

SCHEMA 11. L'arcobaleno in un bicchiere

Finalità		<p>Si sfrutta la rifrazione della luce in un bicchiere d'acqua per produrre un piccolo arcobaleno.</p> <p>Si usano i concetti acquisiti nelle schede precedenti riguardanti rifrazione, riflessione.</p> <p>Si verifica/deduce la dipendenza dell'indice di rifrazione dalla lunghezza d'onda (colore) della radiazione.</p>			
Adatto a tutte le classi?	Realizzabile dagli studenti?	Compito a casa?	N. Minimo persone	Dimostrativo ? (tempo, h)	Quantitativo ? (tempo, h)
Si	Si	Si	2	15'	- [1]
Strumentazione/materiale		<ul style="list-style-type: none"> • Bicchiere di plastica trasparente pieno d'acqua • Lampada intensa [2] • Cartoncini chiari possibilmente con supporti • carta stagnola • banco di lavoro • spilli • riga, goniometro 			
Supporti informatici suggeriti		<ul style="list-style-type: none"> • Computer con software di visualizzazione delle foto per la misura degli angoli dalle immagini. • Eventualmente un software per la misura di angoli [3]. • Foglio elettronico (Excel - MS o Calc -Oo, o equivalente) per il trattamento dei dati e i grafici. 			
Note		<p>1. Si può usare Geogebra per una simulazione. Ciò richiede competenze specifiche e una lezione dedicata.</p> <p>2. Si può usare una lampada alogena o una lampada a led di nuove generazione molto intensa. E' necessario che la sorgente sia il più possibile bianca per apprezzare i colori dello spettro.</p> <p>- Sul sito http://www.lorenzoroi.net/dispenseFisica.html#arcobaleno L. Roi presenta un articolo molto dettagliato sul fenomeno dell'arcobaleno. Sono forniti anche i sorgenti Geogebra per effettuare simulazioni animate del fenomeno.</p> <p>- In modo più semplice (in inglese) è descritto sul sito: hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/atmos/lgsky.html#c2</p>			
Autore		<p><i>Carlo Meneghini</i> carlo.meneghini@uniroma3.it</p> <p><i>Monica Bionducci</i> m.bionducci@gmail.com</p>			

Termini e condizioni

Il presente materiale è stato realizzato dai autori con il supporto del dipartimento di Scienze, Università Roma TRE, nell'ambito del progetto LS-OSA (Finanziamento MIUR). L'utente si impegna a rispettare le clausole specificate nella sezione *Termini E Condizioni* della piattaforma LS-OSA. In particolare le:

Condizioni di utilizzo da parte degli utenti:

L'Utente è consapevole di poter utilizzare il materiale unicamente per scopi didattici. La vendita, la concessione in licenza, la distribuzione, la riproduzione parziale o totale dei materiali pubblicati senza l'espressa e preventiva autorizzazione dell'Autore e/o Dipartimento di Scienze, comporta la violazione della legge sul diritto d'autore.

Svolgimento

Montaggio:

Riempire d'acqua un bicchiere di plastica sottile e trasparente. Posizionarlo dietro uno schermo costituito da cartoncini chiari come mostrato in figura 1 e illuminarlo usando una lampada intensa (es. alogena o led). E' utile montare l'esperienza su una base di legno (compensato) o polistirolo.

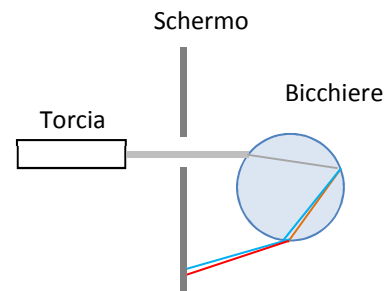


Figura 1: Schema di montaggio, vista dall'alto

Osservazioni

Si osserva la luce retro-diffusa su uno o entrambi gli schermi (dipende dal montaggio) come mostrato in figura 2, si dovrebbe vedere l'effetto *Arcobaleno* come mostrato nella figura in basso

Si discute la figura che si osserva sottolineando l'ordine dei colori o il fatto che da una parte dell'arcobaleno (indicato con una freccia in figura 1), avvicinandosi alla direzione della luce diretta, il cartoncino appare illuminato, dall'altra, allontanandosi dalla luce diretta, appare buio.

Si sottolinea l'analogia con l'arcobaleno reale eventualmente utilizzando foto e immagini (WEB).

Si misura l'angolo tra la direzione della luce diretta e la direzione della luce retrodiffusa utilizzando, ad esempio, degli spilli per segnare le direzioni della luce diretta e della luce diffusa (è utile avere un piano di compensato o polistirolo). Si dovrebbe verificare che l'angolo tra la direzione della luce diretta e la luce retro-diffusa sia intorno a 40° (40° per il blu/verde e 42° per il rosso ma non è facile avere l'accuratezza necessaria con un set-up povero).

Interpretazione: la luce retro-diffusa proviene (figura 1) da una prima rifrazione all'interfaccia aria/acqua, la riflessione parziale sulla superficie posteriore del bicchiere, una seconda rifrazione all'interfaccia acqua/aria. Il fatto che l'indice di rifrazione dell'acqua dipende dalla lunghezza d'onda (tabella a destra) fa sì che i colori si separino.

$\lambda(\text{nm})$ (nel vuoto)	$n_{\text{H}_2\text{O}}$ (20°C)	Colore
656	1.331	Rosso
589	1.333	Giallo
486	1.337	Blu
434	1.340	Indaco
397	1.345	Violetto

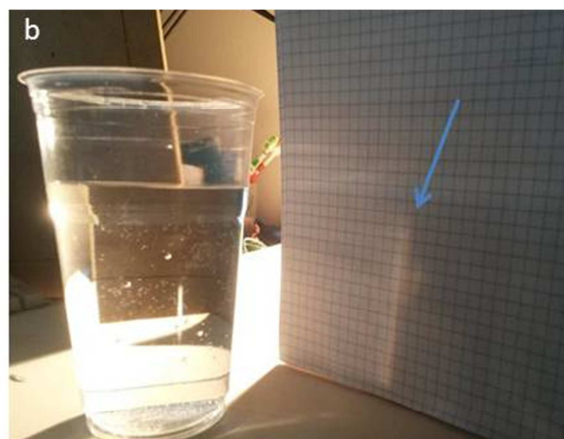
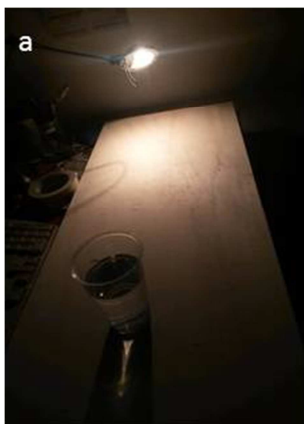


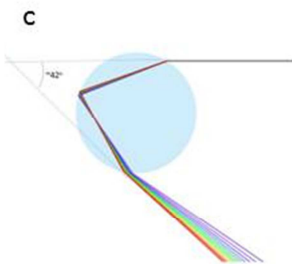
Figura 2:

a. schema di montaggio.

b. L'arcobaleno

c. Geometria

d. Arcobaleno reale con anello straordinario (foto da Wikipedia)



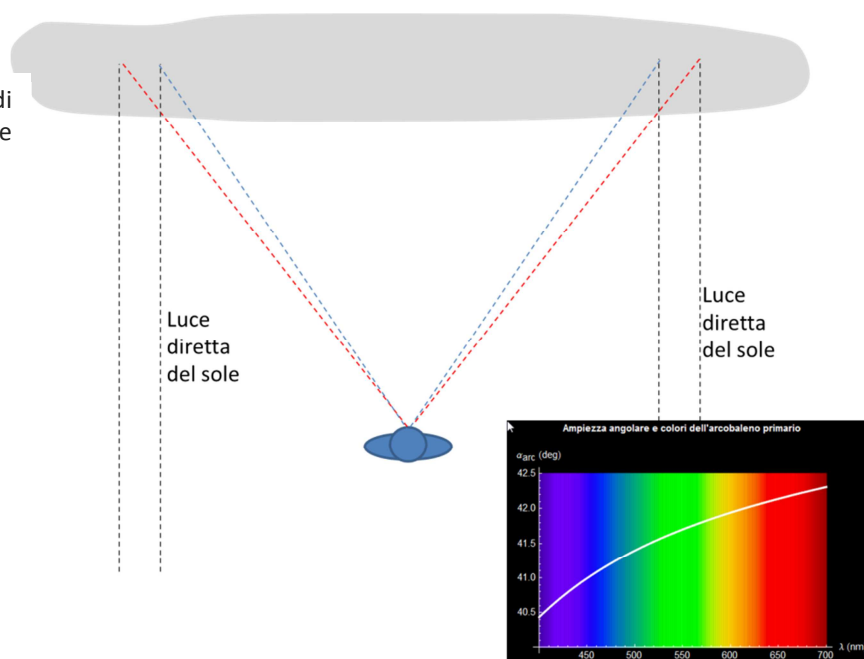
Si costruisce uno schema del fenomeno realizzando che, per ottenere il corretto ordine dei colori, è necessario che l'indice di rifrazione diminuisca all'aumentare della lunghezza d'onda. Per migliorare la visibilità è utile restringere la fenditura creata con il cartoncino.

Si discute il fatto che il fenomeno osservato dipende molto dalla riflessione parziale della

luce sulla faccia posteriore del bicchiere. Come aumentare la luminosità? Si può coprire la faccia posteriore del bicchiere con carta stagnola, questo aumenta la luce riflessa e quindi la luminosità dell'arcobaleno.

Descrivere il fenomeno dal punto di vista dell'osservatore: come mostrato in figura 3. Realizzare il fatto che i diversi colori osservati provengano in effetti da regioni diverse del cielo.

Figura 3: l'arcobaleno dal punto di vista dell'osservatore. Vedi anche [1].



Nota

1. La spiegazione del fenomeno è assai più complessa di quanto ci si aspetterebbe, sul sito [1] si può trovare un articolo che descrive in modo dettagliato il fenomeno e fornisce anche i sorgenti Geogebra per la simulazione. Sul sito [2] si può trovare una trattazione matematica più semplice che descrive in dettaglio anche il fenomeno dell'arcobaleno secondario, molto più raro da osservare. Non è facile ma si può cercare di vedere anche l'arcobaleno secondario all'interno del bicchiere: è necessaria una sorgente molto intensa.

Riferimenti

- [1] <http://www.lorenzoroi.net/dispenseFisica.html#arcobaleno>. Vedi cartella WEB allegata.
- [2] <http://www.numericana.com/answer/colors.htm>
- [3] <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/atmos/ligskey.html#c2>
- [4] Per approfondimento questo sito è molto interessante e descrive una serie di fenomeni ed effetti della diffrazione che si possono verificare nell'atmosfera:
<http://www.atoptics.co.uk/rainbows/notabow.htm>