

From: Domenico Galli <domenico.galli@unibo.it>
Subject: **Quesiti B: o_ap_23 o_ap_24 o_ap_26 o_og_06**
Date: June 20, 2010 19:40:17 GMT+02:00
To: Domenico Galli <domenico.galli.fisica-fo@studio.unibo.it>
Bcc:
▶ 8 Attachments, 190 KB

Egredi studenti,
trovate in allegato risposte ai quesiti in oggetto.
Saluti,
Prof. Domenico GALLI

Professore Associato di Fisica Sperimentale presso la Seconda Facoltà di Ingegneria

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna, Dipartimento di Fisica
via Irnerio, 46, I-40126 Bologna - ITALY
Tel: +39-051-20-91027
Fax: +39-051-3370039
e-mail: domenico.galli@unibo.it
web: <http://www.unibo.it/docenti/domenico.galli>
web: <https://lhcbweb.bo.infn.it/GalliDidattica>

INFN - Sezione di Bologna
e-mail: domenico.galli@bo.infn.it
web: <http://www.bo.infn.it/~galli/>

CERN, EP-ULB LHCb, 1-R-009, Route de Meyrin, CH-1211 Geneve 23, Switzerland
Tel: +41-22-76-73755
e-mail: domenico.galli@cern.ch

Per **iscriversi** o **cancellarsi** dalla **lista di distribuzione** docente-studenti **domenico.galli.fisica-fo**:
Collegarsi al Servizio Directory Service d'Ateneo (DSA):
<https://www.dsa.unibo.it/>
e autenticarsi con le credenziali (Username e Password) istituzionali di ateneo.
La password della lista domenico.galli.fisica-fo è "**bariogenesi**".
Per ulteriori informazioni consultare la **Guida al servizio**:
<http://www.unibo.it/Portale/Guida/Liste+distribuzione/liste.htm>

On 18 Jun 2010, at 18:14, a student wrote:

salve professore.
gentilmente le chiederei le risposte per le domande:
o_ap_23,
o_ap_24,
o_ap_26,
o_og_06;
la ringrazio in anticipo. arrivederci

Come mai le **lampade** che illuminano una stanza **non interferiscono** tra loro? Motivare esaurientemente la risposta sulla base della modalità di emissione della luce da parte delle lampade.

Il motivo non è il fatto che la luce è bianca (invece che monocromatica), in quanto si può osservare l'interferenza anche con la luce bianca, bensì il fatto che le diverse sorgenti **non sono** tra loro **coerenti**.

Una lampada (a incandescenza, a scarica o fluorescente) emette luce per **diseccitazione atomica**. Questo significa che alcuni elettroni degli atomi della lampada, acquistano energia (per effetto Joule nel caso delle lampade a incandescenza, per urti elettronici nel caso delle lampade a scarica, per eccitazione ultravioletta nel caso delle lampade fluorescenti) spostandosi su un orbitale più esterno (gli atomi si **eccitano**). Dopo un intervallo di tempo di lunghezza **casuale**, tali elettroni ritornano nel proprio **stato fondamentale**, **perdono energia** (gli atomi si **diseccitano**) e tale energia viene emessa sotto forma di **onde elettromagnetiche**.

onde elettromagnetiche.

In ogni diseccitazione viene emesso un quanto di luce (un treno d'onde o pacchetto d'onde, denominato **fotone**), di energia pari alla differenza tra l'energia iniziale E_i e quella finale E_f dell'atomo e frequenza pari a:

$$\nu = \frac{E_i - E_f}{h}$$

dove h è la costante di Planck.

Il **singolo fotone** è costituito da un treno d'onde di **lunghezza limitata** e viene emesso in un **istante di tempo casuale**.

Una lampada emette perciò ogni secondo un **numero molto elevato di fotoni** — un fotone per ogni diseccitazione atomica — e li emette in istanti di tempo casuali. La sovrapposizione dei campi elettrici di tali fotoni è un'onda avente una fase $\varphi_1(t)$ che varia continuamente nel tempo in modo **casuale**, che potremmo scrivere (trascurando lo stato di polarizzazione) come:

$$E^{(1)}(\vec{r}, t) = E_0 \cos \left[\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t + \varphi_1(t) \right]$$

La sovrapposizione di **due onde** di questo tipo in un punto \vec{r} , posto $\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$, si può scrivere come:

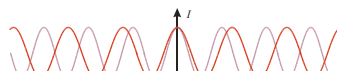
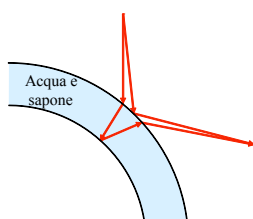
$$\begin{aligned} E(\vec{r}, t) &= E^{(1)}(\vec{r}_1, t) + E^{(2)}(\vec{r}_2, t) = \\ &= E_0 \cos \left[\vec{k} \cdot \vec{r}_1 - \omega t + \varphi_1(t) \right] + E_0 \cos \left[\vec{k} \cdot \vec{r}_2 - \omega t + \varphi_2(t) \right] = \\ &= 2E_0 \sin \frac{\vec{k} \cdot (\vec{r}_1 + \vec{r}_2) - 2\omega t + \varphi_1(t) + \varphi_2(t)}{2} \cos \frac{\vec{k} \cdot (\vec{r}_1 - \vec{r}_2) + \varphi(t)}{2} \end{aligned}$$

Da questa espressione, che consiste nel prodotto di 4 fattori, si può osservare che, se le diverse sorgenti sono **coerenti**, cioè $\varphi(t) \equiv 0$, allora il quarto fattore (il coseno) diviene una **costante** (non cambia nel tempo) e tale costante contribuisce (insieme ai primi due fattori $2E_0$) all'ampiezza dell'oscillazione della funzione oscillante (seno) che compare nel terzo fattore. In altre parole si osservano delle **variazioni di intensità nello spazio** che rimangono costanti nel tempo e che dunque costituiscono le tipiche **frange** di interferenza.

Se invece, come nel nostro caso, $\varphi(t)$ non è identicamente nulla, il quarto fattore **si modifica rapidamente nel tempo** e la media nel tempo di tale funzione ha il medesimo valore in qualunque punto dello spazio; in altre parole **non si osserva l'interferenza**.

Prof. Domenico Galli, Dipartimento di Fisica. Il presente materiale didattico è riservato agli studenti dell'Università di Bologna e non può essere utilizzato ai termini di legge da altre persone o per fini non istituzionali. In particolare è fatto divieto di riproduzione in copie multiple, distribuzione, commercio e comunicazione al pubblico senza l'autorizzazione dell'autore.

Come mai si osservano iridescenze nelle **bolle di sapone**? Motivare esaurientemente la risposta.



Quesito o_ap_24. Fig. 1

Quesito o_ap_24. Fig. 2

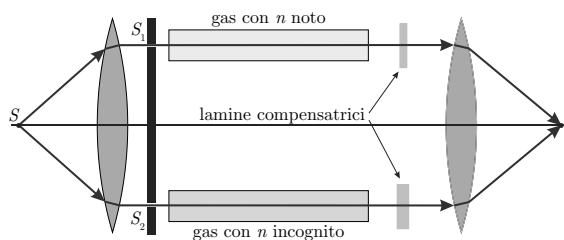
Le iridescenze osservate sulle bolle di sapone sono dovute a **interferenza da lamina sottile**.

Le bolle di sapone hanno uno spessore dello stesso ordine di grandezza della lunghezza d'onda della luce visibile. Esse si comportano come lamine sottili e riflettono la luce sia sulla **superficie esterna**, sia sulla **superficie interna** (Fig. 1). La luce riflessa dalle due superfici ha percorso due cammini che differiscono all'incirca del doppio dello spessore della bolla. La **differenza** tra i due **cammini dipende** tuttavia dall'**angolo** tra il raggio incidente e il raggio riflesso. Si osserva perciò l'**interferenza** tra il raggio riflesso sulla superficie esterna della bolla e quello riflesso sulla superficie interna.

Se la bolla fosse illuminata da luce monocromatica osserveremmo soltanto frange chiare e frange scure. Poiché invece la bolla è illuminata da **luce bianca**, allora **interferiscono separatamente tra loro i diversi colori**. Come si vede in Fig. 2, la frangia centrale è bianca, ma le frange di ordine superiore si trovano a un angolo diverso per ogni colore. Questo spiega le **iridescenze** osservate.

Prof. Domenico Galli, Dipartimento di Fisica. Il presente materiale didattico è riservato agli studenti dell'Università di Bologna e non può essere utilizzato ai termini di legge da altre persone o per fini non istituzionali. In particolare è fatto divieto di riproduzione in copie multiple, distribuzione, commercio e comunicazione al pubblico senza l'autorizzazione dell'autore.

Come si misura l'**indice di rifrazione di un gas**? Descrivere l'apparato aiutandosi con un disegno schematico.



L'indice di rifrazione di un gas si misura mediante un interferometro, in quanto esso è molto vicino a 1 e pertanto non può essere misurato mediante prismi o rifrattometri in quanto la sensibilità di tali strumenti non sarebbe sufficiente. In particolare, per questo tipo di misura è particolarmente indicato l'**interferometro di Raileigh** (vedi Fig. 1), che è un interferometro a divisione di fronte d'onda.

La luce prodotta da una sorgente a fessura S , che produce onde cilindriche, incide su di una lente cilindrica convergente che trasforma le onde cilindriche in onde piane, le quali a loro volta incidono sulle fenditure S_1 e S_2 , parallele alla sorgente S . I due raggi, passanti da S_1 e S_2 entrano, paralleli tra loro, in due camere riempite di gas (di cui, tipicamente, un gas con indice di rifrazione noto e l'altro con indice di rifrazione incognito), con due finestre trasparenti alle estremità, prima di essere ricombinati, dalla seconda lente, su di uno schermo, sul quale si osservano le frange di interferenza.

Definiamo **cammino ottico** di un raggio che percorre i tratti di lunghezza l_1, l_2, \dots, l_n in mezzi con indice di rifrazione n_1, n_2, \dots, n_n la quantità:

$$l_0 = l_1 n_1 + l_2 n_2 + \dots + l_n n_n$$

Se il **cammino ottico** dei due raggi è **uguale**, allora la frangia di interferenza di **ordine zero** si trova sull'**asse ottico**. Se invece i due cammini ottici sono diversi, per esempio a causa del fatto che le due camere sono riempite con gas diversi, in generale, la frangia di interferenza di ordine zero sarà spostata rispetto all'asse ottico.

In tal caso due **lamine compensatrici**, di indice di rifrazione noto con buona precisione e spessore calibrato, possono essere poste sui due raggi per **riportare** tale frangia di **ordine zero al centro**.

Una volta che la frangia di interferenza di ordine zero è stata riportata al centro, noi sappiamo che i due cammini ottici sono **uguali**:

$$l_0^{(1)} = l_0^{(2)}$$

$$l_a^{(1)} n_a^{(1)} + l_g^{(1)} n_g^{(1)} + l_v^{(1)} n_v^{(1)} = l_a^{(2)} n_a^{(2)} + l_g^{(2)} n_g^{(2)} + l_v^{(2)} n_v^{(2)}$$

dove il pedice g indica il gas, il pedice v indica il vetro delle lamine compensatrici, infine il pedice a indica l'aria presente tra le varie parti del dispositivo.

Da questa relazione, conoscendo le altre quantità, siamo in grado di determinare l'indice di rifrazione del gas incognito $n_g^{(2)}$.

Prof. Domenico Galli, Dipartimento di Fisica. Il presente materiale didattico è riservato agli studenti dell'Università di Bologna e non può essere utilizzato ai termini di legge da altre persone o per fini non istituzionali. In particolare è fatto divieto di riproduzione in copie multiple, distribuzione, commercio e comunicazione al pubblico senza l'autorizzazione dell'autore.

Scrivere l'**equazione della lente sottile**, descrivendo accuratamente tutti i simboli che vi compaiono.

L'equazione della lente sottile si scrive:

$$\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} = \frac{1}{F}$$

dove x_1 è la distanza dell'oggetto dalla lente, x_2 è la distanza dell'immagine dalla lente, infine F è la **distanza focale** della lente.

Prof. Domenico Galli, Dipartimento di Fisica. Il presente materiale didattico è riservato agli studenti dell'Università di Bologna e non può essere utilizzato ai termini di legge da altre persone o per fini non istituzionali. In particolare è fatto divieto di riproduzione in copie multiple, distribuzione, commercio e comunicazione al pubblico senza l'autorizzazione dell'autore.
