

Esperienze con le bolle di sapone

## Esperienza 5



### Obiettivo

---

Fare notare come variano i colori riflessi da una pellicola di acqua saponata.

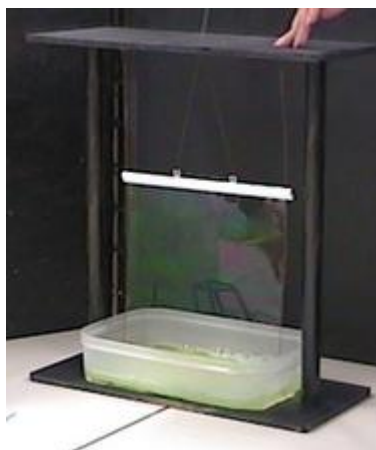
### Materiale occorrente

---

- Una soluzione di acqua saponata
- Una bacinella di plastica rettangolare per contenere la soluzione
- Due tavolette di compensato
- Due pezzi di legno di circa cm 50 ( vanno molto bene due pezzi di manici di scopa in legno) che devono servire per montanti
- Un pezzo di legno lungo poco meno della vaschetta e con uno spessore di cm 2,5 circa che deve servire per l'ancoraggio inferiore delle cordicelle (può essere fatto anche in altro modo, applicando direttamente degli anellini all'interno della bacinella)
- Filo di nailon
- Viti ad occhiello ed alcuni chiodi
- Silicone
- Una bacchetta di plastica del diametro di cm 1 della stessa lunghezza del legno di ancoraggio.

### Procedimento

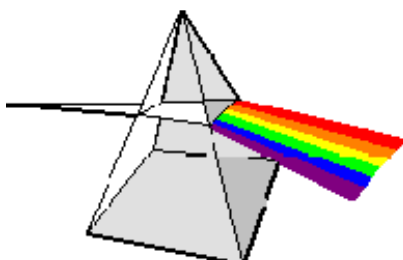
---



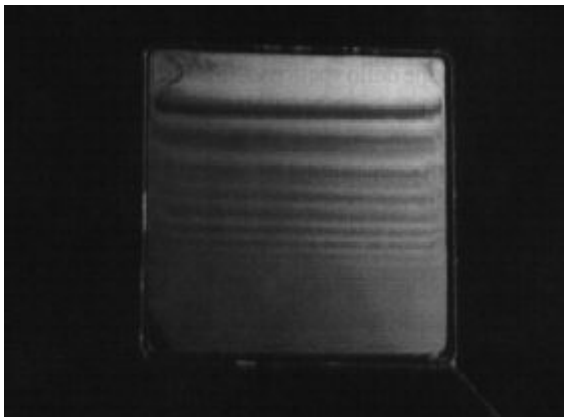
Con i vari pezzi di legno costruire un telaio rettangolare sulla cui base bisogna appoggiare la bacinella contenente la soluzione di acqua e sapone. Nella tavola superiore bisogna fare un foro nel centro dove si farà scorrere il filo collegato al centro della bacchetta di plastica che servirà per farla salire e scendere. Questa bacchetta dovrà scorrere tra due fili di nailon ( di rame vanno anche molto bene ) ben tesi legati alle due viti ad anello nella tavola superiore ed ancorati all'interno della bacinella sul supporto di legno o in altro modo. Si versi quindi la soluzione di acqua saponata nella bacinella fino a quando la metà inferiore della bacchetta di plastica sia completamente immersa. Tirando la cordicella centrale, si solleverà la bacchetta di plastica dalla soluzione e si verrà a creare una pellicola di acqua saponata. Dopo pochi minuti si vedranno sulla pellicola delle strisce colorate.

### Che cosa fare notare

---



Se si pone la pellicola saponosa davanti ad una parete scura e la si illumina con una luce bianca si vede che si formeranno delle righe colorate analoghe a quelle che si ottengono quando la luce bianca incontra un prisma, questo perché la luce bianca è il risultato della sovrapposizione di luci di molti colori differenti.



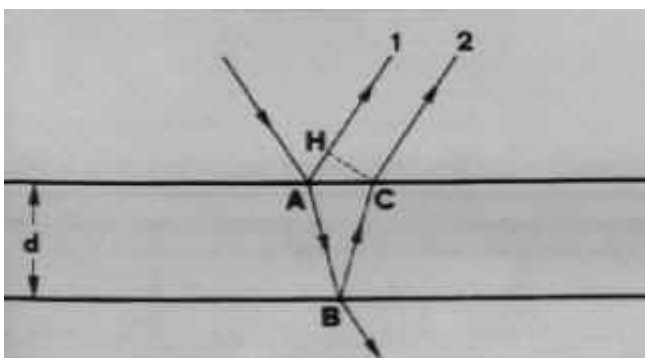
Se invece si illumina la pellicola con una luce di un solo colore si vedranno delle righe solo di quel colore distanziate da linee scure come nella figura qui a lato

## Che cosa succede

I colori che appaiono sulla pellicola sono dovuti ai fenomeni di *riflessione e interferenza* della luce che lo colpisce. La pellicola di sapone, si può infatti considerare come un sandwich costituito da due strati di sapone che contengono uno strato di acqua saponata. Quando la luce illumina la superficie anteriore della pellicola parte di essa viene riflessa, parte viene trasmessa e giunge sulla superficie posteriore interna dove viene quasi completamente riflessa. Quindi attraversa nuovamente la lamina e ritorna in aria. Incontrandosi con la luce riflessa dalla lamina anteriore si combina ad essa dando luogo alle *figure di interferenza* cioè a quelle linee colorate se la luce di partenza è bianca o a linee di un solo colore intercalate da linee scure se la luce iniziale è monocromatica.

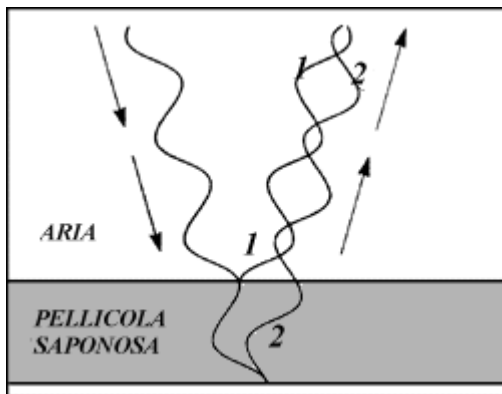
## Per approfondire

Se si illumina la lamina saponosa con una luce proveniente da una sorgente *monocromatica* (che per semplicità si considera composta praticamente da radiazione di una sola lunghezza d'onda  $\lambda$ ) quello che si osserva sono delle bande nere alternate a bande del colore della luce incidente.



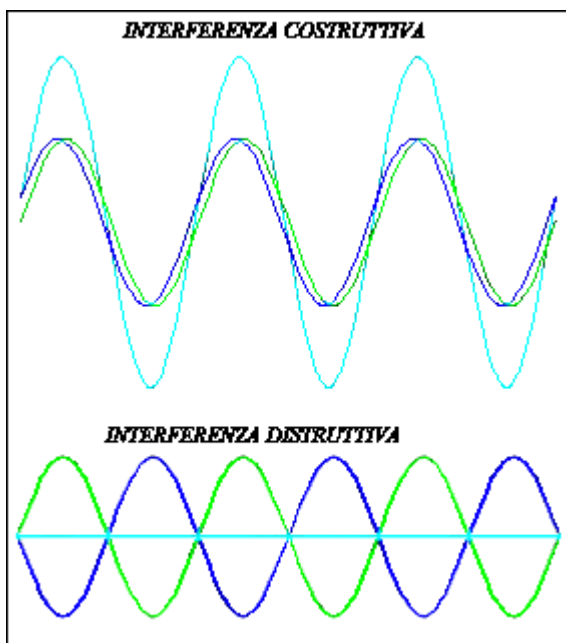
Quando la luce colpisce la lamina, il raggio incidente viene in parte riflesso dalla superficie superiore, (raggio 1) in parte passa attraverso la lamina e quindi riflesso dalla superficie inferiore, ripassa poi nuovamente attraverso la lamina superiore (raggio 2) come si vede in figura. I raggi qui rappresentati si possono interpretare come la direzione di propagazione di onde piane di lunghezza d'onda  $\lambda$  e rappresentate come in figura sotto. Quando queste onde emergono dalla lamina (vedi figura onda 1, onda 2) può

succedere che si incontrino, e che interferiscano tra loro, dando così luogo alle figure d'interferenza. Questa si dice: costruttiva o distruttiva: si ha *interferenza costruttiva* quando si incontrano le creste delle due onde, si ha *interferenza distruttiva* quando le onde si annullano vicendevolmente. Vi sono anche altre onde che emergono, dovute alle riflessioni multiple interne alla lamina ma il loro contributo d'interferenza è molto minore di quello delle onde 1 e 2.



Se invece si fa incidere sulla lamina una luce bianca si vedono strisce di tanti colori. La luce bianca come si è già detto è il risultato della sovrapposizione di luci di molti colori differenti, cioè di radiazioni di *lunghezze d'onda* diverse che si separano per rifrazione all'interno della lamina. Ogni lunghezza d'onda dà luogo ad un sistema separato di frange come nel caso di luce monocromatica. Quando tutte le onde dei vari colori interferiscono costruttivamente vediamo un'unica banda di colore bianco. I colori che si vedono non coincidono con quelli dell'arcobaleno per il sovrapporsi delle frange di interferenza che corrispondono a diverse lunghezze d'onda. Se ad esempio in un punto si incontra un massimo di interferenza della luce violetta con

un minimo d'interferenza della luce rossa l'indebolimento delle lunghezze d'onda più lunghe e il rinforzamento di quelle più corte provoca la comparsa di un colore bluastrò. Il colore percepito dipende inoltre dalle caratteristiche del nostro occhio. Infatti il nostro occhio, se colpito da luci dei tre colori: rosso, verde, blu contemporaneamente percepisce luce di colore bianco. Se colpito da luce di colore rosso e verde contemporaneamente vede giallo ecc.



Alla luce di tutto questo se per esempio lo spessore della pellicola saponosa è tale per cui si ha il fenomeno dell'interferenza distruttiva di uno dei colori primari (rosso, blu, verde), cioè le onde che generano uno di questi colori si eliminano, si percepirà solo la mescolanza dei due colori rimanenti:

Bianco - rosso = blu + verde = verde bluastrò (*CIANO*)

Bianco - verde = rosso + blu = Blu rossastro (*MAGENTA*)

Bianco - blu = rosso + verde = *GIALLO*

Quindi ad esempio dove si vede il giallo vuol dire che lo spessore della lamina è tale per cui o passa solo la luce di  $\lambda$  corrispondente al giallo o luce di  $\lambda$  corrispondente al rosso e al verde contemporaneamente.

Per approfondire il colore si può vedere cosa succede e qual è la percezione del nostro occhio quando si sovrappongono luci di colori diversi (sintesi additiva) e cosa succede invece quando si mescolano tempere di colori diversi (sintesi sottrattiva).

**Vedi scheda allegata.**

Quando il raggio di luce monocromatica incontra la lamina saponosa viene in parte riflesso e in parte rifratto. Il *fenomeno della riflessione* e il *fenomeno della rifrazione*, si possono interpretare utilizzando un principio di minimo noto come *principio di Fermat*

## Scheda allegata

### Percezione e sintesi dei colori

---

l'occhio umano non riesce a fare l'analisi delle frequenze delle radiazioni luminose che gli giungono, cioè esso può ricevere ,ad esempio, la sensazione del colore giallo se sollecitato da radiazione cui corrisponde la frequenza del giallo oppure se sollecitato da un insieme di frequenze di radiazioni di intensità opportune.

È possibile ottenere la percezione un qualsiasi colore servendosi di luci di tre colori (chiamati colori fondamentali) opportunamente scelti e opportunamente graduati in intensità. Tali colori sono il rosso, il verde, il blu e si dicono fondamentali perché ognuno di essi è indipendente dagli altri due, cioè non può essere ottenuto con una combinazione degli altri due.

All'atto pratico, per ottenere tutti i diversi colori si possono utilizzare due tecniche: la *sintesi additiva* o la *sintesi sottrattiva*

#### Sintesi additiva

Per vedere cosa succede se si combinano luci di colori diversi si può utilizzare tre proiettori provvisti ciascuno con un filtro dei tre colori fondamentali, cioè rosso, verde, blu. l'ideale è che i tre proiettori siano uguali, cioè esca da ciascuno di essi un fascio di luce con la stessa intensità. Utilizzando uno schermo bianco facciamo in modo che i fasci di luce colorata si sovrappongano. Quello che si vede è:

rosso + verde + blu = bianco (nella zona centrale)

rosso + blu = magenta

verde + blu = ciano

verde + rosso = giallo

#### Sintesi sottrattiva

Se ora usiamo come filtro per i proiettori i colori ciano giallo e magenta, sovrapponendoli sullo schermo i colori che otteniamo nelle varie zone risultano dalla sottrazione delle diverse bande dello spettro più precisamente:

nella zona dove si incontra

**ciano e magenta** si vede **blu**

**magenta e giallo** si vede **rosso**

**ciano e giallo** si vede **verde**

**magenta , giallo e ciano** si vede **nero**

Si dice che due fasci di luce hanno colori complementari se, agendo contemporaneamente ed in convenienti proporzioni su un "occhio medio" danno a questo la sensazione della luce bianca.