



**IS**

science centre immaginario scientifico

scienza come gioco  
**luce e colori**



# scienza come gioco

# luce e colori



## indice

---

• Raggi di luce	2
• Cosa c'è dietro l'angolo?	4
• Caleidoscopio	6
• Il miraggio dello spillo	8
• Lente ad acqua	10
• L'arcobaleno in una goccia	12
• Arcobaleni che passione!	14
• Sintesi additiva dei colori	16
• Sintesi sottrattiva dei colori	18
• Filtri polarizzatori	21

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

# 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!

# 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

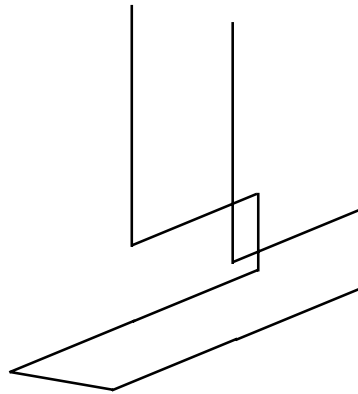
I materiali sono acquistabili in cartoleria o nei negozi per il fai da te. La carta adesiva riflettente è acquistabile in cartoleria o in negozi di materiali plastici o adesivi.



## 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  $0^\circ$  (corrispondente alla situazione di due specchi paralleli affacciati) il numero di riflessioni tende all'infinito. Con tre specchi disposti a  $60^\circ$  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 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.



Ottica  
Riflessione  
Rifrazione  
Scomposizione dello spettro della luce bianca

# L'arcobaleno in una goccia

L'esperimento propone un'analogia con la formazione dell'arcobaleno dovuta alle gocce d'acqua: si evidenzia il legame tra la geometria del recipiente e la forma arcuata dello spettro ottenuto.

fonti: LIS e autori vari



## MATERIALI

- Una boccia di vetro con corpo sferico e collo sottile (con diametro di circa 15 cm)
- Un sostegno per la boccia di vetro (base, asta, braccio con morsetti vari)
- Un proiettore di diapositive
- Un tubo di cartone di un rotolo di carta da cucina
- Un sostegno per il tubo di cartone
- Uno schermo bianco abbastanza grande (un quadrato di circa un metro di lato)
- Acqua



## REPERIBILITÀ

La boccia di vetro i morsetti e i supporti sono facilmente reperibili su cataloghi di materiali per laboratorio, lo schermo può venir costruito incollando un foglio di cartoncino bianco su una tavoletta di compensato, gli altri materiali sono di facile reperibilità.

## PREPARAZIONE

Fissare lo schermo su delle morse in modo che resti verticale. Riempire d'acqua la boccia e fissarne il collo con delle morse a un'asta montata su un basamento in modo da mantenere la boccia verticale e stabile anche quando non è sorretta manualmente. Sistemare il tubo di cartone adattandone un'estremità all'uscita del fascio di luce del proiettore e sorreggendo l'altra estremità con un sostegno, in modo da mantenere il tubo orizzontale e ottenere un fascio di luce bianca con poche dispersioni. Può essere utile dirigere il fascio del proiettore in direzione di una parete della stanza, in modo da poterlo controllare meglio osservando la proiezione del fascio sul muro. Allineare la boccia col fascio di luce regolandone la distanza dalla bocca del tubo di cartone in modo che la sua ombra sul muro copra quasi completamente la proiezione del fascio luminoso. Sistemare lo schermo lateralmente rispetto al fascio di luce ad almeno un metro di distanza dal fascio del proiettore, a metà strada tra boccia e proiettore.



### SVOLGIMENTO

Spegnere le luci della stanza, spostare lentamente la boccia in direzione perpendicolare rispetto a quella del cono di luce bianca, fino a osservare sullo schermo retrostante la comparsa dell'arcobaleno.

Variando con un po' di attenzione la posizione della boccia è possibile osservare accanto all'arcobaleno principale l'arco secondario che presenta l'ordine dei colori invertito.



### OSSERVAZIONI

L'arcobaleno è facilmente osservabile quando il sole illumina gli spruzzi di una fontana o di una pompa d'acqua.

È possibile realizzare un vero e proprio arcobaleno in casa illuminando con una torcia piccola e potente (l'ideale è una mini Maglite, reperibile facilmente in negozi di articoli sportivi) delle microsferi di vetro. Le microsferi sono utilizzate nelle segnalazioni stradali: si possono trovare presso ditte specializzate in questo settore. In caso non fosse possibile procurarsi le microsferi, si possono sostituire con dei pezzi di nastro adesivo rifrangente o di stoffa rifrangente utilizzata per decorazioni di zaini, abbigliamento sportivo o scarpe da tennis.

parole  
chiave

Ottica  
Riflessione  
Rifrazione  
Scomposizione dello spettro della luce bianca

# Arcobaleni che passione!

Si esaminano modi differenti per ottenere la scomposizione dello spettro della luce bianca.

fonti: LIS e autori vari



## MATERIALI

- Una torcia elettrica dalla luce piuttosto intensa
- Un proiettore di diapositive
- Una diapositiva nera in cui si sia aperto un piccolo foro (diametro di circa 3 mm)
- Un compact disk
- Uno specchio
- Una bacinella trasparente riempita d'acqua a metà
- Alcuni fogli bianchi (formato A4)
- Una piuma abbastanza grande
- Reticoli di diffrazione o occhiali a reticolo di diffrazione
- Un prisma di vetro o plexiglass
- Un pezzetto di plastilina



## REPERIBILITÀ

Gli occhiali a reticolo di diffrazione e il prisma sono acquistabili presso negozi di giocattoli scientifici, oppure sono reperibili su cataloghi di materiali didattici.  
Gli altri materiali sono di facile reperibilità.



## PREPARAZIONE

Sistemare lo specchio leggermente inclinato immerso nella vaschetta (mantenendo la parte riflettente verso l'alto) e fissarlo con un po' di plastilina.



## SVOLGIMENTO

Puntare la torcia in direzione dello specchio in modo che la luce che vi incide abbia attraversato l'acqua. Ponendo il foglio bianco di fronte cercare di intercettare l'arcobaleno.

Puntare la torcia sul compact disk in modo che la luce giunga alla superficie leggermente inclinata e osservare lo spettro colorato sulla superficie stessa del compact disk.

- Osservare una sorgente luminosa (la torcia elettrica oppure la lampada che illumina l'ambiente in cui ci si trova) attraverso il prisma, tenendolo in modo che una delle facce triangolari sia rivolta verso il basso.  
Osservare la stessa sorgente luminosa attraverso il reticolo di diffrazione (nel caso si abbiano gli occhiali a reticolo, indossarli).  
Osservare una luce piuttosto intensa (attenzione, non la luce solare!) attraverso la piuma che svolge il ruolo di un reticolo di diffrazione (come gli occhiali a diffrazione del punto precedente).
- Accendere il proiettore di diapositive, inserire la diapositiva forata e regolare l'obiettivo in modo da ottenere un fascio di luce meno divergente possibile.  
Reggendolo in mano, porre il prisma davanti al fascio, in modo da ottenere uno spettro colorato sul muro (attaccare eventualmente un foglio bianco sul muro, per osservare meglio lo spettro).  
Chiedere a un allievo di sedersi vicino al muro, rivolto in direzione del proiettore e a una distanza non inferiore a 2 m, in modo che lo spettro colorato si formi sul suo viso. Spostare il prisma in modo da far cadere sui suoi occhi una sola fascia colorata dello spettro alla volta e chiedere all'allievo che colore vede nei vari casi.



### OSSERVAZIONI

Tutti gli esperimenti presentati riescono molto bene con la luce solare (si raccomanda tuttavia di non utilizzare la luce solare per gli esperimenti di osservazione diretta della sorgente luminosa attraverso i reticoli o i prismi), altrimenti è necessario utilizzare delle sorgenti di luce bianca abbastanza potenti (non più di 300 Watt).

L'argomento può venir approfondito realizzando l'esperimento presentato nella scheda "L'arcobaleno in una goccia".

parole  
chiaveLuce  
Colore  
Sintesi additiva dei colori  
Colori fondamentali

# Sintesi additiva dei colori

Il colore di un oggetto illuminato dipende sia dalla composizione della luce che lo illumina, sia dalle frequenze che l'oggetto diffonde, trasmette o assorbe. È possibile ottenere un qualsiasi colore servendosi di tre soli colori adeguatamente variati in intensità (per convenzione si usano rosso, verde e blu, perché sono assorbiti dai fotorecettori).

Il fenomeno viene esaminato giocando con delle luci colorate e con le ombre che queste producono su uno schermo.

fonti: LIS e autori vari



## REPERIBILITÀ

I filtri colorati sono acquistabili presso negozi di attrezzature fotografiche, oppure possono venir sostituiti con fogli di cellophane colorato o fogli di acetato colorati (i filtri garantiranno una luce più pura).



## MATERIALI

- Tre torce uguali che emettano una luce bianca piuttosto intensa, possibilmente dotate di una lente che contorni il fascio
- Filtri colorati (rosso, verde, blu)
- Cartoncini colorati (rosso, verde, blu, giallo, ciano, magenta)
- Forbici
- Nastro adesivo



## PREPARAZIONE

Porre davanti a ogni torcia un filtro colorato diverso (fissarlo eventualmente con del nastro adesivo), in modo da avere tre luci colorate: una rossa, una verde ed una blu. Collimare il fascio in modo da ottenere un cerchio di luce con i margini ben definiti. Oscurare l'ambiente.



### SVOLGIMENTO

- Affidare le tre torce ad altrettanti allievi, farle accendere e chiedere loro di rivolgerle verso la stessa parete bianca.
- Osservare prima l'ombra colorata gettata sulla parete da ciascuna torcia singolarmente, e sovrapporre poi i fasci in modo da illuminare la parete di luce bianca.
- Frapporre tra le torce e la parete un oggetto (o semplicemente una mano) in modo da osservare i colori delle ombre sulla parete. Spegnerne di volta in volta una o due torce in modo da esaminare il numero e i colori delle ombre prodotte.
- Illuminare la parete con due sole luci colorate alla volta: dai tre colori fondamentali per la sintesi additiva (rosso, verde e blu) si possono ottenere i tre colori fondamentali per la sintesi sottrattiva (ciano, giallo e magenta).
- Illuminare i cartoncini colorati con una, due o tre luci colorate, in tutte le combinazioni possibili: a seconda della luce incidente, cambierà il colore dei cartoncini.



### OSSERVAZIONI

Si può discutere l'utilizzo di luci colorate a teatro, al cinema, nella fotografia. Analogamente si possono citare alcuni oggetti di uso comune il cui funzionamento è legato ai fenomeni osservati (televisori, monitor). In tal caso è interessante osservare con una lente d'ingrandimento lo schermo di un televisore acceso, in modo da poter individuare i tre puntini colorati (rosso, verde e blu) che compongono le immagini (tricromia).

Con gli allievi più grandi si possono citare i sistemi di composizione dei colori della tavolozza di un qualunque programma di grafica al computer, e l'utilizzo dei tre colori primari sottrattivi (ciano, giallo, magenta) negli inchiostri per le stampanti a colori.

Si può far notare inoltre che noi siamo in grado di vedere una certa gamma di colori, non tutti sono però riproducibili su uno schermo o su un monitor, oppure ancora sono riproducibili a stampa.

La tecnica pittorica divisionista sfrutta la sintesi additiva dei colori: la percezione del colore deriva di tanti piccoli tratti di colori diversi che sommati danno la sensazione del colore voluto.

parole  
chiave

Luce  
 Colore  
 Sintesi sottrattiva dei colori  
 Colori fondamentali

# Sintesi sottrattiva dei colori

Il colore di un oggetto illuminato dipende sia dalla composizione della luce che lo illumina, sia dalle frequenze che l'oggetto riflette, trasmette o assorbe.

È possibile ottenere un qualsiasi colore servendosi di tre soli colori (colori fondamentali) adeguatamente variati in intensità (per convenzione si usano rosso, verde e blu, perché sono assorbiti dai fotorecettori).

Il fenomeno viene esaminato filtrando la luce bianca attraverso dei fogli colorati trasparenti.



## MATERIALI

- Un foglio di acetato trasparente di formato A4
- Tre fogli adesivi trasparenti (retini da disegno tecnico) colorati (ciano, giallo e magenta) di formato A4
- Una lavagna luminosa



## REPERIBILITÀ

I fogli adesivi trasparenti sono acquistabili in cartoleria, oppure possono venir sostituiti con fogli di cellophane colorato o fogli di acetato colorati per lavagna luminosa.

fonti: LIS e autori vari



## PREPARAZIONE

Ritagliare i tre fogli colorati a striscioline (18 x 3cm), e incollarle sul foglio trasparente utilizzando il seguente criterio:

- incollare su uno dei lati corti del foglio trasparente una striscia magenta;
- incollare la striscia ciano perpendicolarmente alla striscia magenta in modo da ottenere un quadrato blu (3 x 3 cm) a un'estremità della striscia magenta (per esempio stendendo verticalmente sul tavolo il foglio di acetato trasparente, la striscia magenta sarà in alto e la striscia ciano coprirà il lato lungo sulla sinistra). Sarà facile controllare i colori delle singole caselle lavorando su un tavolo bianco o appoggiando il foglio di acetato su un foglio bianco;

- aggiungere sotto la striscia magenta una striscia ciano in modo che sotto il quadrato blu ci sia un quadrato ciano più intenso (dovuto alla sovrapposizione di due strisce ciano). Proseguire aggiungendo, sotto la striscia ciano, una striscia gialla (sulla sinistra il quadrato sarà verde), lasciare quindi una striscia larga 3 cm libera e stendere un'ultima striscia orizzontale ancora gialla;

- stendere le strisce verticali facendo attenzione che l'estremità superiore copra completamente la striscia orizzontale magenta in alto: accanto alla striscia ciano su cui si sono formati i vari quadrati colorati, stendere una striscia magenta, proseguire con una striscia gialla, una ciano, una magenta. L'ultima striscia verrà lasciata libera, in modo da vedere quali colori son stati utilizzati per le strisce orizzontali;

- stendere sulle prime due strisce verticali sulla sinistra, altre due strisce dello stesso colore (la prima a sinistra ciano, la seconda magenta).

Sull'ultima striscia orizzontale in basso (gialla) aggiungere una seconda striscia gialla.

Si è ottenuto così una scacchiera rettangolare (15 x 18 cm) composta da tante caselle colorate.



## SVOLGIMENTO

Accendere la lavagna luminosa, appoggiare sul ripiano la scacchiera colorata, proiettare e mettere a fuoco l'immagine su una parete bianca o su di uno schermo.

Sullo schermo giunge la luce bianca proveniente dalla lavagna luminosa, cui sono stati tolte di volta in volta alcune bande di frequenze diverse: nel nostro caso da uno a tre colori primari sottrattivi.

Dove ci sono le sovrapposizioni di due o più caselle dello stesso colore la casella assume una colorazione (ciano, giallo o magenta) più intensa e definita. Si noti che l'ultima striscia verticale a destra, e la quarta striscia orizzontale a partire dall'alto consentono di ricostruire quali sono i colori che ricoprono ogni casella della scacchiera.



### OSSERVAZIONI

Si noti che i fogli adesivi colorati non costituiscono dei filtri ideali: può capitare infatti che dalla sovrapposizione di magenta e ciano non si ottenga il blu che ci si dovrebbe attendere ma un colore simile al viola, in questo caso si possono ottenere dei filtri migliori sovrapponendo due o più strati dello stesso colore (si ottiene un risultato più definito con filtri fotografici).

Un esempio di sintesi sottrattiva dei colori deriva dalle tecniche di pittura ad olio o ad acquerello. Il colore si ottiene dalla sovrapposizione di più strati semi trasparenti di colore. La luce bianca che li attraversa, arriva sulla tela bianca sottostante e riattraversa gli strati, viene quindi privata di varie frequenze, assumendo alla fine il tono desiderato.

Sovrapponendo tutti i colori primari sottrattivi non resta alcun colore, si ha quindi la percezione del nero. Per questo motivo nelle tavolozze di colori è sempre presente il bianco, poiché non è ottenibile miscelando gli altri colori.

Per verificarlo si possono dipingere con dei pennarelli colorati delle strisce di carta assorbente, le strisce vanno successivamente immerse verticalmente in acqua, in modo che il livello dell'acqua resti leggermente al di sotto della macchia. L'acqua risalendo lungo la strisciolina trascina anche i diversi inchiostri colorati che compongono i colori, facendoli salire ad altezze diverse. Con gli allievi più grandi si possono citare i sistemi di composizione dei colori della tavolozza di un qualunque programma di grafica al computer, e l'utilizzo dei tre colori primari sottrattivi (ciano, giallo e magenta) negli inchiostri per le stampanti a colori.

parole  
chiave

Luce  
Luce polarizzata  
Colore  
Riflessione  
Onde elettromagnetiche

## Filtri polarizzatori

Mediante l'uso di filtri polarizzatori viene indagata una proprietà meno nota della luce.

fonti: LIS e autori vari



### MATERIALI

- Tre filtri polarizzatori tagliati in fogli di formato A3
- Una lavagna luminosa
- Un foglio di acetato trasparente per lavagna luminosa
- Nastro adesivo trasparente
- Uno schermo a cristalli liquidi (un display di orologio digitale o di una calcolatrice)
- Cartone spesso o fogli di compensato
- Una lastra rettangolare di plexiglass (40x60 cm) spessa circa 5 mm



### REPERIBILITÀ

I filtri polarizzatori sono acquistabili tramite cataloghi di materiali didattici, o di ottica, si possono utilizzare anche semplicemente alcune paia di occhiali polaroid.



### PREPARAZIONE

- Incollare dei pezzi di nastro adesivo sul foglio di acetato, in modo da ottenere degli strati di nastro di spessore variabile. Se possibile cercare di tracciare un'immagine riconoscibile (una casa, un albero, un paesaggio).
- Costruire con il cartone o con il compensato delle cornici su cui montare i tre filtri polarizzatori.



### SVOLGIMENTO

Chiedere a due allievi di disporsi a qualche metro di distanza uno di fronte all'altro, reggendo ciascuno davanti al viso un filtro polarizzatore. I volti devono risultare entrambi ben illuminati, si raccomanda quindi di predisporre adeguatamente l'illuminazione del locale e di non far avvicinare troppo i volti ai filtri.

Sempre reggendo davanti al volto i filtri, farne ruotare uno finché il volto dell'altro allievo non scompaia alla vista del primo.

La direzione di polarizzazione della luce che esce dal primo filtro è ruotata, infatti, di  $90^\circ$  rispetto alla direzione di polarizzazione del secondo filtro.

A questo punto inserire il terzo filtro tra i due filtri e ruotarlo lentamente: a seconda dell'inclinazione del terzo filtro il volto del secondo allievo sparirà o ricomparirà alla vista dell'osservatore.

- Porre su un tavolo (possibilmente bianco, o coperto da un foglio di carta bianca) un oggetto. Chiedere a un allievo di porsi dietro al tavolo con la lastra di plexiglass in mano, inclinata di circa  $45^\circ$  rispetto alla direzione del tavolo. Verificare che l'oggetto che giace sul tavolo si rifletta chiaramente sulla lastra.

Osservare attraverso un filtro polarizzatore, da qualche metro di distanza, la lastra. La linea di visione deve essere parallela al piano del tavolo. Ruotando lentamente il filtro si vede sparire l'immagine riflessa dell'oggetto sul tavolo, lasciando trasparire chiaramente il corpo dello studente che regge la lastra di plexiglass (un maglione dai colori brillanti rende ancora più evidente il fenomeno). La luce riflessa è polarizzata.

- Osservare uno schermo a cristalli liquidi attraverso un filtro polarizzatore: ruotando il filtro, lo

schermo non sarà più visibile, evidenziando pertanto che la luce proveniente dallo schermo è polarizzata.

Inserire il foglio di acetato, precedentemente preparato, tra due filtri polarizzatori e disporre il tutto sul piano di una lavagna luminosa.

Accesa la lavagna, sullo schermo (o su una parete bianca) si osserva un'immagine colorata.

Ruotando uno dei filtri polarizzatori si vedono variare i colori dell'immagine. I diversi spessori fanno ruotare la direzione di polarizzazione della luce ad angoli diversi a seconda del loro colore.



### OSSERVAZIONI

Si possono elencare alcuni oggetti di uso comune in cui vengano utilizzati dei filtri polarizzatori. Nel caso degli occhiali polaroid, per esempio, è opportuno ricordare che viene sfruttato proprio il fenomeno osservato nel secondo esperimento: filtrano cioè parte della luce riflessa. Questo tipo di occhiali da sole risulta, pertanto, molto adatto a una giornata sulla neve o nel corso di una gita in barca.