Gli specchi

LICEO SCIENTIFICO STATALE “S. CANNIZZARO”

PROF.RE E. MODICA

Cos’è uno specchio?

- Uno **specchio** è uno strumento ottico costituito da superficie lucida e ben levigata, in grado di riflettere la maggior parte delle onde luminose che incidono su di essa.
- In genere è costituito da una lastra di vetro con la faccia posteriore metallizzata. A seconda della forma della superficie riflettente, si distinguono specchi piani e specchi curvi.
- Il tipo più noto è lo specchio piano, di uso quotidiano, ma specchi di diverse forme sono usati in molte applicazioni, anche per la concentrazione di radiazione solare per generare calore.

Storia e fabbricazione degli specchi

- I primi specchi realizzati nell'antichità erano semplici lastre di metallo, spesso **argento**, **rame** o **bronzo**, perfettamente lucidate.

- Nel XIV secolo a Venezia si producevano specchi unendo una lastra di **cristallo lucidato con fogli di stagno e mercurio**: i sottili strati di stagno venivano uniti al vetro tramite un bagno di mercurio ed esercitando pressione. Tale processo era costoso e complesso, rendendo lo specchio un prodotto di **lusso**.

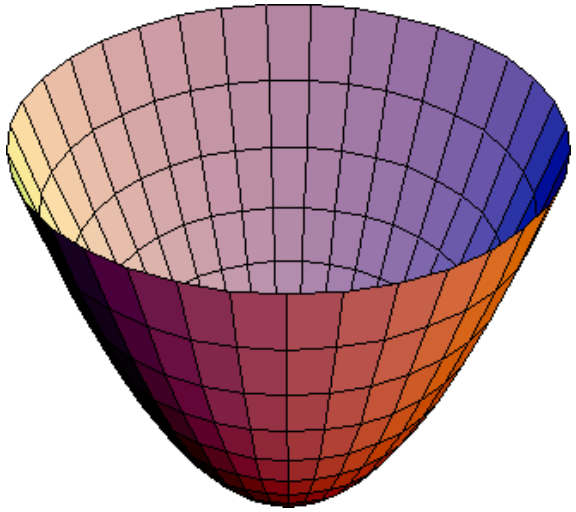
- Nella seconda metà del XIX secolo il costo degli specchi è radicalmente calato grazie a un nuovo processo di produzione, l'**argentatura**: tramite una soluzione di nitrato di argento, ammoniaca e acido tartarico, al vetro si fissano minutissime particelle di argento, che veniva successivamente ricoperto da gommalacca.

- Oggi gli specchi consistono in una lastra di vetro su cui è deposto un sottile strato di argento o alluminio, fissato al vetro mediante un processo detto elettrolisi. Lo strato metallico è deposto sul lato opposto a quello riflettente ed è ricoperto da una vernice a scopo protettivo. In questo modo il delicato rivestimento è protetto dal vetro stesso. Questo tipo di specchi riflette circa l'80% della luce incidente.

- Le moderne tecnologie hanno inoltre reintrodotto la produzione di specchi in metallo specialmente come oggetti di design, o per motivi di sicurezza negli specchi stradali, ovverosia di acciaio inox lucidato sino a farlo apparire come fosse uno specchio tradizionale di vetro.

Specchi parabolici

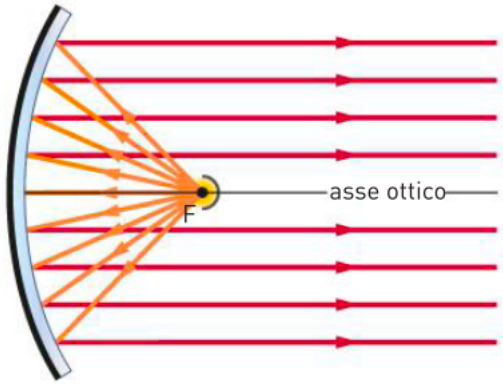
- Fin dall'antichità è noto che gli specchi parabolici, ottenuti rivestendo di materiale riflettente la "parete" interna di un paraboloide, sono specchi "speciali", utili in diverse applicazioni.
- La loro "specialità" nasce dalla "perfetta armonia" che sussiste tra le leggi di riflessione e un'importante proprietà della parabola.



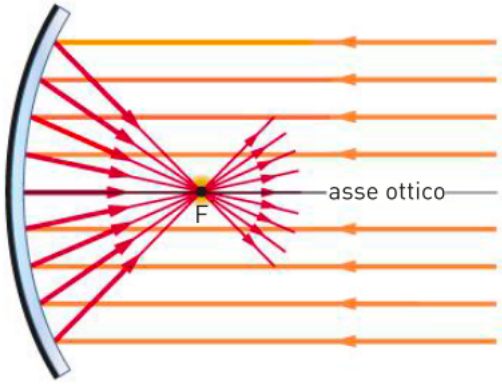
Specchi parabolici

Agli specchi parabolici è associato un punto, chiamato **fuoco**, che ha due proprietà.

- I raggi che sono emessi da una sorgente puntiforme posta nel fuoco e che si riflettono sullo specchio si allontanano in un fascio di raggi paralleli.



- I raggi che arrivano paralleli all'asse di simmetria dello specchio (asse ottico), dopo che sono stati riflessi, si intersecano tutti nel fuoco dello specchio.



Applicazione degli specchi parabolici: il forno solare

- Per **forno solare** si intende un dispositivo in grado di concentrare la luce del sole e di utilizzarla per fini alimentari: dalla cottura di piatti semplici o elaborati, fino alla sterilizzazione dell'acqua al fine di renderla potabile.

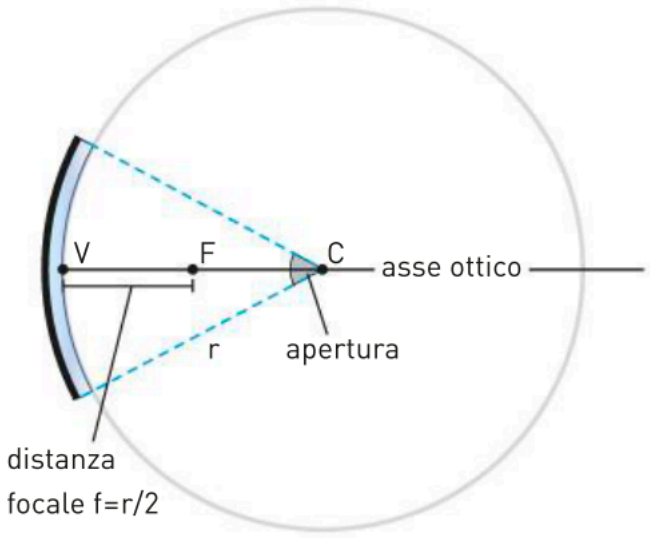
- In un forno solare uno specchio parabolico fa convergere i raggi provenienti dal Sole direttamente sulla pentola che contiene le pietanze da cucinare.

Specchi sferici di piccola apertura

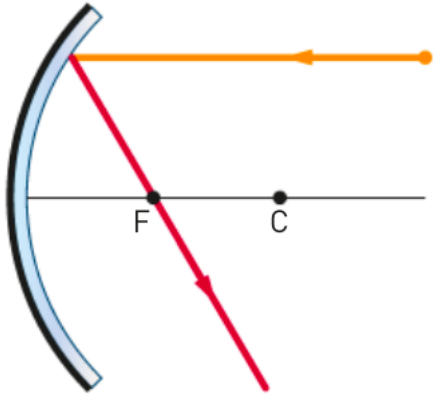
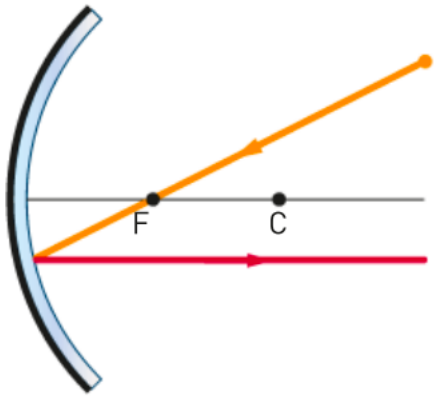
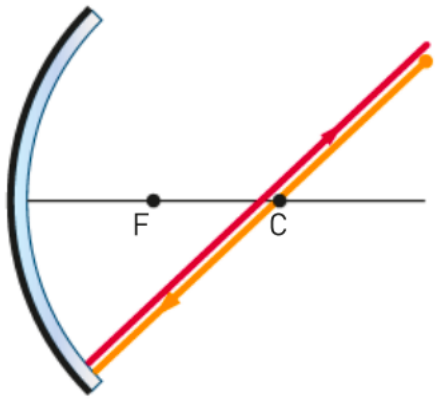
- Gli specchi sferici sono ricavati da una porzione di una sfera (calotta sferica).
- Essi hanno un fuoco ben definito solo se sono di piccola apertura, cioè se è piccolo l'angolo al centro formato dagli estremi dello specchio.
- In uno specchio sferico:
  - il raggio *r* è il raggio della sfera da cui esso è tratto;
  - l'asse ottico è il suo asse di simmetria, che passa per il centro *C* della sfera e per il vertice *V* dello specchio;
  - la distanza focale *f* è la distanza tra il fuoco *F* e il vertice *V*.
- In uno specchio sferico di piccola apertura la distanza focale è uguale alla metà del raggio:

$$\boxed{f = \frac{r}{2}}$$

- Dato un oggetto luminoso, per disegnare la sua immagine basta seguire il percorso di alcuni suoi raggi dopo che sono stati riflessi dallo specchio.



Come costruire le immagini?

Un raggio che arriva parallelo all'asse ottico è riflesso nel fuoco.	Un raggio che passa per il fuoco è riflesso parallelamente all'asse ottico.	Un raggio che passa per il centro ($\hat{\imath} = 0$) è riflesso su sé stesso.
		

- È sufficiente tracciare due di questi raggi (detti ***raggi principali***) e individuare il punto in cui si intersecano. Lì si forma l'immagine dell'oggetto luminoso.
- L'immagine è ***reale*** se è determinata dall'intersezione dei raggi riflessi, ***virtuale*** se è formata dall'intersezione dei loro prolungamenti.

Specchi sferici concavi

- Negli specchi sferici concavi, la superficie riflettente è rivolta verso il centro della sfera cui appartiene la calotta sferica.
- Supponiamo che su uno specchio sferico concavo si rifletta un oggetto di forma semplice, per esempio una piccola freccia luminosa.
- Tracciando due raggi principali si trova l'immagine della punta della freccia. L'immagine della sua coda (posta sull'asse ottico) è sempre il piede della perpendicolare condotta dall'immagine della punta all'asse ottico. Conoscendo le immagini della punta e della coda, si può disegnare la freccia immagine.

Immagine di un oggetto posto oltre il centro

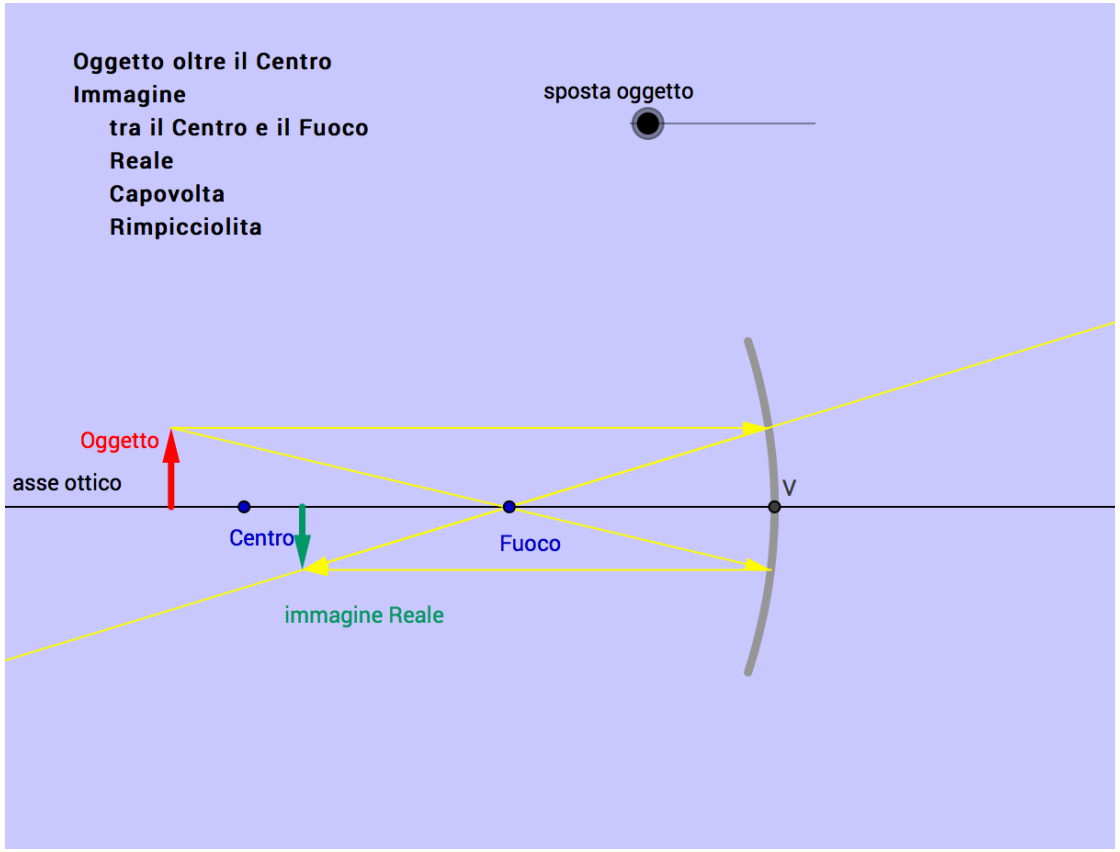


Immagine di un oggetto posto fra il centro e il fuoco

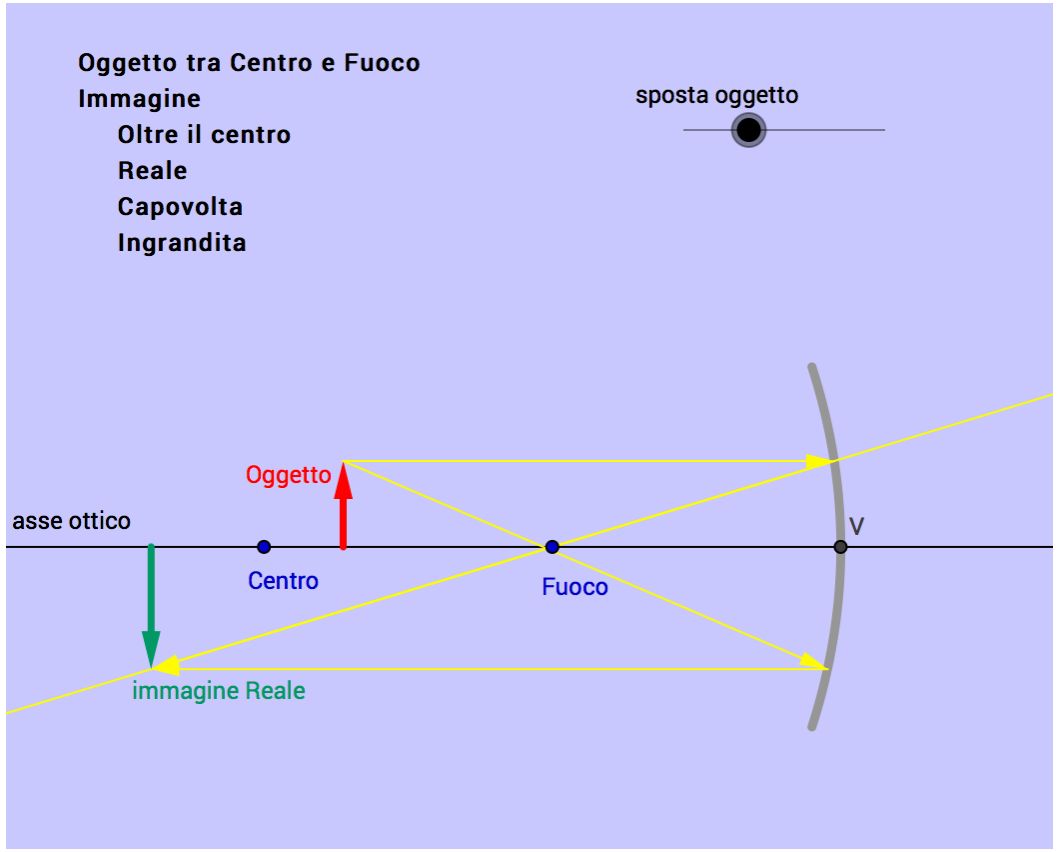


Immagine di un oggetto posto fra il fuoco e lo specchio

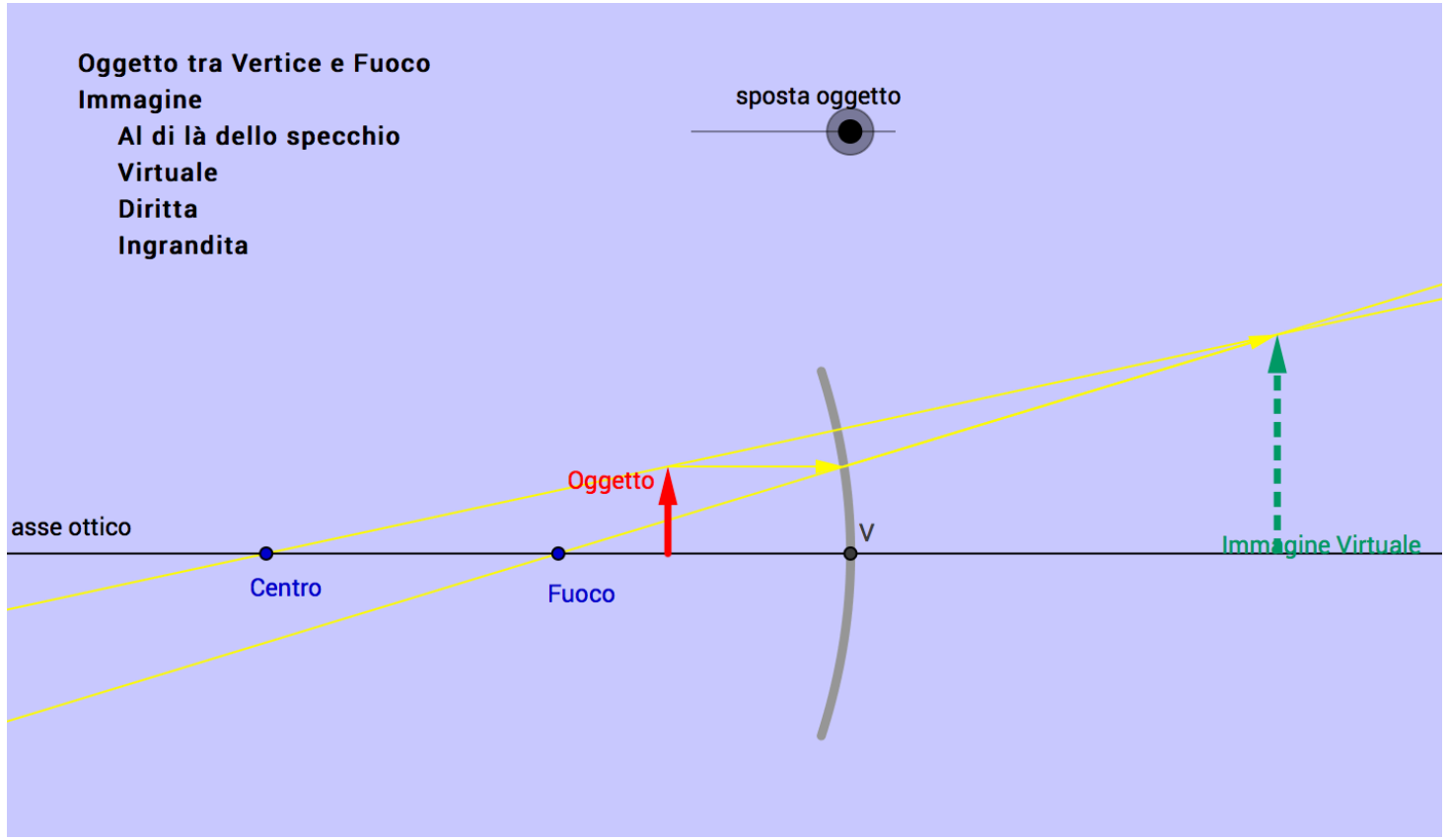
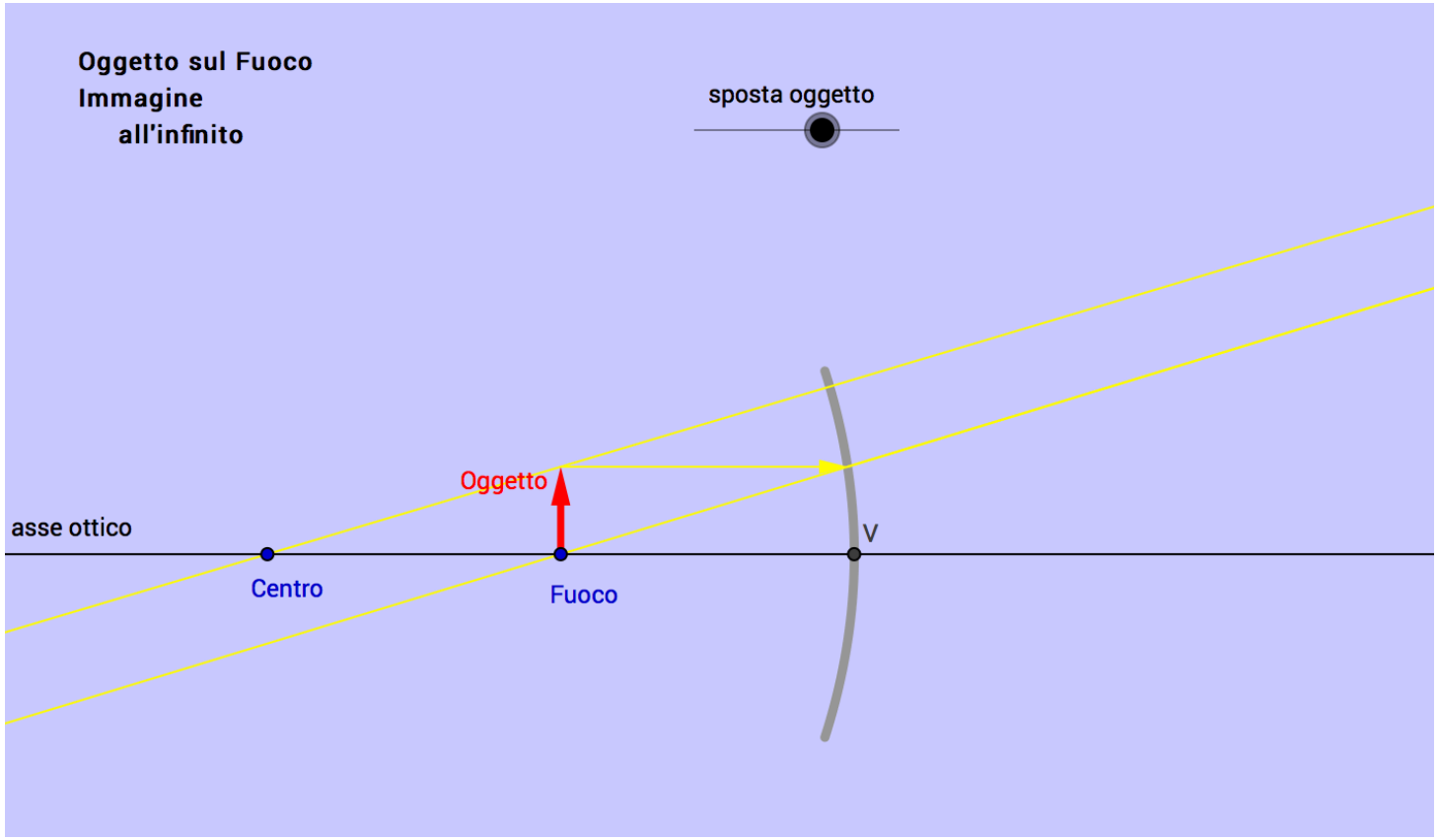


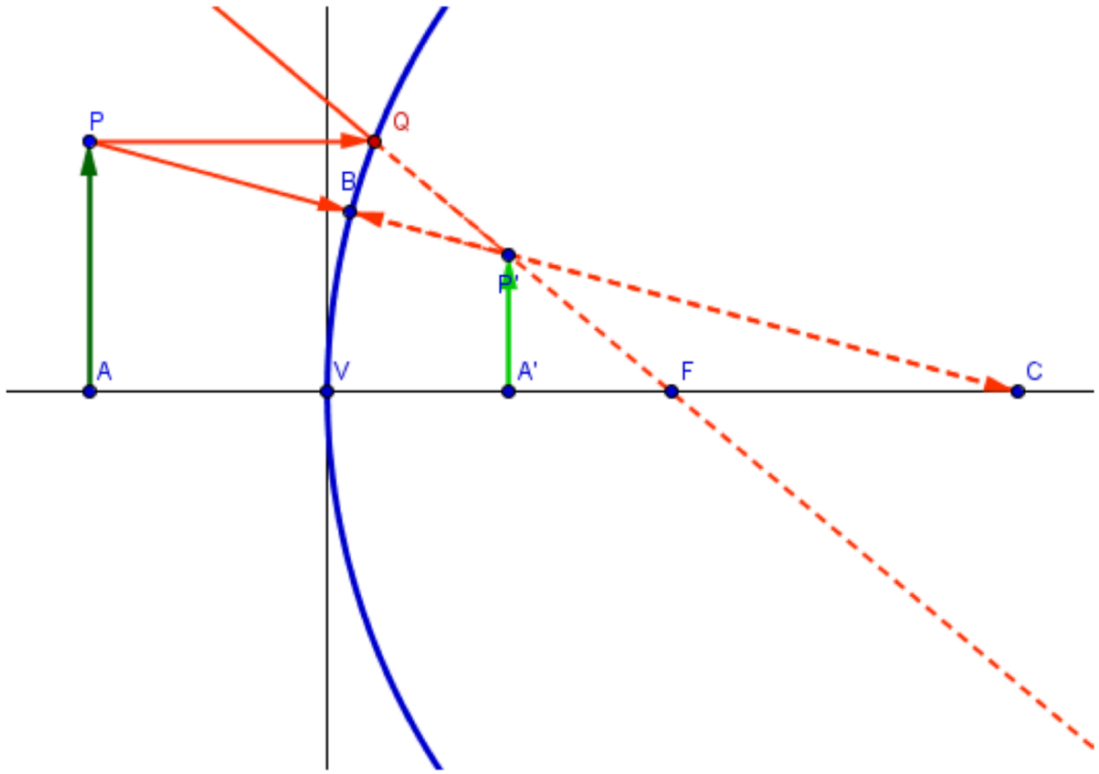
Immagine di un oggetto posto sul fuoco



Specchi sferici convessi

- Negli specchi sferici convessi, la superficie riflettente è rivolta dalla parte opposta al centro della sfera cui appartiene la calotta sferica.
- Uno specchio sferico convesso produce sempre un'immagine **virtuale**, **diritta** e **rimpicciolita**.
- Si usa uno specchio convesso quando si vuole visualizzare uno spazio ampio, come in un negozio o in prossimità di un incrocio pericoloso.

Immagine prodotta da uno specchio convesso



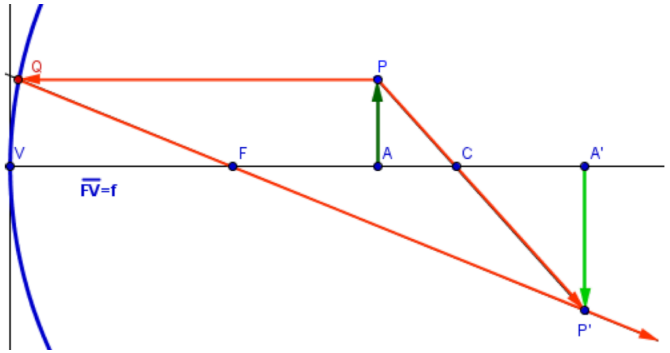
Legge dei punti coniugati

Esiste un'equazione che permette di ricavare la posizione dell'immagine di un oggetto rispetto ad uno specchio concavo. Se si indica con:

- $\overline{AV} = p$ la distanza dell'oggetto dallo specchio;
- $\overline{A'V} = q$ la distanza dell'immagine dallo specchio;
- $\overline{FV} = f$ la distanza focale;

vale la seguente relazione:

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



Tale relazione prende il nome di **legge dei punti coniugati**.

Poiché $f = \frac{r}{2}$, l'equazione può essere scritta anche come:

$$\boxed{\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{2}{r}}$$

Legge dei punti coniugati per uno specchio convesso

- La legge dei punti coniugati per uno specchio convesso può essere scritta come:

$$\boxed{\frac{1}{p}+\frac{1}{q}=-\frac{2}{r}}$$

- Il segno «−» esprime il fatto che in uno specchio convesso il fuoco è virtuale, ossia è posto dietro lo specchio. Dal punto di vista matematico, ciò equivale a dire che la coordinata del centro dello specchio rispetto al suo vertice non è data da r, ma da $-r$.

Legge dei punti coniugati per uno specchio convesso

- Dalla legge dei punti coniugati possiamo ricavare $1/q$, che risulta:

$$\boxed{\frac{1}{q} = -\left(\frac{1}{p} + \frac{2}{r}\right)}$$

- Poiché p e r sono numeri positivi, $1/q$ è negativo e lo è anche q. Ciò significa che **l'immagine, come il fuoco, è dietro lo specchio**.

- Questo risultato matematico conferma quanto ottenuto graficamente: **in uno specchio convesso l'immagine è sempre virtuale**.

Ingrandimento lineare

Chiamiamo ingrandimento lineare ***G*** un numero il cui modulo è dato dal rapporto tra l'altezza h' dell'immagine e l'altezza *h* dell'oggetto:

$$G = \frac{h'}{h}$$

Per l'ingrandimento vale la relazione:

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