

## IDEE PER UNA LEZIONE DIGITALE

MAPPA INTERATTIVA

IN 3 MINUTI · L'effetto Doppler

20 TEST INTERATTIVI SU **ZTE** CON FEEDBACK  
 «Hai sbagliato, perché...»

## VERSO IL CLIL

FORMULAE IN ENGLISH

AUDIO

Refractive index or index of refraction

$$n = \frac{c}{v}$$

The refractive index  $n$  of a medium equals the ratio of the speed of light in a vacuum  $c$  to the speed of light in the medium  $v$ .

Snell's law of refraction

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

For light or other waves passing through a boundary between two different isotropic media, the product of the refractive index of the first medium  $n_1$  and the sine of the angle of incidence  $\theta_1$  at the boundary equals the product of the refractive index of the second medium  $n_2$  and the sine of the angle of refraction  $\theta_2$ .

Critical angle for total internal reflection

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} \quad (n_1 > n_2)$$

The sine of the critical angle  $\theta_c$  the largest possible angle of incidence that still results in a refracted ray, equals the ratio of the refractive index of the less refractive medium  $n_2$  to the refractive index of the more refractive medium  $n_1$ .

QUESTIONS AND ANSWERS

AUDIO

### ► How was light identified as an electromagnetic phenomenon?

In 1864, James Clerk Maxwell presented his electromagnetic theory of light in which he hypothesised an “elastic medium” through which light is propagated with a view to investigating if other phenomena also propagate in this “medium”. Maxwell investigated fields surrounding electrified and magnetic bodies and arrived at a set of equations for electromagnetic phenomena alone. By considering a plane wave propagating with velocity  $v$  he showed that the magnetic disturbance had to be in the plane of the wave and that the wave had all the properties of plane polarised light. Maxwell showed that  $v$  was equal to the inverse of the square root of the product of vacuum permeability and the permittivity of free space (units of metres per second). This constant had been measured in 1855 by Weber and Kohlrausch as 310,740,000 m/s and given the symbol  $c$  by Weber. Maxwell stated that this quantity should be equal to the velocity of light and quoted Foucault's measurement of 298,000,000 m/s for the speed of light in air as sufficient corroboration of his theory.

---

► **Describe the electromagnetic spectrum and the conventional units of measure for its constituent parts.**

The electromagnetic spectrum is the range of all possible frequencies or wavelengths of electromagnetic radiation (EMR). The spectrum can be represented graphically, from left to right, according to increasing frequency and decreasing wavelength or viceversa. For the former, the spectrum commences with radio waves, then microwaves, infrared radiation, the visible spectrum, ultraviolet, X-rays and finally gamma waves. The electromagnetic spectrum can also be expressed as a range of energies (Planck relation:  $E = hf$  or  $E = hc/\lambda$ , where  $h$  is the Planck constant). By convention – to ensure that the numbers used are not unwieldy – the radio and microwaves are measured in terms of frequency (Hz), infrared, visible light and ultraviolet in terms of wavelength (metres) and X-rays and gamma rays in terms of energy (electron volts).

► **Explain the visible spectrum.**

The visible spectrum is determined by photochemical reactions in photosensitive pigment in the retina, in which electrons within these molecules are excited by light entering the eye. The molecules undergo a very complicated cyclic process of decomposition and reconstitution that results in the transduction (the conversion of one form of energy into another) of the original light into nervous signals. These signals are assembled by complex connections between retinal nerves into a pattern that is carried through the optic nerve to the visual centres of the brain for interpretation into what we experience as vision. The range of wavelengths detectable with this mechanism stretches from 780 nanometres ( $7.80 \times 10^{-7}$  m), which is interpreted as red, down to 390 nanometres ( $3.90 \times 10^{-7}$  m), which is interpreted as violet.

---

► **Describe the behaviour of light waves when they encounter different media.**

When light waves propagating in one medium encounter another, they can be absorbed, reflected, transmitted or scattered. In *absorption*, the energy of the incident light causes the atoms and molecules in the medium to vibrate more and the medium becomes hotter. In *reflection*, a portion of the incident light is diverted back. Depending on the medium, reflection can be either *specular* (as with mirrors) or *diffuse* (the diverted light retains the energy but not the image). In *transmission*, the incident light passes through the medium, which is described as transparent. In *scattering*, the light is diverted back in a variety of directions depending on the surface structure of the medium. Optical behaviour between media can be a combination of these phenomena. For example, light passing from air into water can be reflected (image of the Sun), transmitted (clean water is transparent) and absorbed (the water is heated up).

---

## PROBLEMI MODELLO, DOMANDE E PROBLEMI IN PIÙ

### 3 L'ENERGIA DELLA LUCE

**24** **★★★** Il caricabatterie solare SOLIO, costituito da tre pannelli solari di superficie approssimativa  $50 \text{ cm}^2$  ciascuno, accumula l'energia irradiata dal Sole. L'irradiazione vale in media  $0,10 \text{ W/cm}^2$ .



SOLIO 2006

► Quanta energia può immagazzinare SOLIO in un secondo?

[15 J]

### 4 LE GRANDEZZE FOTOMETRICHE

**27** **★★★** Per preservare i quadri di una pinacoteca l'illuminamento medio prodotto da una sorgente luminosa posta a  $5,0 \text{ m}$  di distanza non può superare il valore di  $60 \text{ lux}$ .

► Qual è il flusso luminoso massimo?

[ $1,9 \times 10^4 \text{ lm}$ ]

**28** **★★★** Un paralume di forma sferica con diametro  $40 \text{ cm}$  diffonde la luce di una lampadina di intensità  $15 \text{ cd}$  collocata nel suo centro.

► Calcola l'illuminamento prodotto sul paralume dalla lampadina.

[ $3,8 \times 10^2 \text{ lx}$ ]

**29** **★★★** Il flusso luminoso di una lampada al sodio (luce giallo-verde) è pari a  $1200 \text{ lm}$  ed è distribuito in modo omogeneo su una semisfera.

► Calcola l'intensità luminosa.

► L'intensità luminosa aumenta o diminuisce se anziché luce gialla si adoperava una lampada con luce rossa?

[ $191 \text{ cd}$ ]

### 6 LA RIFLESSIONE E LA DIFFUSIONE DELLA LUCE

**46** **★★★** Un uomo di statura  $1,80 \text{ m}$  vuole riflettersi interamente in uno specchio alto  $50 \text{ cm}$  appeso alla parete.

► A che distanza deve porsi dallo specchio?

**47** **★★★** Un pannello solare di superficie  $S = 1,00 \text{ m}^2$  riceve l' $80,0\%$  dell'energia dalla radiazione solare diretta perpendicolarmente alla sua superficie e il resto dalla radiazione diffusa e genera una potenza di  $60,0 \text{ W}$  con un

rendimento di conversione del  $12,0\%$ . Il rendimento è definito come rapporto tra la potenza elettrica generata e la potenza della luce solare complessiva sulla superficie del pannello.

► Calcola la potenza della radiazione solare totale in quel momento della giornata.

► Calcola la potenza della radiazione diffusa.

[ $5,00 \times 10^2$ ;  $1,00 \times 10^2 \text{ W}$ ]

### 7 LA RIFRAZIONE DELLA LUCE

**52** **★★★** Una lampada al sodio illumina un cristallo di sale, che ha indice di rifrazione pari a  $1,54$ , contenuto all'interno di un contenitore di vetro con indice di rifrazione di  $1,60$ .

► Calcola gli indici di rifrazione relativi nel passaggio del raggio:

- dall'aria al vetro.
- dall'aria al sale.

- dal sale all'aria.
- dal vetro all'aria.

► In quali dei precedenti casi il raggio si allontana dalla perpendicolare alla superficie di separazione dei mezzi e in quali si avvicina?

[ $1,60$ ;  $1,54$ ;  $0,649$ ;  $0,625$ ]

**53** ★★★ Un raggio di luce colpisce con un angolo di incidenza di  $45^\circ$  il vetro di una finestra di spessore  $0,70\text{ cm}$  e indice di rifrazione di  $1,41$ .

- Calcola la lunghezza del tratto percorso dalla luce all'interno della lastra.

[ $0,81\text{ cm}$ ]

**54** ★★★ Due raggi paralleli, ma di colore diverso incidono su un vetro flint con un angolo di  $18,0^\circ$ . Il primo raggio ha un angolo di rifrazione pari a  $11,7^\circ$ , mentre il secondo un angolo di rifrazione di  $11,8^\circ$ .

- Calcola la differenza tra gli indici di rifrazione del vetro per i due diversi raggi.
- Indica di che colore sono i due raggi.

**Suggerimento:** vedi tabella del paragrafo 2)

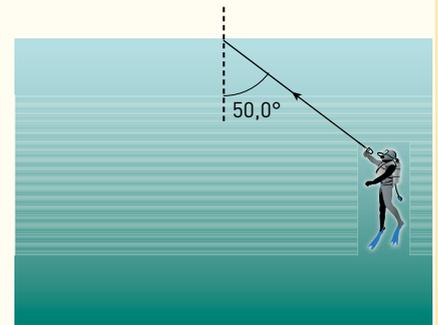
[ $0,013$ ; violetto-giallo]

## 8 ANGOLO LIMITE E RIFLESSIONE TOTALE

### PROBLEMA MODELLO 4 UN MESSAGGIO LUMINOSO DA UN SUB

Un sub, immerso in acqua salata (indice di rifrazione  $n_2 = 1,55$ ), deve inviare un messaggio luminoso in aria. Egli utilizza un angolo di incidenza di  $50,0^\circ$ .

- Stabilisci se il raggio luminoso riesce a uscire in aria, cioè se avviene la rifrazione relativamente al passaggio acqua salata-aria, e in caso affermativo calcola l'angolo di rifrazione.
- Nelle stesse condizioni di incidenza, stabilisci se il raggio luminoso viene rifratto dal vetro di una barca per osservazioni marine ( $n_3 = 1,60$ ), e in caso affermativo calcola l'angolo di rifrazione.



#### ■ DATI

Indice di rifrazione dell'acqua  $n_1 = 1,55$   
 Indice di rifrazione dell'aria  $n_2 = 1,00$ .  
 Indice di rifrazione del vetro  $n_3 = 1,60$ .  
 Angolo di incidenza  $\hat{i} = 50,0^\circ$

#### ■ INCOGNITE

Il raggio esce in aria? Angolo di rifrazione  $\hat{r}_1$  (acqua salata-aria)?  
 Angolo di rifrazione  $\hat{r}_2$  (acqua salata-vetro)?

### L'IDEA

- Per capire se nelle condizioni di incidenza stabilite dal problema il raggio esce in aria, calcoliamo l'angolo limite relativamente al passaggio acqua salata-aria.
- Per il passaggio acqua salata-vetro, osserviamo che la luce proviene da un mezzo meno rifrangente (l'acqua) e va verso un mezzo più rifrangente (il vetro), quindi in queste condizioni avviene di certo la rifrazione.

### LA SOLUZIONE

Determino l'angolo limite  $\hat{i}_L$ .

$$\frac{\sin \hat{i}_L}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{1,55} \rightarrow \hat{i}_L = \arcsen\left(\frac{1}{1,55}\right) = 40,2^\circ$$

Poiché l'angolo di incidenza è superiore all'angolo limite, non avviene alcuna rifrazione e si verifica invece il fenomeno della riflessione totale. Il sub deve quindi utilizzare un angolo di incidenza minore di  $40,2^\circ$  se vuole fare uscire dall'acqua il raggio luminoso.

Determino l'angolo  $\hat{r}_2$ .

$$\frac{\text{sen } \hat{i}}{\text{sen } \hat{r}_2} = \frac{n_3}{n_1} = \frac{1,60}{1,55} \rightarrow \hat{r}_2 = \arcsen\left(\frac{1,55}{1,60} \times \text{sen } 50,0^\circ\right) = 47,9^\circ$$

## PER NON SBAGLIARE

- Per valutare la possibilità che la luce subisca il fenomeno della riflessione totale, bisogna prestare attenzione agli indici di rifrazione dei due mezzi: il primo mezzo deve essere quello più rifrangente.
- Cercare di ricavare l'angolo limite nel secondo caso, conduce a una relazione impossibile: infatti,  $\frac{n_3}{n_1} > 1$ , ma il seno dell'angolo limite non può essere maggiore di 1!

**69** Un raggio di luce attraversa le pareti in vetro ( $n_1 = 1,60$ ) di una vasca d'acqua salata ( $n_2 = 1,55$ ).

- ▶ Quanto vale l'angolo limite per un raggio di luce che passa dal vetro all'acqua salata?
- ▶ Immagina poi che il raggio di luce esca dalla vasca attraverso il vetro. Quanto vale in questo caso l'angolo limite?

[circa  $76^\circ$ ; circa  $39^\circ$ ]

**70** Due cornici hanno rispettivamente angoli limite di  $42,2^\circ$  e  $33,4^\circ$ .

- ▶ Indica i materiali di cui sono costituite le due cornici.
- ▶ Calcola il rapporto dei loro indici di rifrazione.

[Plexiglas e vetro; 0,82]

## TEST

**6** Il fenomeno della riflessione totale può avvenire quando:

- A i raggi luminosi passano dall'acqua al vetro.
- B i raggi luminosi passano dall'acqua a qualunque altro materiale.
- C i raggi luminosi passano da un mezzo meno rifrangente a uno più rifrangente.
- D i raggi luminosi passano da un mezzo più rifrangente a uno meno rifrangente.

**7** Perché un raggio di luce proveniente dal Sole e fatto passare attraverso un prisma ne emerge mostrando tutti i colori dell'arcobaleno?

- A perché riceve energia dal prisma a causa della sua forma
- B perché deve cedere energia al prisma a causa della sua forma
- C è solo un effetto ottico, la luce è ancora bianca
- D perché l'indice di rifrazione varia a seconda della lunghezza d'onda della luce

*Test ammissione biotecnologie 2012/2013*

**8** Una lampadina, che può essere considerata come una sorgente luminosa puntiforme, si trova alla distanza di 5 m da una parete. Un disco circolare opaco di raggio 0,40 m viene collocato parallelamente alla parete alla distanza

di 2 m dalla lampadina, in modo che la congiungente della lampadina con il centro del disco sia perpendicolare al disco stesso ed alla parete. Qual è il raggio dell'ombra prodotta da questo disco sulla parete?

- A 1 m
- B 1,20 m
- C 0,90 m
- D 1,30 m
- E 0,80 m

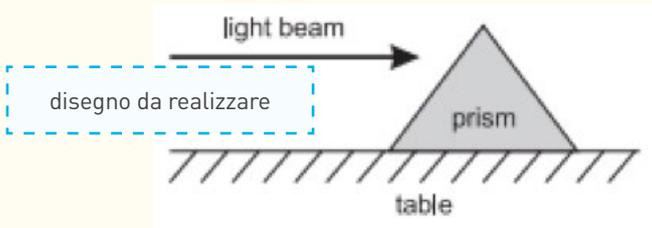
*Prova di ammissione al corso di laurea in Architettura 2010/2011*

**9** Stiamo nuotando immersi sott'acqua sul fondo di una lunga piscina; alziamo gli occhi e vediamo le cose sopra di noi, ma se spingiamo lo sguardo lontano dal punto in cui ci troviamo, notiamo che la superficie acqua-aria si comporta come uno specchio che rimanda le immagini interne alla piscina. Il fenomeno è dovuto:

- A alle proprietà della riflessione totale interna.
- B alle proprietà della superficie dell'acqua.
- C alle proprietà della superficie dell'acqua quando si aggiunge cloro.
- D alla mancanza di luce diretta.
- E all'eccessiva illuminazione esterna.

*Prova di ammissione al corso di laurea in Medicina e Chirurgia 2008/2009*

- 10 A triangular glass prism sits on a table point upwards, and a beam of coloured light is directed horizontally near the top of the prism. What happens to the light beam at the prism?



- A It is bent up.
- B It is bent down.
- C It continues horizontally.
- D It depends on the colour.

Joint Entrance Examination for Indian Institutes of Technology (JEE) – 2011

- 11 A ray of light travelling in the direction  $\frac{1}{2}(\hat{i} + \sqrt{3}\hat{j})$  is incident on a plane mirror. After reflection, it travels along the direction  $\frac{1}{2}(\hat{i} - \sqrt{3}\hat{j})$ . The angle of incidence is:

- A  $30^\circ$
- B  $45^\circ$
- C  $60^\circ$
- D  $75^\circ$

Joint Entrance Examination for Indian Institutes of Technology (JEE) – 2013

- 12 L'irradiazione di una superficie dipende dalla distanza dalla sorgente?

- A Sì, aumenta con la distanza.
- B Sì, diminuisce con l'inverso della distanza.
- C Sì, aumenta con il quadrato della distanza.
- D Sì, diminuisce con l'inverso del quadrato della distanza.

- 13 L'angolo solido  $\Omega$  compreso all'interno di una calotta di superficie  $1,5 \text{ m}^2$  ricavata su una sfera di raggio  $80 \text{ cm}$  è:

- A  $0,43 \text{ sr}$
- B  $0,43\pi \text{ sr}$
- C  $2,3\pi \text{ sr}$
- D  $2,3 \text{ sr}$

- 14 Un raggio luminoso forma un angolo di  $60^\circ$  con la superficie riflettente su cui incide. L'angolo formato dal raggio incidente e dal raggio riflesso è:

- A  $30^\circ$
- B  $60^\circ$
- C  $90^\circ$
- D  $120^\circ$

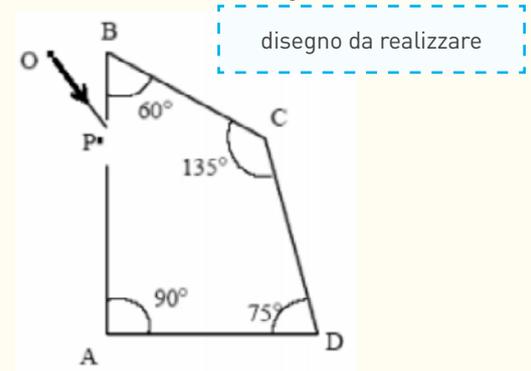
- 15 In corrispondenza dell'angolo limite:

- A l'angolo di rifrazione è nullo.
- B l'angolo di rifrazione è un angolo retto.
- C l'angolo di incidenza è nullo.
- D l'angolo di incidenza è un angolo retto.

- 16 L'angolo limite per la rifrazione vetro-acqua è di circa  $63^\circ$ . Due raggi di luce arrivano sulla superficie di separazione vetro-acqua con angoli rispettivamente di  $62^\circ$  e  $72^\circ$ . Come si comportano i due raggi?

- A Sono rifratti.
- B Il primo è rifratto nell'acqua, il secondo è riflesso nel vetro.
- C Il primo è riflesso nel vetro, il secondo è rifratto nell'acqua.
- D Sono riflessi.

- 17 A ray OP of monochromatic light is incident on the face AB of prism ABCD near vertex B at an incident angle of  $60^\circ$  (see figure). If the refractive index of the material of the prism is  $\sqrt{3}$ , which of the following is (are) correct?



- A The ray gets totally internally reflected at face CD.
- B The ray comes out through face AD.
- C The angle between the incident ray and the emergent ray is  $90^\circ$ .
- D The angle between the incident ray and the emergent ray is  $120^\circ$ .

Joint Entrance Examination for Indian Institutes of Technology (JEE) – 2010