

## Onde e luce

Avendo esaurito gli esercizi delle gare italiane, ci rivolgiamo all'estero ed iniziamo con le gare per la selezione della squadra ELVETICA. I testi delle gare (una prima selezione analoga alla nostra gara di primo livello e una seconda selezione analoga alla nostra gara nazionale) sono formulati nelle tre lingue ufficiali della confederazione elvetica (francese, tedesco ed italiano).

Dalla selezione regionale del 2008

*Riprendiamo da un'incursione nelle onde elettromagnetiche (la domanda era proposta alla fine dell'incontro precedente sul campo elettromagnetico)*

### 17

Come si può completare la seguente frase?

Sia la luce ultravioletta che gli ultrasuoni ...

- a) ... possono trasportare energia nel vuoto.
- b) ... possono essere polarizzati.
- c) ... possono espellere elettroni dai metalli.
- d) ... possono essere diffratti e possono generare interferenza.
- e) ... possono propagarsi alla velocità della luce.

*Consiglio per tutti gli esercizi con lenti: disegnate con cura il percorso dei raggi luminosi!*

### 18

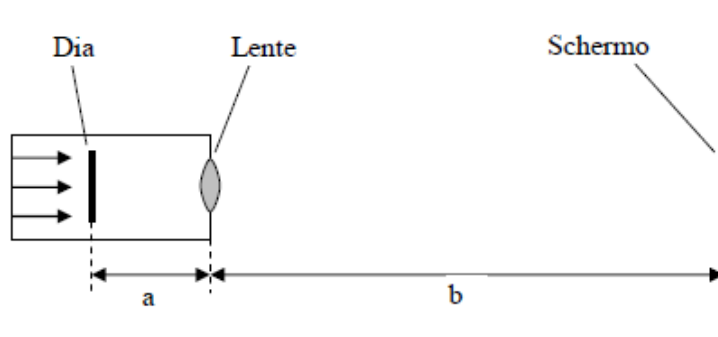
Raggi luminosi paralleli all'asse ottico incidono su una lente convessa avente una distanza focale di 25 cm.

A che distanza da tale lente deve essere messa una seconda lente convessa avente distanza focale di 10 cm, se i raggi luminosi dopo aver attraversato la seconda lente devono nuovamente essere paralleli all'asse ottico?

- a) 35 cm    b) 25 cm    c) 15 cm    d) 10 cm    e) Una tale distanza non esiste.

## 19

Lo schizzo qui sotto mostra un proiettore che proietta una diapositiva su uno schermo.



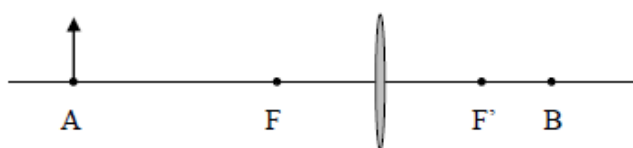
L'immagine riempie solo una parte dello schermo. Come si devono modificare le distanze  $a$  e  $b$ , se l'immagine deve essere ingrandita?

- a)  $a$  deve diminuire e  $b$  aumentare.
- b)  $a$  e  $b$  devono aumentare.
- c)  $a$  deve rimanere uguale e  $b$  deve aumentare.
- d)  $a$  e  $b$  devono diminuire.
- e)  $a$  deve aumentare e  $b$  diminuire.

Dalla selezione regionale del 2009

## 20

Un oggetto a forma di freccia si trova nel punto A, 60 cm davanti ad una lente sottile. La sua immagine reale si trova 30 cm dietro alla lente nel punto B.  $F$  ed  $F'$  sono i due fuochi della lente.



Quale affermazione è corretta?

- a) Se l'oggetto si avvicina lentamente al fuoco  $F$ , la sua immagine si allontana dalla lente e diventa più piccola.
- b) Se l'oggetto si avvicina lentamente al fuoco  $F$ , la sua immagine si avvicina alla lente e diventa più piccola.
- c) Se l'oggetto si avvicina lentamente al fuoco  $F$ , la sua immagine si allontana dalla lente e diventa più grande.
- d) Se l'oggetto si avvicina lentamente al fuoco  $F$ , la sua immagine si avvicina alla lente e diventa più grande.
- e) La distanza fra i fuochi  $F$  ed  $F'$  è 38 cm.

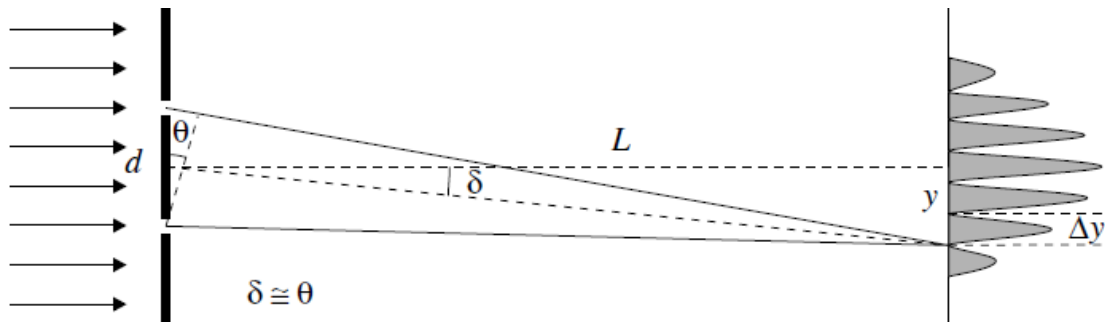
Ecco il quesito sull'interferenza da due fenditure.

## 21

Una luce laser viene diretta verso una doppia fenditura. La distanza fra le fenditure è 0.10 mm. Dietro alla doppia fenditura si trova uno schermo sul quale si può vedere la figura di diffrazione. I massimi adiacenti hanno una distanza di 4.0 mm. Quale distanza avrebbero essi se il laser venisse sostituito da un altro avente doppia frequenza e lasciando tutto il resto invariato?

- a) 1.0 mm    b) 2.0 mm    c) 4.0 mm    d) 8.0 mm    e) 16 mm

La risposta ad esercizi di questo tipo è nella figura sottostante e nella relazione  $\lambda v = c$



Dalla selezione regionale del 2010

**22** Di quale fattore aumenta l'angolo critico per la riflessioni totale, se un diamante si trova nell'acqua invece che nell'aria?  
 Gli indici di rifrazione sono  $n_D = 2.4$  per il diamante,  $n_W = 1.3$  per l'acqua e  $n_L = 1.0$  per l'aria.

a) 0.9  
 b) 1.1  
 c) 1.3  
 d) 1.5  
 e) 1.7

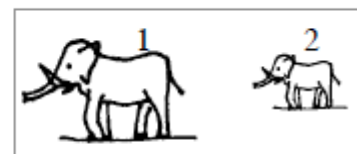
Dalla selezione regionale del 2012 : *questo quesito non è proprio pertinente all'argomento, ma ci fa riflettere su come le grandezze fisiche massa, volume, superficie dipendano dal rapporto di ingrandimento.*

Olimpiadi Svizzere di Fisica

Prima selezione

21 gennaio 2012

9. I due elefanti esercitano una pressione  $p_1$  e rispettivamente  $p_2$  sul terreno. Il più piccolo è una perfetta riproduzione del primo ad una scala 1:2. Cosa si può dire del rapporto  $p_1/p_2$ ?



- a)  $p_1/p_2 = 4$     b)  $p_1/p_2 = 2$     c)  $p_1/p_2 = 1$     d)  $p_1/p_2 = 1/2$     e)  $p_1/p_2 = 1/4$

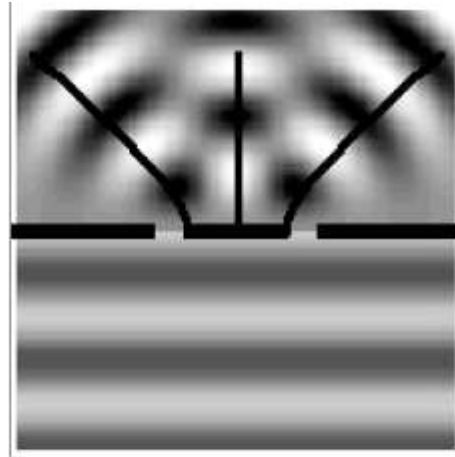
*Sulla sovrapposizione delle onde*

11. Siano date le seguenti frequenze sonore:  $f_1 = 100$  Hz,  $f_2 = 200$  Hz,  $f_3 = 202$  Hz,  $f_4 = 205$  Hz et  $f_5 = 300$  Hz. Quale coppia di suoni darà i battimenti più lenti?
- a)  $f_1$  et  $f_5$    b)  $f_4$  et  $f_5$    c)  $f_2$  et  $f_3$    d)  $f_3$  et  $f_4$    e)  $f_1$  et  $f_2$

*Sull'interferenza delle onde dalla doppia sorgente con due errori nel testo di cui uno clamoroso!*

12. L'immagine ci mostra le interferenze che si formano quando un'onda piana raggiunge uno schermo con due aperture. Dopo lo schermo (metà superiore dell'immagine), si riconoscono una retta e due parabole sulle quali si trovano i massimi dell'interferenza costruttiva. Si possono aumentare il numero di queste linee in diversi modi. Quale dei seguenti metodi NON lo permette?

- a) aumentare la distanza  $d$  tra le due aperture  
b) diminuire la larghezza  $b$  delle due fessure  
c) raccorciare la lunghezza d'onda dell'onda piana  
d) aumentare la frequenza dell'onda piana  
e) conservando la stessa frequenza, diminuire la velocità di propagazione dell'onda (cambiando il medio)



*Ed ora il problema lungo con soluzioni in inglese.*

Olimpiadi Svizzere di Fisica

Prima selezione

21 gennaio 2012

## Esercizio 4

a) Il nostro astronauta si trova ad un'altitudine di 280 km dalla superficie terrestre. In condizioni ideali, che distanza devono avere tra loro due punti sulla superficie della Terra, affinché si possano ancora distinguere? Si supponga che il diametro della pupilla sia di 0,50 cm, e che la luce osservata abbia una lunghezza d'onda di 550 nm. (3 punti)

b1) Un fascio di luce bianca arriva perpendicolarmente su un vetrino ( $n=1,52$ ) ricoperto da una pellicola di fluoruro di magnesio ( $n=1,38$ ). Quale spessore minimo deve avere la pellicola, affinché la luce giallo-verde di lunghezza d'onda 550 nm (nell'aria) sia assente nella luce riflessa? (4 punti)

b2) Per quale spessore minimale (diverso da zero) si avrà dell'interferenza costruttiva nella luce riflessa? (4 punti)

Esegui tutti i calcoli utilizzando variabili e inserisci i valori numerici solo nell'ultimo passaggio!  
Risposte non motivate o calcoli con valori numerici portano alla detrazione di punti.

### Solution optics

a) The minimal resolution for a circular aperture of radius  $R$  is given  $\theta_{min} = \frac{1,22\lambda}{2R}$  (1 point)  
For a small angle, at a distance  $D$ , one can distinguish a distance of  $d_{min} = D\theta_{min}$  (1 point)  
So our astronaut could see two objects separated by a distance  $d_{min} = \frac{1,22\lambda D}{2R} = 38\text{m}$   
(1 point)

b) The phase shifts at the two reflections cancel each other, due to increasing refractive indices ( $1=n_{vacuum} < n_{coating} < n_{bulk}$ ) (2 points)

b1) The condition for a destructive interference is  $2l = (k + 1/2)\frac{\lambda}{n}$ , where  $l$  is the thickness of the coating, so  $2l$  is the path difference,  $n$  is its refractive index and  $k$  an integer.  
(1.5 points)

The minimal thickness is therefore  $l_{min} = \frac{\lambda}{4n} = 99,6 \text{ nm}$  (1.5 points)

b2) The condition for a constructive interference is  $2l = k\frac{\lambda}{n}$ . (1.5 points)

The minimal thickness is therefore  $l_{min} = \frac{\lambda}{2n} = 199 \text{ nm}$  (1.5 points)

La risposta corretta è la 17: D ; 18: A; 19: A; 20:C; 21: B, 22: C; 9:B; 11:C; 12:B