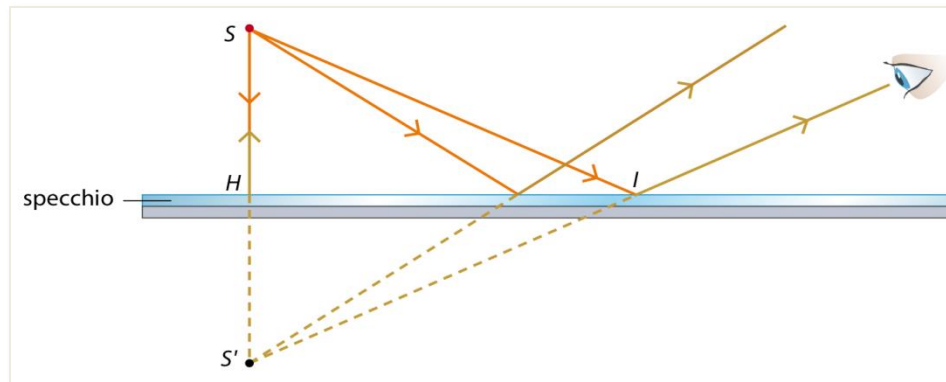


# La riflessione della luce – Lo specchio piano

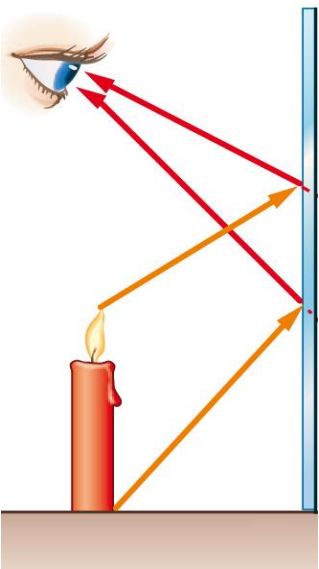
Troviamo l'**immagine** del punto **S** formata dallo specchio piano

Tracciamo due raggi uscenti dal punto **S** e applichiamo le leggi della riflessione.

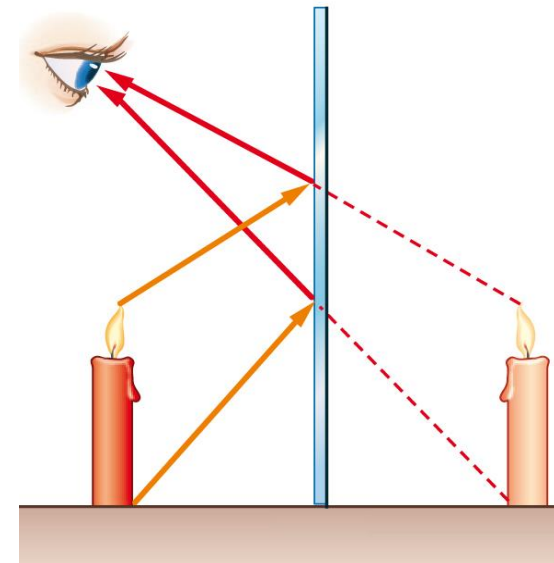
I **prolungamenti dei raggi riflessi** si incontrano in **S'**. L'osservatore vede la luce provenire da **S'**: **S'** è l'immagine **virtuale** di **S**.



I raggi partono dalla sorgente **S** e vengono riflessi dallo specchio. Il prolungamento di ogni raggio riflesso passa per **S'**.



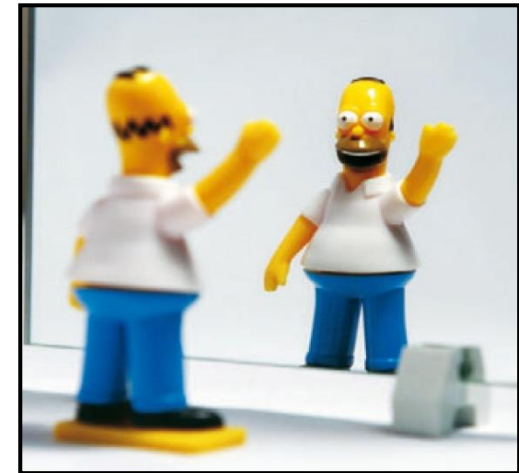
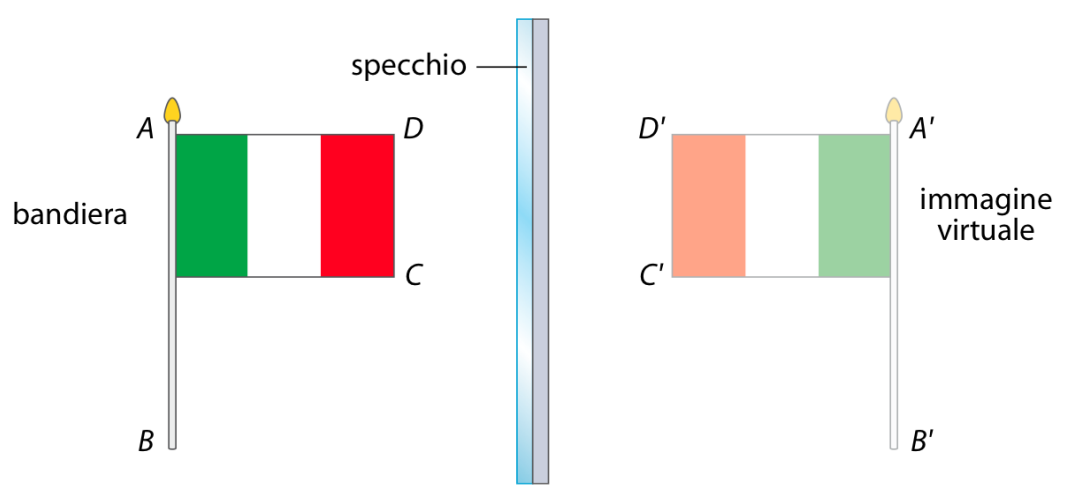
L'immagine riflessa da uno specchio piano è **virtuale** e appare in posizione simmetrica all'oggetto rispetto allo specchio. Il nostro cervello localizza la sorgente luminosa sul prolungamento dei raggi che arrivano all'occhio.



# La riflessione della luce – Lo specchio piano

L'**immagine** formata da uno specchio piano è virtuale: l'osservatore vede la luce provenire da punti in cui in realtà non passano raggi

- L'immagine è **dietro** lo specchio
- L'immagine è **alla stessa distanza** dallo specchio dell'oggetto
- L'immagine ha le **stesse dimensioni** dell'oggetto
- Nell'immagine **la destra e la sinistra sono scambiate**



# La riflessione sugli specchi curvi

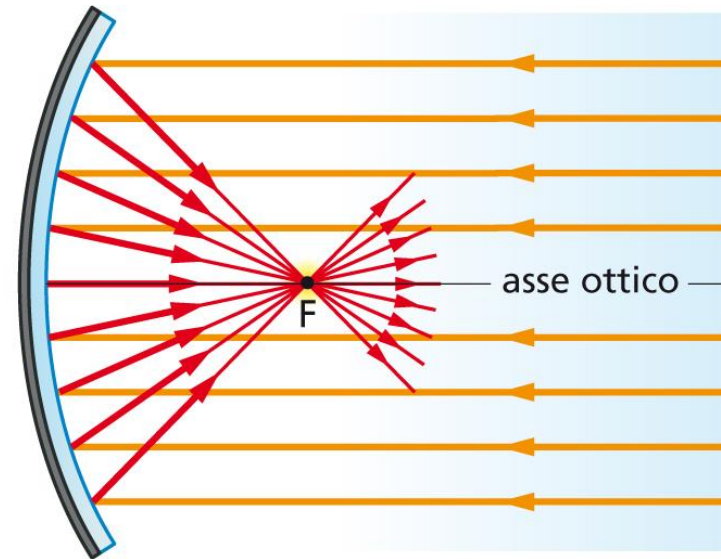
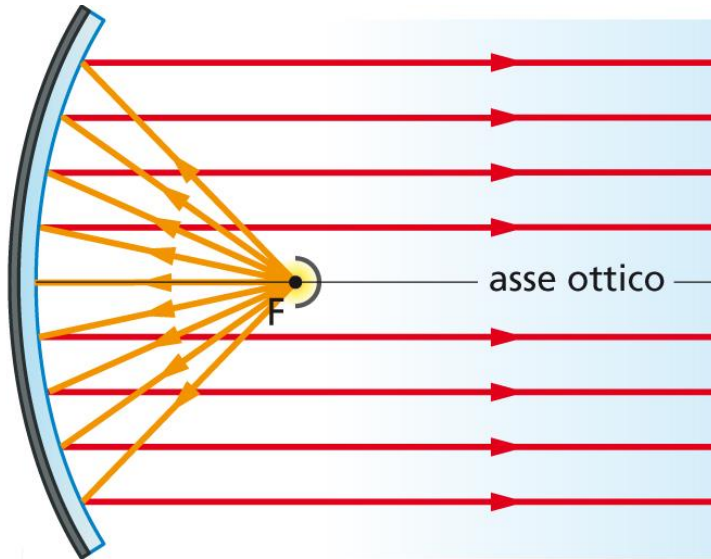
L'immagine di un oggetto formata da uno specchio curvo può essere reale o virtuale, più piccola o più grande dell'oggetto. La posizione dell'immagine si trova con la formula dei punti coniugati

# La riflessione della luce – Lo specchio sferico

## I fari delle automobili

Come è fatto lo specchio che sta dietro la lampadina del faro?

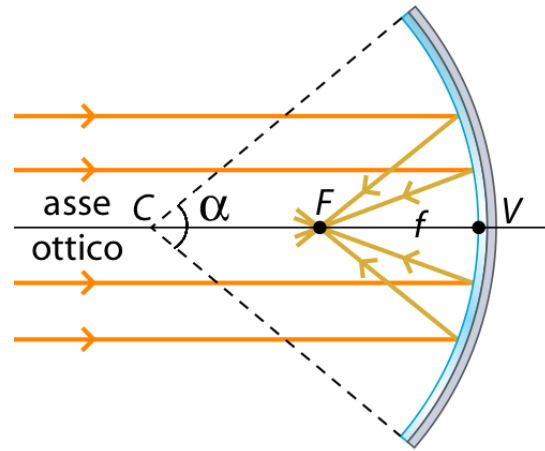
Esso ha una forma curva.



Nei fari delle automobili la lampadina si trova nel punto F, detto **fuoco** dello specchio. Per una sorgente posta luminosa posta nel fuoco, i raggi riflessi sono tutti paralleli. Viceversa per una sorgente posta a distanza infinita i raggi, tutti paralleli, verranno riflessi e passanti per il fuoco.

# La riflessione della luce – Lo specchio sferico

## Elementi dello specchio concavo.



**Specchio curvo (sferico):** la sua superficie ha la forma di una calotta sferica di raggio  $r$ .

Il **raggio** dello specchio è il raggio della sfera da cui esso è tratto;

Lo specchio è **concavo** se la **superficie riflettente** è quella **interna** alla calotta, altrimenti è **convesso**

**Apertura** dello specchio: angolo al centro  $\alpha$  che corrisponde all'arco ottenuto sezionando la calotta.

**Asse ottico:** asse di simmetria della calotta; passa per il **centro  $C$**  della sfera (centro di curvatura) e per il **vertice  $V$**  dello specchio.

La **distanza focale** è la distanza tra il fuoco  $F$  e il vertice  $V$ .

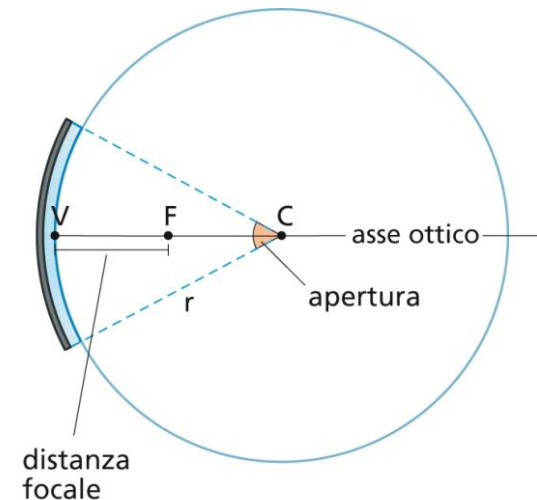
## Approssimazione di GAUSS

- I raggi luminosi sono considerati sempre parassiali (ossia con angoli di inclinazione piccoli rispetto all'asse ottico principale)
- Gli angoli di apertura di specchi e lenti sono piccoli (specchi e lenti sono una piccola porzione delle sfere cui appartengono), cioè  $\alpha < 10^\circ$ .

In tali condizioni si verifica che:

la distanza focale è uguale alla **metà del raggio**.

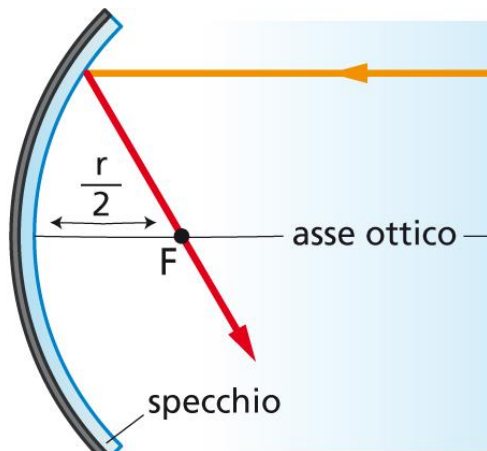
i raggi paralleli all'asse ottico sono riflessi nel fuoco  $F$  e  $FV = \text{distanza focale} = r/2$



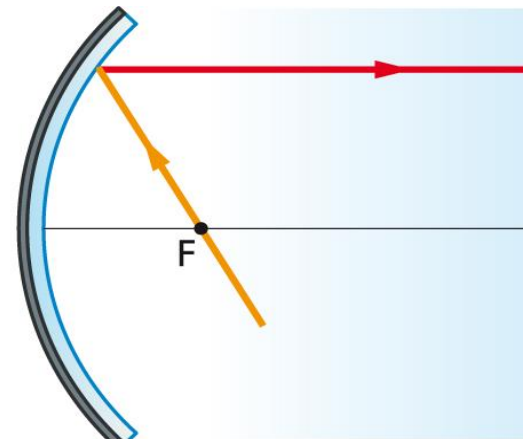
# La riflessione della luce – Lo specchio sferico

## La formazione dell'immagine – Specchio concavo

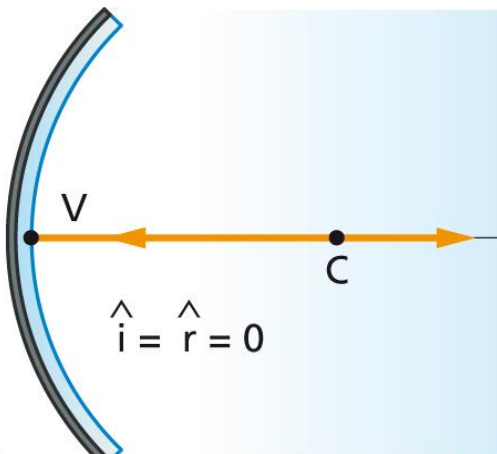
### Raggio parallelo all'asse ottico



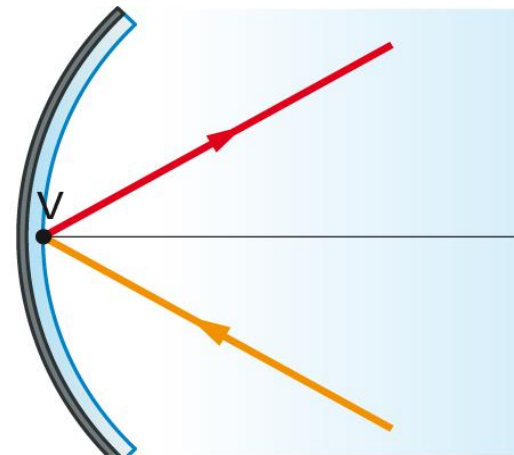
### Raggio per il fuoco



### Raggio per il centro



### Raggio nel vertice



# La riflessione della luce – Lo specchio sferico

## La formazione dell'immagine – Specchio concavo

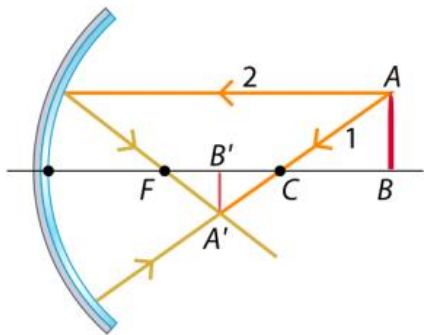
Costruiamo l'immagine dell'oggetto AB utilizzando la tecnica vista precedentemente.

I raggi si incontrano in A', immagine del punto A.

Determinando l'immagine di altri punti di AB si trova che l'immagine dell'oggetto AB è A'B'

*Il raggio 1 uscente da A incide sullo specchio con **angolo nullo** e torna indietro nella stessa direzione.*

*Il raggio 2 è **parallelo all'asse ottico** e viene riflesso nel fuoco F ( **f positivo** ).*

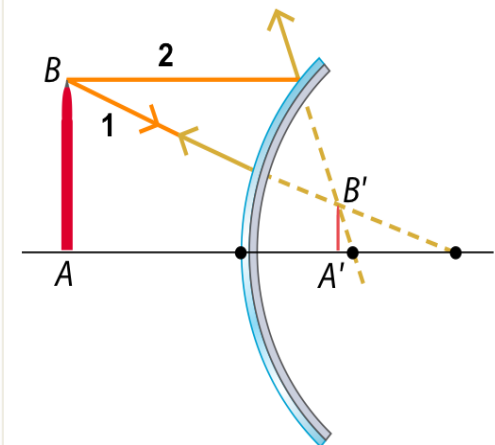


**a** Il raggio 1 che passa per C torna indietro, il raggio 2 viene riflesso nel fuoco; l'immagine è reale e capovolta.

L'immagine è **reale** quando i punti di A'B' dell'immagine sono ottenuti come **intersezione di raggi luminosi** e non di prolungamenti.

L'immagine è **virtuale** quando i punti di A'B' dell'immagine sono ottenuti come **intersezione dei prolungamenti dei raggi luminosi**.

L'immagine di uno specchio convesso è virtuale.



# La riflessione della luce – Lo specchio sferico

## La formazione dell'immagine – Specchio concavo

### Oggetto oltre il centro

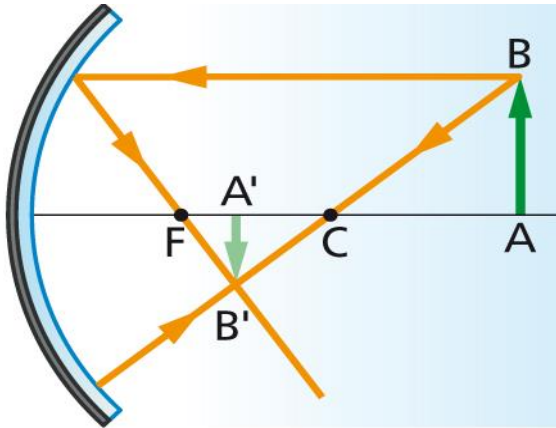


Immagine reale, capovolta e rimpicciolita

### Oggetto tra il centro e il fuoco

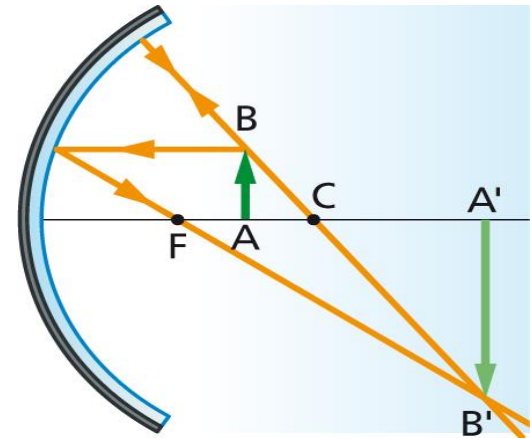


Immagine reale, capovolta e ingrandita

### Oggetto tra il fuoco e lo specchio

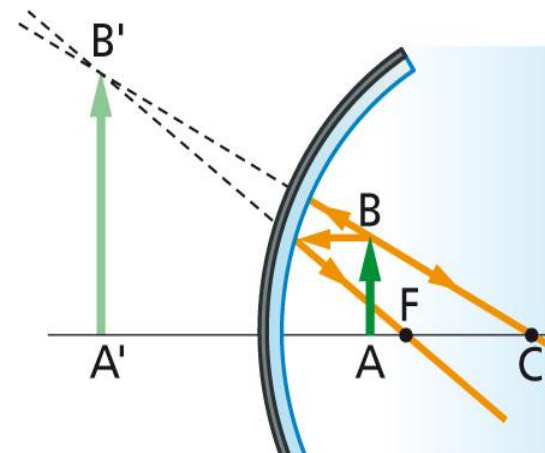


Immagine virtuale, diritta e ingrandita



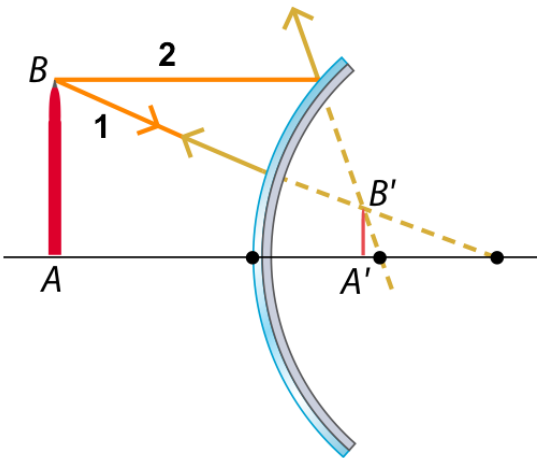
# La riflessione della luce – Lo specchio sferico

## La formazione dell'immagine – Specchio convesso

Costruiamo l'**immagine** dell'oggetto **AB** formata da uno **specchio convesso**.



L'immagine di uno specchio convesso è virtuale.

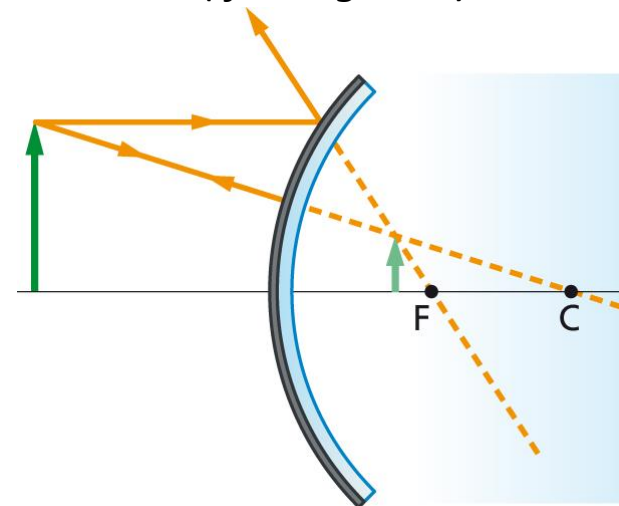


Il **raggio 1** uscente dal punto **B** incide sullo specchio con angolo nullo e torna indietro nella stessa direzione in modo che il suo prolungamento passi per il centro **C**.

Il **raggio 2** è **parallelo** all'asse ottico e viene **riflesso** in modo che il suo prolungamento passi nel fuoco **F** ( $f$  è negativo).

I prolungamenti dei raggi si incontrano in **B'**, immagine del punto **B**, e l'immagine di **AB** è **A'B'**

L'immagine è **diritta** e **virtuale** (i punti di **A'B'** sono ottenuti come **intersezione di prolungamenti di raggi luminosi**).



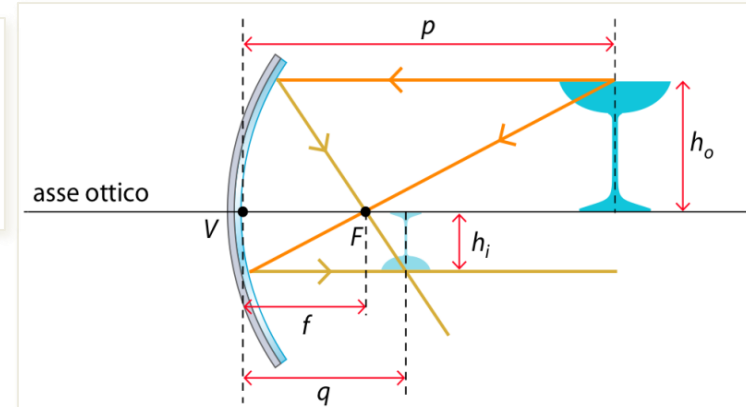
# La riflessione della luce – Lo specchio sferico

## La legge dei punti coniugati - (per specchi di piccola apertura)

La legge dei punti coniugati è espressa dalla formula:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{q}$$

distanza focale (m) —  $\frac{1}{f}$  —  
distanza dell'oggetto da V (m) —  $\frac{1}{p}$  —  
distanza dell'immagine da V (m) —  $\frac{1}{q}$  —



Indipendentemente se lo specchio è concavo o convesso, le distanze p e q ed f sono:

Positive se si trovano dal lato del raggio riflesso.

Negative se si trovano dalla parte opposta rispetto al raggio riflesso.

Un punto dietro allo specchio ha distanza negativa.

### SPECCHIO CONCAVO ( $f > 0$ )

Distanza p	Distanza q <span style="color: red;">Q</span> positivo <span style="color: blue;">Q</span> negativo	Ingrandimento $G = -q/p$	Tipo immagine
$p \rightarrow \infty$	<span style="color: red;">Q</span> = f	$G = 0$	Reale e puntiforme
$p > 2f$	$f < \textcolor{red}{q} < 2f$	$-1 < G < 0$	Reale, capovolta, rimpicciolita
$p = 2f$	<span style="color: red;">Q</span> = 2f	$G = -1$	Reale, capovolta, invariata
$f < p < 2f$	<span style="color: red;">Q</span> > 2f	$G < -1$	Reale, capovolta, ingrandita
$p = f$	<span style="color: red;">Q</span> $\rightarrow \infty$		
$p < f$	$ \textcolor{blue}{q}  > p$	$G > 1$	Virtuale, diritta, ingrandita

### SPECCHIO CONVESSO ( $f < 0$ )

Qualsiasi	$ \textcolor{blue}{q}  < p$ $ \textcolor{blue}{q}  < f$	$0 < G < 1$	Virtuale, diritta, rimpicciolita
-----------	---	-------------	----------------------------------

# La riflessione della luce – Lo specchio sferico

**ESEMPIO 1** Una matita che dista 10 cm da uno specchio concavo, forma un'immagine a 40 cm dallo specchio. La distanza focale  $f$  soddisfa all'equazione:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{10} + \frac{1}{40}$$

che risolta dà  $f = 8$  cm.

• L'**ingrandimento lineare**  $G$  dello specchio è il **rapporto tra le altezze** dell'immagine  $h_i$  e dell'oggetto  $h_o$ :

$$G = \frac{h_i}{h_o}$$

Si dimostra che  $\frac{h_i}{h_o} = \frac{q}{p}$  e quindi:

$$G = \frac{q}{p}$$