</sub>**



Come puoi notare l'asse **x** è chiamato "eye level" (altezza degli occhi) perché, utilizzando lo schema fornito, l'altezza che calcoliamo è quella a partire dall'altezza dei nostri occhi (come mostrato in figura).

Per effettuare la misurazione dell'altezza nella sua interezza, **aggiungi all'altezza che hai trovato con l'aiuto della griglia, la distanza tra il pavimento e i tuoi occhi**. Il valore finale che trovi è l'altezza dell'oggetto che volevi misurare (**h**).

$$h = h_{rilevata} + h_{occhio}$$





# Una vista molto all'altezza



A cura di



## 4. Cos'è successo?

Quando usi il tuo inclinometro per guardare qualcosa più alto della tua testa, l'inclinometro si inclina. Lo spago che incrocia il goniometro segna l'**angolo di inclinazione**, che **dipende dall'altezza dell'oggetto e dalla distanza a cui si trova**. Quando misuri l'altezza angolare di qualcosa, la tua distanza dall'oggetto conta molto! Misura l'altezza angolare dello stesso oggetto da due distanze differenti e scoprirai che otterrai un angolo maggiore quando sei più vicino e un angolo minore quando sei più lontano.

**Calcolare l'altezza di un oggetto che non puoi misurare direttamente richiede la conoscenza della sua altezza angolare e della tua distanza dall'oggetto.** La griglia per calcolare le altezze ti aiuta a determinare l'altezza dell'oggetto in modo indiretto usando triangoli simili.

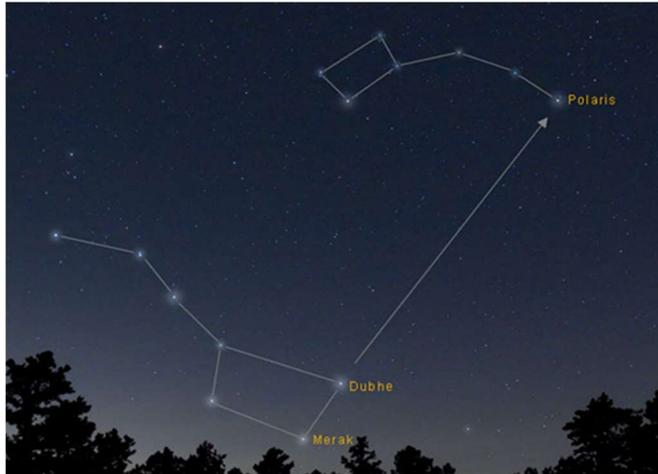
**Il triangolo che hai disegnato sulla griglia è simile al triangolo formato nella realtà** perché entrambi i triangoli hanno gli stessi angoli. Il primo angolo in comune è quello che hai misurato con l'inclinometro: questo è lo stesso angolo che hai disegnato sulla griglia. Il secondo angolo in comune è l'angolo di 90 gradi formato dall'intersezione tra la retta verticale e quella orizzontale; in questo caso sono la retta verticale dell'oggetto e la retta orizzontale che individua l'altezza degli occhi di chi sta facendo la misurazione. Il terzo angolo deve essere lo stesso per definizione di triangolo: infatti la somma degli angoli interni di qualsiasi triangolo è uguale a 180 gradi.

Questo significa che **il triangolo sulla griglia è una versione ridotta in scala del triangolo formato nella realtà**. Disegnando un triangolo che ha esattamente la stessa forma del triangolo che si forma nella realtà, puoi misurare indirettamente qualcosa che non può essere facilmente misurato con un righello.

## 5. Approfondimenti

Nell'emisfero boreale puoi usare l'inclinometro per determinare la tua **latitudine**, cioè la tua **distanza angolare dall'equatore**.

In una notte priva di nuvole, trova la Stella Polare. Il modo più semplice per trovare la Stella Polare è trovare prima il Grande Carro (o Orsa Maggiore). Immagina una freccia che passa per le due stelle che formano il lato del Grande Carro: questa freccia punterà verso la Stella Polare, che si trova alla fine del Piccolo Carro (o Orsa Minore). La Stella Polare si trova sempre tra il Grande Carro e la costellazione di Cassiopea. Nell'emisfero boreale queste due costellazioni non tramontano mai: come la Stella Polare sono infatti sempre visibili in cielo.



1 Credits: APOD dell'8 gennaio 2007

Guarda verso la Stella Polare con il tuo inclinometro. **L'altezza angolare della Stella Polare in gradi è la tua latitudine.** Il Polo Nord si trova a 90 gradi di latitudine nord. Questo significa che se mi trovassi al Polo Nord dovrei guardare in verticale verso l'alto per trovare la Stella Polare.

Puoi usare il tuo inclinometro **per misurare anche l'altezza del Sole.** La tecnica in questo caso è differente perché non devi mai guardare il Sole senza protezioni per gli occhi! Posiziona invece il tuo inclinometro all'altezza del bacino e punta il cilindro verso il Sole. Assicurati che lo spago e la rondella siano liberi di muoversi senza ostacoli. Metti una mano sotto al cilindro e sistema l'inclinazione del cilindro fino a quando la luce del Sole non passa attraverso il tubo per arrivare sulla tua mano. Quando l'inclinometro è in questa posizione, l'angolo che leggi sul goniometro è l'altezza angolare del Sole. Controlla l'altezza del Sole a mezzogiorno (o un'ora dopo se c'è l'ora legale) in diversi periodi dell'anno oppure più volte durante il corso di un giorno: scoprirai così come questa altezza cambi con il tempo!

## 6. Link utili

- Il Science Snack che hai appena provato è un'idea dell'**Exploratorium** di **San Francisco** (California, USA), dei veri esperti nel costruire esperimenti. Lo puoi trovare qui:

<https://www.exploratorium.edu/snacks/height-sight>

Dai un'occhiata alle centinaia di esperimenti che propongono, sono davvero divertenti! (e così potrai anche ripassare un po' di inglese).

- Scopri anche come **Eratostene** nel III secolo a.C. stimò la circonferenza terrestre basandosi sull'altezza del Sole misurata in due città diverse nel giorno del solstizio!

<http://dm.unife.it/matematicainsieme/matcart/misterra.htm>