

ONDE

AIF – Olimpiadi di Fisica 2010

Gara Nazionale: PROVA TEORICA – Senigallia – 9 Aprile 2010

PROBLEMA n. 3 – Esplorando il fondo

50 Punti

La profondità di una grande vasca è la stessa in ogni punto e vale L . L'acqua è calma e limpida.

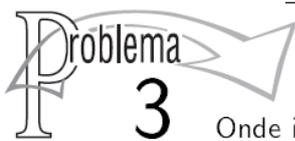
Dal punto O , posto a pelo dell'acqua, si osserva un punto A del fondo della vasca, che dista x dalla verticale passante per O .

Suggerimento: Si consideri che i raggi luminosi, partendo dal punto A e arrivando in O , formano uno stretto fascio divergente di apertura angolare α .

1. Determinare, in funzione di L , x ed n (indice di rifrazione dell'acqua), la profondità ℓ dell'immagine virtuale del punto A , nel piano verticale passante per A e per O .
2. Determinare, al variare di x , i valori ℓ_{\min} e ℓ_{\max} .
3. Determinare l'area della superficie complessiva del fondo della vasca che è possibile osservare dal punto O .

AIF – Olimpiadi di Fisica 2008

Gara di 2° Livello – Seconda parte: PROBLEMI – 13 Febbraio 2008



Problema
3 Onde in arrivo

[10 punti]

Un osservatore misura l'intensità delle onde provenienti da una certa sorgente puntiforme e isotropa, trovando il valore di 2.4 mW m^{-2} . L'osservatore si dirige verso la sorgente, percorrendo un tratto di 3.5 m , e trova che in questa posizione l'intensità delle onde è 4.11 mW m^{-2} .

1. A quale distanza si trovava all'inizio l'osservatore?
2. Qual è la potenza della sorgente?

OLIMPIADI DI FISICA 2007

9 Febbraio 2007

Gara di 2° Livello – Seconda parte: PROBLEMI

Problema
1

Due sorgenti sonore.

[20 punti]

Due sorgenti sonore puntiformi, S_1 ed S_2 , emettono onde sinusoidali con la stessa frequenza di 430 Hz. La velocità di propagazione è 344 m s^{-1} . Le due sorgenti sono in fase tra loro ed hanno la stessa potenza.

1. Qual è lo sfasamento con cui le onde provenienti dalle due sorgenti arrivano in un punto P situato a 2.4 m da S_1 e a 3.6 m da S_2 ?
2. Se nel punto P l'ampiezza delle onde provenienti da S_2 è A_2 , qual è (in funzione di A_2) l'ampiezza delle onde provenienti da S_1 ?
3. Qual è (sempre in funzione di A_2) l'ampiezza dell'onda risultante?
4. Se l'intensità delle onde nel punto P è di $2.0 \times 10^{-6} \text{ W m}^{-2}$, quale diventerebbe l'intensità se si spegnesse la sorgente S_2 ?

PROBLEMA n. 1 – La Luna di Galileo

75 Punti



Nella prima giornata del "Dialogo sui massimi sistemi" Galileo contrasta l'idea che la superficie della Luna sia riflettente (*tersa*) come uno specchio, affermando che in quel caso la Luna dovrebbe apparire scura e non chiara. Dice Salviati:

Conforme è sicuramente la Luna alla Terra nella figura, la quale indubitabilmente è sferica, come di necessità si conclude dal vedersi il suo disco perfettamente circolare (...) Secondariamente, ella è, come la Terra, per se stessa oscura ed opaca, per la quale opacità è atta a ricevere ed a ripercuotere il lume del Sole, il che, quando ella non fusse tale, far non potrebbe.

(...)

Noi cerchiamo, signor Simplicio, se per fare una reflession di lume simile a quello che ci vien dalla Luna, sia necessario che la superficie da cui vien la reflessione sia così tersa e liscia come di uno specchio, o pur sia più accomodata una superficie non tersa e non liscia, ma aspra e mal pulita. Ora, quando a noi venisser due reflessioni, una più lucida e l'altra meno, da due superficie opposteci, io vi domando, qual delle due superficie voi credete che si rappresentasse a gli occhi nostri più chiara e qual più oscura...

Si ipotizzi dunque che la superficie della Luna sia di forma perfettamente sferica e riflettente come uno specchio; in fase di plenilunio – cioè quando Sole, Terra e Luna sono approssimativamente allineati in questo ordine – guardando la Luna si vedrebbe l'immagine virtuale del Sole, prodotta da uno specchio sferico.

1. Quale sarebbe, in questa situazione, il diametro angolare dell'immagine (virtuale) del Sole prodotta dalla Luna, per un osservatore terrestre?
2. Stimando che porzione di superficie lunare apparirebbe luminosa, vista da Terra al momento del plenilunio, come vedrebbe la Luna un osservatore terrestre?

La scala delle *magnitudini stellari* – storicamente legata alla prima classificazione fatta da Tolomeo – è una funzione logaritmica del flusso luminoso raccolto dal rivelatore; più precisamente

$$m(\Phi) = m_0 - 2.5 \log_{10}(\Phi/\Phi_0)$$

dove m_0 è la magnitudine di riferimento di una stella il cui flusso luminoso sia Φ_0 ; notare che quanto più un oggetto è luminoso tanto minore è la magnitudine che può assumere quindi anche valori negativi; notare anche che la differenza tra le magnitudini di due oggetti è legata al rapporto inverso dei rispettivi flussi luminosi. Così mentre Vega (α Lyrae) ha magnitudine circa 0, la stella più luminosa dopo il Sole (Sirio, α Canis minoris) ha magnitudine -1.45 , Venere può arrivare a magnitudine -4.9 e il Sole ha magnitudine (*integrata**) -26.74 .

3. Calcolare la magnitudine integrata della Luna sempre nell'ipotesi che la sua superficie fosse perfettamente sferica e riflettente, trattando l'immagine virtuale del Sole come una sorgente che emette la stessa quantità di luce in ogni direzione (cioè *isotropa*).

In realtà la magnitudine integrata della Luna è maggiore di quella trovata sopra perché la luce viene in parte assorbita. Nel caso della Luna occorre anche tenere presente che la superficie non diffonde la luce solare in modo uniforme (isotropo) cosicché al plenilunio la superficie appare circa 6 volte più luminosa della media.

In astronomia si chiama *albedo* di un corpo opaco (pianeta, satellite, asteroide...), la frazione di luce incidente che non viene assorbita dalla superficie. Se poi l'assorbimento nel visibile è indipendente dalla lunghezza d'onda,

* Per le sorgenti estese la magnitudine *integrata* è quella che avrebbe una sorgente puntiforme che emettesse la stessa quantità di luce.

come grosso modo accade per la Luna, una superficie illuminata dal Sole appare bianca quando il suo albedo è uguale a uno, di colore grigio chiaro, medio, scuro, al decrescere dell'albedo, fino al nero quando l'albedo è pari a zero.

4. Nelle ipotesi dette, sapendo che la magnitudine integrata della Luna al plenilunio è uguale a -12.7, se ne stimi l'albedo e si dica di che colore è la superficie lunare.

DATI: Distanza Terra-Luna $D = 384000$ km, pari a circa $1/400$ della distanza Terra-Sole; diametro angolare apparente del Sole e della Luna visti da Terra (sono circa uguali): $\varepsilon \approx 0^\circ 32'$.

PROBLEMA n. 2 – Fasci colorati

50 Punti

Un fascio di luce perfettamente collimato e del diametro di 1.00 mm incide con angolo di incidenza $i = 50^\circ 0'$ dall'aria su una lastra piana di vetro di spessore $t = 100$ mm, e subisce una rifrazione per cui nel vetro si propaga con angolo di rifrazione r . L'indice di rifrazione n del vetro dipende dalla lunghezza d'onda λ della radiazione nel vuoto secondo la relazione $n = a + b/\lambda^2$, dove a e b sono costanti.

L'indice di rifrazione dell'aria si può porre uguale a 1.

Se il fascio di luce proviene da un laser ad argon di lunghezza d'onda nel vuoto 546.1 nm, si osserva che l'indice di rifrazione del vetro vale 1.480, mentre usando un laser a semiconduttore con lunghezza d'onda nel vuoto 689.4 nm, l'indice di rifrazione del vetro risulta 1.452.

1. Nel caso del laser ad argon, calcolare la lunghezza d'onda, la velocità di propagazione e la frequenza della radiazione nel vetro.

Si utilizza poi, al posto dei laser, un fascio di luce bianca con le stesse caratteristiche geometriche ma di lunghezza d'onda nel vuoto compresa fra 400 e 750 nm. La radiazione subisce allora una dispersione, e dopo aver attraversato lo spessore della lastra emerge in un'area di forma allungata.

2. Trovare l'indice di rifrazione del vetro ai due estremi, rosso e violetto, della radiazione bianca.
3. Calcolare la distanza tra i punti centrali in cui – dopo la lastra – emergono la luce rossa e quella violetta; quanto è la dimensione massima dell'area allungata che riceve luce sulla superficie posteriore della lastra di vetro?

Un osservatore – **accertatosi di non correre rischi (*)** – vuol esaminare la propagazione della luce ponendo la pupilla di un occhio esattamente sull'asse (a) del fascio riflesso dalla prima superficie; (b) del fascio trasmesso dalla lastra; (c) del fascio che riemerge dalla lastra dallo stesso lato della sorgente, dopo essersi riflesso sulla seconda superficie della lastra.

4. Dire che cosa vede l'osservatore in ciascuno dei tre casi.
5. Negli stessi tre casi, dire se, mantenendo sempre la pupilla dell'occhio al centro esatto dei fasci, si nota qualche variazione di colore a seconda che la pupilla sia adattata a poca luce (diametro, circa 6 mm) oppure a molta luce (diametro, circa 2 mm). Si giustificino le risposte nei singoli casi.

Dato numerico: per la velocità della luce nel vuoto si utilizzi il valore più accurato: $c = 2.997 \times 10^8$ m s⁻¹.

(*) ATTENZIONE: MAI GUARDARE IN QUESTO MODO IL FASCIO DI UN LASER (ANCHE DI UN PICCOLO PUNTATORE) NE' QUELLO DI UNA LUCE INTENSA!