



IS

science centre immaginario scientifico

scienza come gioco

il viaggio della luce



scienza come gioco

il viaggio della luce



indice

• Raggi di luce	2
• Riflessione e rifrazione	4
• La fontana luminosa	6
• La guida di luce	8
• Capelli luminosi	9
• Cosa c'è dietro l'angolo?	10
• Caleidoscopio	12
• Il miraggio dello spillo	14
• Lente ad acqua	16

parole
chiave

Ottica
Propagazione rettilinea della luce

Raggi di luce

La luce si propaga in linea retta, con piccoli accorgimenti si osservano raggi di luce bianca e colorata.

fonti: LIS e autori vari



MATERIALI

- Una torcia
- Un proiettore di diapositive
- Un puntatore laser
- Talco, gesso, bastoncini di incenso
- Cartoncino nero
- Stoffa nera
- Un righello
- Una matita
- Forbici



REPERIBILITÀ

Il puntatore laser va acquistato in un negozio di materiali elettrici o di articoli per ufficio.



PREPARAZIONE

Ritagliare nel cartoncino nero due quadrati di 10 cm di lato e fare un foro su ciascuno utilizzando la punta di una matita.



SVOLGIMENTO

Si osservano dapprima dei raggi di luce bianca e rossa. Per la luce bianca si può osservare il fascio di luce proveniente da un proiettore di diapositive, evidenziato dal pulviscolo presente nell'aria. Per la luce rossa si può usare un puntatore laser. I raggi di luce si possono evidenziare ulteriormente con della polvere di gesso o talco, ma per evitare di inalare polveri fastidiose può venir utilizzato il fumo proveniente da alcuni bastoncini di incenso.

- Mettere la torcia dietro al foro di un solo cartoncino: si vedrà che la luce passa attraverso il foro
Sistemare dietro al primo cartoncino anche il secondo: la luce si vedrà solo se i fori sono allineati, mentre sparisce se uno dei cartoncini viene spostato facendo mancare l'allineamento dei fori.
- Si possono sistemare i cartoncini su delle fessure praticate su un bastone, costruendo così un rudimentale banco ottico.



OSSERVAZIONI

I fori nei cartoncini vanno praticati con precisione, senza lasciare delle imperfezioni sui bordi, per evitare fenomeni di interferenza. Nel caso la torcia sia troppo estesa, può essere utile schermarla fissando con un elastico della stoffa nera e spessa, in cui si è praticato un forellino. Nel caso si voglia utilizzare il proiettore di diapositive anche per la seconda parte dell'esperimento, può essere utile collegare al proiettore un tubo di cartone spesso (può venir utilizzato quello su cui viene avvolta la carta da cucina) a cui legare la stoffa nella maniera già descritta.

Si può osservare comunemente la propagazione rettilinea della luce: i raggi di sole che penetrano in una stanza buia attraverso le fessure di una tapparella, i raggi di sole che passano tra le nuvole dopo un temporale, il fascio di luce dei fari antinebbia nella nebbia fitta, i raggi di sole che penetrano nella penombra del sottobosco attraverso le foglie degli alberi.

parole chiave

Ottica
Riflessione
Rifrazione

Riflessione e rifrazione

Con una vaschetta piena d'acqua, degli specchi, un po' di fumo e un puntatore laser si osservano riflessione, rifrazione, riflessione totale, fino ad arrivare alla guida di luce.

fonti: LIS e autori vari



MATERIALI

- Un puntatore laser
- Bastoncini di incenso
- Specchi piani o carta argentata
- Una vasca trasparente lunga almeno 40 cm



REPERIBILITÀ

Dei puntatori laser non molto potenti possono venir acquistati in negozi di materiali elettrici o articoli per ufficio. Laser più potenti sono reperibili sui cataloghi di materiali per il laboratorio. Gli altri materiali sono di facile reperibilità.

PREPARAZIONE

Foderare il fondo della vasca con la carta argentata e riempire la vasca d'acqua.



SVOLGIMENTO

Dopo aver fatto buio nella stanza e acceso il laser, si evidenzia il raggio con del fumo proveniente dai bastoncini d'incenso.

Si osserva la riflessione del raggio, rivolgendo il puntatore verso uno specchio e inclinando il raggio in modo che non sia perpendicolare al piano dello specchio.

La rifrazione del raggio laser viene evidenziata rivolgendo il puntatore dall'alto in direzione della superficie dell'acqua contenuta nella vaschetta (ovviamente la direzione del raggio non dovrà essere perpendicolare al piano della superficie dell'acqua): è possibile osservare sia il raggio riflesso nell'aria, che il raggio rifratto nell'acqua.

- Puntando il laser lateralmente rispetto alla vaschetta, ancora verso la superficie dell'acqua, ma questa volta dal basso verso l'alto, si osservano di nuovo i raggi riflesso e rifratto: questa volta il raggio riflesso nell'acqua, e il raggio rifratto in aria.
- Variando ora lentamente l'angolo del raggio incidente è possibile ottenere la riflessione totale, imprigionando così il raggio laser all'interno della vaschetta. Se infatti il raggio viene orientato lungo il lato più lungo della vaschetta, sarà possibile osservare delle riflessioni multiple del raggio laser tra il fondo argentato della vaschetta e la superficie dell'acqua.



OSSERVAZIONI

Per osservare chiaramente le riflessioni multiple del raggio laser nella vasca, è necessario utilizzare un laser abbastanza potente oppure si può sostituire l'acqua della vaschetta con dell'olio di semi.

parole
chiaveOttica
Rifrazione
Riflessione
Riflessione totale

La fontana luminosa

La luce di un laser resta imprigionata in uno zampillo d'acqua: una semplice analogia per le guide di luce.

fonti: R. Ehrlich,
Turning the world inside out,
Princeton University Press



MATERIALI

- Una bottiglia di plastica da 1,5 litri
- Un diodo laser
- Una batteria di voltaggio appropriato al diodo utilizzato
- Una vaschetta trasparente
- Cavetti di collegamento
- Nastro isolante



REPERIBILITÀ

Il diodo laser è reperibile su cataloghi di materiali per laboratorio. In alternativa si può usare un puntatore laser, ricordando però che l'effetto risulterà meno visibile a causa della ridotta potenza del laser. Gli altri oggetti sono di facile reperibilità.



PREPARAZIONE

Praticare un foro laterale (con diametro di alcuni millimetri) nella bottiglia utilizzando un punteruolo o un chiodo incandescenti, o semplicemente con la punta di un paio di forbici. Tenendo tappato il foro con un dito, o con un pezzo di nastro isolante, riempire quasi completamente la bottiglia d'acqua e riavvitare il tappo. Fissare il laser col nastro adesivo in posizione diametralmente opposta al foro: accendendo il laser verificare che il raggio luminoso attraversi la bottiglia ed esca attraverso il foro. Tenendo tappato il foro con un dito, o con un pezzo di nastro isolante, riempire quasi completamente la bottiglia d'acqua e riavvitare il tappo della bottiglia.



SVOLGIMENTO

Mettere la bottiglia sul bordo di un tavolo e sistemare la vaschetta un po' più in basso a fianco del tavolo, in modo che l'acqua che zampillerà dal foro venga raccolta nella vaschetta. Stappare il foro laterale della bottiglia: dovrebbero uscire solo poche gocce d'acqua.

Abbassare la luce della stanza e accendere il laser. Osservando la parete della stanza di fronte alla bottiglia, o con l'aiuto di uno schermo, verificare che il raggio procede rettilineo.

Svitare il tappo della bottiglia: l'acqua comincia a zampillare, portando con se la luce laser, e illuminando non più la parete della stanza, ma la vaschetta sottostante e lo zampillo d'acqua.



OSSERVAZIONI

Per una buona riuscita dell'esperienza è importante che il foro sulla bottiglia sia abbastanza regolare e senza sbavature, la vaschetta va inoltre posta non troppo in basso rispetto al piano su cui si trova la bottiglia. Può essere utile accompagnare questa esperienza agli esperimenti: "La guida di luce" e "Capelli luminosi".

parole
chiave

Ottica
Riflessione
Rifrazione
Riflessione totale

La guida di luce

La luce resta imprigionata all'interno di una guida di luce.

fonti: LIS e autori vari



MATERIALI

- Un laser
- Una lampadina a torcia o mini Maglite
- Una guida in plexiglass



REPERIBILITÀ

Il laser è reperibile nei cataloghi di materiali per laboratorio, ma può venir sostituito con un puntatore laser reperibile comunemente in negozi di gadgets e giocattoli.

La mini Maglite può venir acquistata in negozi di articoli sportivi o da campeggio.

La guida può venir realizzata facendo piegare opportunamente un tubo di plexiglass, in modo da rendere evidente che la luce entra nel tubo seguendo una direzione ed esce dall'altra estremità con un'altra direzione.



SVOLGIMENTO

Una volta abbassate le luci della stanza, a un'estremità del tubo va avvicinato prima il laser e poi la torcia di luce bianca: in entrambi i casi l'altra estremità del tubo si illumina.



OSSERVAZIONI

Può essere utile accompagnare questa esperienza agli esperimenti: "La fontana luminosa" e "Capelli luminosi" per un percorso su guide di luce e fibre ottiche.

parole
chiaveOttica
Riflessione
Rifrazione
Riflessione totale

Capelli luminosi

Viene costruito un semplice giocattolo che sfrutta le proprietà delle fibre ottiche.

fonti: LIS e autori vari



MATERIALI

- Un diodo laser
- Una batteria di voltaggio appropriato al diodo utilizzato
- Cavetti di collegamento
- Fibre ottiche
- Ovetto di plastica apribili o scatoline di plastica o cartone
- Nastro adesivo isolante



REPERIBILITÀ

Le scatoline di plastica o cartone si trovano in cartoleria. Gli altri materiali si possono reperire nei cataloghi di materiali per laboratorio.



SVOLGIMENTO

Tagliare le fibre ottiche in pezzi lunghi circa 15 cm. Legarle a un'estremità in modo da ottenere un ciuffo di fibre. Fare attenzione a non coprire col nastro

l'estremità delle singole fibre. Praticare ai due estremi dell'ovetto due fori: attraverso uno verrà fatta passare l'estremità fasciata col nastro adesivo del ciuffo di fibre, attraverso l'altro foro passeranno i cavi di alimentazione del diodo laser. Nel caso di scatoline con base piana, il ciuffo di fibre sarà fatto uscire da un foro al centro del coperchio e i cavi di alimentazione da un foro praticato di lato in basso. Fissare con del nastro adesivo il diodo laser all'estremità del ciuffo, in modo che la luce proveniente dal laser passi direttamente nelle fibre. Richiudere l'ovetto e accendere il diodo laser.



OSSERVAZIONI

Può essere utile accompagnare questa esperienza agli esperimenti: "La fontana luminosa" e "La guida di luce" per un percorso su guide di luce e fibre ottiche.

parole
chiaveOttica
Riflessione

Cosa c'è dietro l'angolo?

Con materiali semplici e di comune reperibilità è possibile costruire un periscopio.

fonti: LIS e autori vari



MATERIALI

- Un cartone del latte vuoto (del tipo a sezione quadrata) oppure un foglio di cartoncino rigido
- Due specchi piani rettangolari di dimensioni 10 x 5 cm
- Una penna
- Uno squadretto
- Forbici



REPERIBILITÀ

Gli specchi si possono acquistare presso un vetraio, nei negozi per il fai-da-te o nelle drogherie.

PREPARAZIONE

Costruire con il cartoncino un parallelepipedo di lato 10 cm e di lunghezza 50-70 cm.

Disegnare due linee diagonali su una faccia del cartone vuoto o del parallelepipedo in modo che risultino parallele tra loro e inclinate di 45° rispetto alla normale (aiutarsi con lo squadretto). La distanza tra le due deve essere di circa 15 - 20 cm.

Incidere una fessura lungo ciascuna delle due linee.

Girare il cartone, disegnare due righe diagonali alla stessa altezza delle precedenti già incise e tagliare anche qui le fessure.

Introdurre gli specchi nelle fessure in modo che quello inferiore abbia la superficie riflettente rivolta verso l'alto e quello superiore abbia la superficie riflettente rivolta verso il basso.

Disegnare un quadrato abbastanza largo davanti allo specchio superiore e ritagiarlo.

Con una matita praticare un forellino sul retro del cartone, all'altezza dello specchio inferiore. Il periscopio è pronto.



OSSERVAZIONI

- Il periscopio delle navi si basa sul principio della riflessione.

Gli specchi si possono utilizzare per alcune esperienze divertenti:

- Scrivere il proprio nome guardando esclusivamente in uno specchio piano, posto verticalmente su un piano ortogonale rispetto al foglio;
- Scrivere una parola su un foglio sotto il quale è stato steso un foglio di carta copiativa, col lato copiativo rivolto verso l'alto: per leggere la parola si dovrà guardarla mediante uno specchio;
- Leggere l'ora guardando esclusivamente l'immagine riflessa in uno specchio;
- Specchiarsi in un cucchiaio: uno specchio curvo dà un'immagine deformata, come al luna park.



SVOLGIMENTO

Guardando attraverso il forellino sarà possibile osservare oggetti che a occhio nudo non sono visibili perché nascosti da un ostacolo ingombrante oppure perché posti dietro... l'angolo!

parole
chiaveOttica
Riflessione

Caleidoscopio

Riflessi su una serie di specchi, dei semplici disegni danno origine ad immagini simmetriche e suggestive.

fonti: G. Maviglia,
La scienza in altalena,
1999, Trieste,
Editoriale Scienza



MATERIALI

- Due fogli di cartone (20 x 20 cm)
- Due cerchi di cartone (monostrato) di diametro pari a 15 cm
- Un tratto di filo di ferro lungo circa 80-90 cm
- Un rettangolo di cartone (assolutamente doppio strato) di 21 x 15 cm
- Un rettangolo di carta adesiva riflettente di 21 x 15 cm
- Un tassello di legno di diametro di 5-6 mm
- Un taglierino
- Pongo
- Matite colorate o pennarelli
- Forbici
- Righello
- Nastro adesivo



REPERIBILITÀ

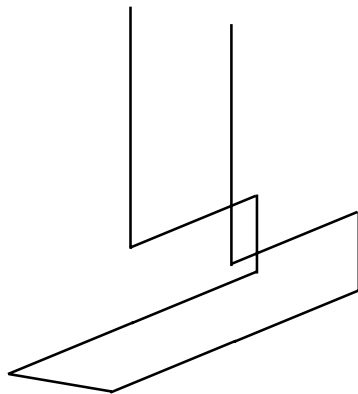
I materiali sono acquistabili in cartoleria o nei negozi per il fai da te. La carta adesiva riflettente è acquistabile in cartoleria o in negozi di materiali plastici o adesivi.



PREPARAZIONE

Praticare un foro al centro di uno dei due quadrati e al centro di un disco di cartone. I due fogli quadrati di cartone di 20 x 20 cm vanno attaccati insieme con del nastro adesivo per formare la base del caleidoscopio.

Disegnare con colori diversi vari soggetti (geometrici, o altro) sull'altro disco di cartone. Incollare fra loro i due dischi, in modo che la decorazione sia rivolta all'esterno. Dividere il lato lungo del cartone di forma rettangolare (15 x 21 cm) in tre parti uguali di 7 cm e tracciare delle linee in modo da ottenere tre strisce di base 7 cm e altezza 15 cm. Incidere leggermente le linee segnate in modo da poter piegare il cartone e formare un prisma retto a base triangolare. Ritagliare dalla carta a specchio tre strisce di uguale altezza (15 cm) e di larghezza pari a 6,5 cm (una volta piegato il cartone, la superficie da ricoprire con la carta a specchio diventa di circa 15 x 6,5 cm). Le tre strisce vengono incollate sulle superfici interne del prisma, che viene poi richiuso con del nastro adesivo.



Sagomare il filo di ferro opportunamente (vedi figura), infilare le due estremità nei fori (dovuti alla parte ondulata del cartone) del cartone ondulato, in modo da sostenere gli spigoli di una delle tre facce laterali del prisma.

Infilare l'asola a profilo rettangolare fra i due quadrati di cartone che costituiscono la base, facendo attenzione che il quadrato forato sia in alto. Il prisma deve rimanere sollevato al centro del piano di cartone.

Inserire il tassello nel foro del quadrato di base e saldarlo con un po' di pongo. A questo punto si può appoggiare la coppia di dischi sulla punta del tassello, con il foro rivolto verso il basso.



SVOLGIMENTO

È sufficiente guardare dentro il prisma e girare contemporaneamente il disco colorato per ammirare figure geometriche particolari e in movimento. Ovviamente il disco deve risultare ben illuminato per consentire alla luce di riflettersi sulla superficie interna del caleidoscopio.



OSSERVAZIONI

- Il funzionamento del caleidoscopio è dovuto alle riflessioni multiple sugli specchi interni dei disegni dipinti sul disco di fondo; al diminuire dell'angolo aumenta il numero di riflessioni: quando l'angolo tra due specchi è 0° (corrispondente alla situazione di due specchi paralleli affacciati) il numero di riflessioni tende all'infinito. Con tre specchi disposti a 60° c'è una maggiore simmetria e si ottiene un gran numero di riflessioni.

- Si trovano in commercio caleidoscopi di precisione con i quali si possono ottenere fotografie delle immagini caleidoscopiche. Questi apparecchi servono per ricercare motivi ornamentali per la realizzazione di tessuti, tappezzerie ecc.

parole
chiaveOttica
Riflessione totale

Il miraggio dello spillo

Un semplice esperimento consente di osservare la riflessione totale dei raggi di luce che passano da un mezzo trasparente otticamente più denso ad uno meno denso. Si tratta di quanto si verifica quando si assiste a fenomeni come il miraggio e la Fata Morgana.

fonti: Ghersi e Valerio,
1300 Giochi di Scienza Dilettevole,
Milano, Ulrico Hoepli



PREPARAZIONE

Tagliare dal tappo un disco di circa mezzo cm di spessore e fissare lo spillo al centro del disco in posizione verticale. Mettere il turacciolo nel bicchiere con acqua, in modo che lo spillo sia rivolto verso il basso.



SVOLGIMENTO

Se si guarda il tutto dall'alto si vede lo spillo immerso nell'acqua; se invece si osserva dal basso (per esempio tenendo gli occhi all'altezza del piano del tavolo sul quale è appoggiato il bicchiere), si vede un'immagine dello spillo al di sopra del turacciolo come in uno specchio.



MATERIALI

- Un tappo di sughero
- Uno spillo
- Un bicchiere trasparente oppure un barattolo di marmellata vuoto
- Un coltello o un taglierino
- Acqua



REPERIBILITÀ

I materiali sono di facile reperibilità.



OSSERVAZIONI

Miraggio e Fata Morgana sono fenomeni legati alla riflessione totale. Gli strati d'aria più vicini alla strada, riscaldandosi, hanno minore densità; i raggi di luce che li attraversano vengono deviati, talvolta tanto che possono superare l'angolo limite e produrre il fenomeno della riflessione totale. In questo modo oltre a vedere direttamente l'oggetto, se ne vede la sua immagine capovolta, molto simile a quella che si formerebbe su uno specchio.

parole
chiave

Ottica
Rifrazione
Indice di rifrazione
Lente convergente

Lente ad acqua

Con la costruzione di semplici lenti si esaminano alcune caratteristiche della rifrazione, e l'importanza dell'indice di rifrazione nei vari materiali.

fonti: LIS e autori vari



MATERIALI

- Due vasi di vetro trasparente (per esempio vasi per la marmellata)
- Due vasetti piccoli di vetro trasparente (per esempio vasetti per lo yoghurt)
- Un bicchiere cilindrico di vetro sottile
- Un rotolo di pellicola trasparente da cucina
- Due elastici di diametro sufficiente ad avvolgere il collo dei vasi più grandi
- Alcuni piccoli oggetti (bottoni, puntine, biglietti con delle scritte colorate)
- Acqua
- Glicerina
- Due biglie di vetro trasparente di circa un centimetro di diametro
- Un proiettore di diapositive
- Una diapositiva annerita
- Un taglierino
- Un foglio di cartone nero opaco



REPERIBILITÀ

La glicerina è acquistabile nelle drogherie, gli altri materiali sono di facile reperibilità.



PREPARAZIONE

Con il taglierino effettuare tre o quattro tagli paralleli nella diapositiva annerita, in modo da ottenere, una volta inserita la diapositiva nel proiettore, delle fenditure verticali.



SVOLGIMENTO

- Disporre sul fondo dei vasi più grandi alcuni oggetti colorati. Sarebbe opportuno disporre di alcune coppie di oggetti identici, da inserire uno per vaso. Ritagliare due quadrati di pellicola trasparente e utilizzarli per chiudere i due vasi. Allentare leggermente la pellicola sui bordi dei barattoli in modo da ottenere delle piccole conche rientranti nei vasi. Fissare a questo punto la pellicola con gli elastici. Versare in una delle due cavità ricavate nella pellicola un po' d'acqua e nell'altra un po' di glicerina. Si sono ricavate così due lenti convergenti (più sottili a bordi che al centro). Osservare gli oggetti sul fondo dei vasi attraverso lo strato di acqua o glicerina: appariranno ingranditi.
- Riempire uno dei vasetti più piccoli d'acqua, e l'altro di glicerina. Infilare una biglia in ciascun vasetto e osservare di lato la biglia immersa nel liquido trasparente: appare uguale nei due casi?

Accendere il proiettore e inserire la diapositiva precedentemente preparata. Disporre orizzontalmente sul tavolo il cartone nero e regolare i piedini del proiettore in modo da osservare chiaramente sul cartone i raggi di luce provenienti dall'obiettivo. Regolare il sistema di focalizzazione del proiettore in modo da ottenere un fascio di raggi di luce il meno divergente possibile.

Riempire d'acqua il bicchiere di vetro, asciugarlo esternamente e disporlo in posizione tale da intercettare il fascio di raggi. I raggi che attraversano il bicchiere convergono in un punto. Ripetere la stessa esperienza con la glicerina.



OSSERVAZIONI

Si possono citare i vari tipi di lenti normalmente utilizzate per correggere la vista. Può essere utile far seguire alla presente esperienza una discussione sul funzionamento dell'occhio umano.