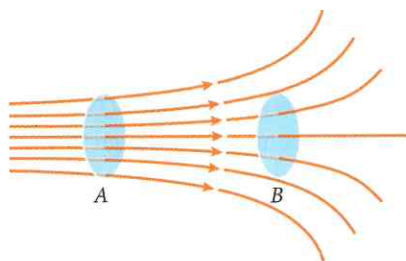


### 3 Il flusso di un campo vettoriale

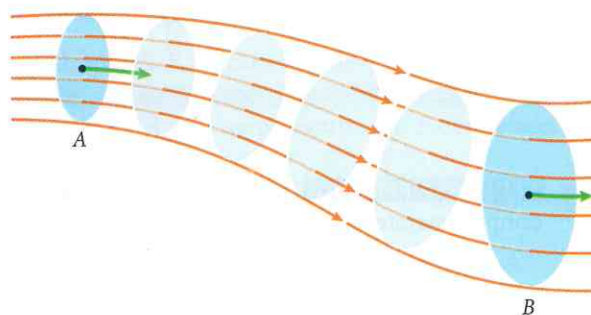
**41** **FERMATI A PENSARE** Il flusso di un campo vettoriale uniforme attraverso una superficie quadrata di lato  $L$  ha un valore pari a  $\Phi$ . Quanto diventa il flusso se il lato della superficie viene dimezzato?

**42** **FERMATI A PENSARE** La figura mostra una regione di spazio con due superfici  $A$  e  $B$  e le linee di campo.



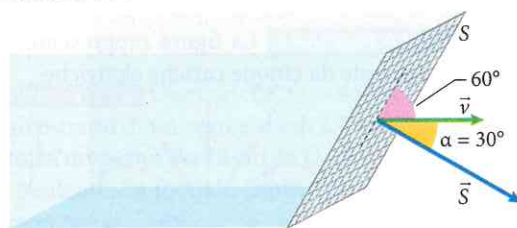
► Attraverso quale delle due superfici rappresentate nella figura il flusso è maggiore?

**43** **FERMATI A PENSARE** La figura mostra una regione di spazio con due superfici  $A$  e  $B$  e le linee di campo.



► Attraverso quale delle due superfici rappresentate nella figura il flusso è maggiore?

**44** Una grata rettangolare di area  $S = 0,48 \text{ m}^2$  è inserita in una condotta dove fluisce l'acqua alla velocità di  $2,75 \text{ m/s}$ . Rispetto alla direzione della velocità dell'acqua, la grata è inclinata di  $60^\circ$ .



► Calcola la portata dell'acqua attraverso la grata.

[1,1 m<sup>3</sup>/s]

**45** Una griglia quadrata di superficie  $S = 4,0 \text{ m}^2$  viene inserita all'interno di una condotta in cui l'acqua si muove alla velocità di  $7,5 \text{ m/s}$ . La portata dell'acqua attraverso la griglia è  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ .

► Determina l'inclinazione della griglia rispetto alla velocità dell'acqua.

**46** Una cornice rettangolare di area  $S$  è inserita in una condotta d'acqua in cui si muove la velocità vettoriale dell'acqua  $\vec{v}$  portata dell'acqua attraverso la cornice.

► Determina il modulo  $v$  della velocità dell'acqua che scorre nella condotta.

**47** Una superficie piana di area  $S$  è attraversata da un campo elettrico uniforme  $\vec{E}$ . L'angolo tra il vettore superficie  $\vec{S}$  ed  $\vec{E}$  è  $\alpha$ .

► Calcola il flusso del campo elettrico attraverso la superficie.

**48** Il flusso di un campo elettrico attraverso una superficie piana di area  $10,0 \text{ m}^2$  è  $5,0 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}$ . L'angolo tra il vettore superficie  $\vec{S}$  ed il vettore campo elettrico  $\vec{E}$  è  $45^\circ$ .

► Calcola il modulo del campo elettrico.

**49** Una grata circolare di raggio  $r$  è inserita in una condotta in cui si muove la velocità vettoriale  $\vec{v}$  uniforme. La grata è inclinata di  $\theta$  rispetto alla direzione della velocità  $\vec{v}$  e la portata attraverso la grata è  $Q$ .

► Calcola il modulo della velocità  $v$  dell'acqua che scorre nella condotta.  
► Più avanti nella condotta la grata forma un angolo di  $60^\circ$  rispetto alla direzione della velocità  $\vec{v}$  (la superficie della condotta è invariata).

#### 50 PROBLEMA SVOLTO

In una condotta fluisce l'acqua con una sezione variabile: l'acqua attraversa la superficie  $S_1$  con velocità  $v_1$  e attraversa, sempre perpendicolarmente, la superficie  $S_2$  con una velocità inferiore  $v_2$  (la portata è grande della superficie  $S_1$  di  $Q$ ).

► Calcola l'area della superficie  $S_2$ .  
► Si pone una grata dove si muove la velocità  $\vec{v}$  della grata con la velocità dell'acqua  $\vec{v}$ . Calcola la portata dell'acqua attraverso la grata.

## 2 Dall'energia potenziale al potenziale elettrico

**20** **FERMATI A PENSARE** Il potenziale elettrico generato da una distribuzione di cariche dipende dalla presenza di una carica di prova?

**21** **FERMATI A PENSARE** Spiega se sei d'accordo o meno con la seguente affermazione: «I valori del potenziale e del campo elettrico dipendono dalla posizione del livello di zero del potenziale.»

**22** **FERMATI A PENSARE** Considera i punti  $A$  e  $B$  rispettivamente a potenziale elettrico  $V_A$  e  $V_B$ . La forza elettrica compie un lavoro positivo, spostando una carica positiva da  $A$  verso  $B$ . La differenza di potenziale  $\Delta V = V_B - V_A$  è positiva o negativa?

**23** Quando una carica  $q = 1,8 \times 10^{-11}$  C viene spostata da un punto  $A$  a un secondo punto  $B$ , l'energia potenziale del sistema diminuisce di  $9,7 \times 10^{-8}$  J.

- ▶ Quanto vale la differenza di potenziale  $V_B - V_A$ ?  
[−5,4 kV]

**24** Una carica puntiforme di  $-7,2 \times 10^{-12}$  C si muove da un punto a un altro nel vuoto. Tra i due punti si ha una differenza di potenziale di  $1,4 \times 10^3$  V.

- ▶ Determina la variazione di energia potenziale.  
[−1,0 × 10<sup>−8</sup> J]

**25**  An electric field does  $4,0 \times 10^{-18}$  J of work on a proton.

- ▶ What is the equivalent amount of work expressed in electronvolts?  
[25 eV]

**26** Un sistema formato da due cariche elettriche viene modificato e, di conseguenza, la sua energia potenziale aumenta di 48,7 eV.

- ▶ Esprimi lo stesso valore in joule.  
[7,80 × 10<sup>−18</sup> J]

**27** Un fascio di elettroni si muove tra due piastre metalliche cariche che hanno una differenza di potenziale pari a 25,6 V. Gli elettroni sono generati, con velocità trascurabile, dalla piastra negativa riscaldata ad alta temperatura e vanno verso la piastra positiva.

- ▶ Determina con quale velocità gli elettroni arrivano alla piastra positiva.  
[3,00 × 10<sup>6</sup> m/s]

**28** Gli elettroni, prodotti a bassa velocità da una piastra metallica negativa, attraversano un foro di una piastra metallica positiva, disposta parallelamente alla prima, con velocità pari a  $4,64 \times 10^6$  m/s.

- ▶ Determina la differenza di potenziale tra le due piastre.  
[61,2 V]

**29** Un elettrone ( $q_e = -1,6 \times 10^{-19}$  C) viene accelerato da una differenza di potenziale  $\Delta V = 1,0 \times 10^5$  V, applicata tra i punti  $A$  e  $B$ .

- ▶ Quanta energia cinetica acquista?  
[1,6 × 10<sup>−14</sup> J]

**30** Una proteina ionizzata, di massa  $m = 2,00 \times 10^{-22}$  kg e carica  $q = 1,50 \times 10^{-16}$  C, si muove da un punto  $A$  a un punto  $B$  nel vuoto per effetto di un campo elettrico. La velocità della proteina nel punto  $A$  è  $v_A = 200$  m/s e nel punto  $B$  è  $v_B = 350$  m/s.

- ▶ Calcola la differenza di potenziale  $\Delta V = V_B - V_A$  tra i punti  $A$  e  $B$ .  
[−55 V]

**31** Una particella, di massa  $m = 3,0 \times 10^{-5}$  kg e carica  $q = 2,0 \times 10^{-6}$  C, proviene dall'infinito con velocità  $v = 2,4 \times 10^2$  m/s e si muove verso una particella carica  $Q = 4,0 \times 10^{-6}$  C, tenuta fissa a riposo nel vuoto. La velocità di avvicinamento è diretta lungo la congiungente le due particelle.

- ▶ Calcola a quale distanza  $r$  dalla carica  $Q$  la particella carica  $q$  è istantaneamente ferma.  
[8,3 cm]

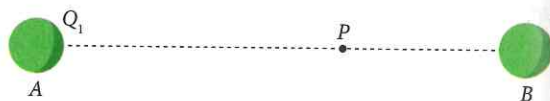
**32** Una carica puntiforme positiva  $q$  è posta nel vuoto. Il potenziale elettrico è 100 V a 20 cm dalla carica.

- ▶ Calcola il valore della carica  $q$ .  
[2,2 × 10<sup>−10</sup> C]

**33** Quattro cariche sono disposte rigidamente ai vertici di un quadrato di lato  $l$ , con i lati disposti parallelamente agli assi cartesiani di un sistema di coordinate con origine nel centro del quadrato. Due cariche sono positive e due sono negative ( $q_n = -q_p$ ).

- ▶ Determina il potenziale elettrico al centro del quadrato.  
[0 V]

**34** Nel punto  $A$  è fissata una carica elettrica  $Q_A = 3,68 \times 10^{-9}$  C e nel punto  $B$ , che dista 80,0 cm da  $A$ , è fissata una seconda carica elettrica  $Q_B = -5,74 \times 10^{-9}$  C.



Il punto  $P$  è posto sul segmento  $AB$ , a 50,0 cm da  $A$ . Le cariche sono poste nel vuoto.

- ▶ Calcola il valore del potenziale elettrico in  $P$ .  
[490 V]

## L'equilibrio elettrostatico di un conduttore

- 1** L'equilibrio elettrostatico in un conduttore è lo stato in cui la carica
- A è distribuita uniformemente su tutto il volume del conduttore.
  - B forma una distribuzione stazionaria sempre simmetrica.
  - C forma una distribuzione stazionaria sempre sferica.
  - D forma una distribuzione stazionaria che non cambia nel tempo.
- 2** Per un conduttore all'equilibrio elettrostatico, quale delle seguenti affermazioni è falsa?
- A La carica elettrica si trova tutta sulla superficie.
  - B Il campo elettrico all'interno del conduttore è nullo.
  - C Il campo elettrico sulla superficie del conduttore è in ogni punto perpendicolare alla superficie.
  - D Il potenziale elettrico sulla superficie è diverso dal potenziale elettrico all'interno del conduttore.
- 3** Per quale motivo un oggetto metallico carico positivamente diventa neutro (cioè si scarica) quando qualcuno lo tocca?
- A Degli elettroni fluiscono fuori dall'oggetto.
  - B Degli elettroni scorrono verso l'oggetto.
  - C Dei protoni fluiscono fuori dall'oggetto.
  - D Dei protoni scorrono verso l'oggetto.
- 4** In un conduttore all'equilibrio elettrostatico, la carica
- A si concentra nelle parti più incurvate della superficie.
  - B si concentra al centro del conduttore.
  - C si distribuisce uniformemente all'interno del conduttore lasciando neutra la superficie.
  - D si distribuisce uniformemente su tutto il conduttore.
- 5** Il teorema di Coulomb dice che il modulo del campo elettrico in un punto della superficie di un conduttore è direttamente proporzionale
- A alla distribuzione superficiale di carica in quel punto.
  - B al valore assoluto della distribuzione superficiale di carica in quel punto.
  - C alla costante dielettrica assoluta.
  - D alla costante dielettrica nel vuoto.
- 6** La superficie di un conduttore in equilibrio elettrostatico
- A ha campo elettrico sempre nullo.
  - B ha potenziale elettrico sempre nullo.
  - C è sempre neutra.
  - D è una superficie equipotenziale.
- 7** Due sfere conduttrici all'equilibrio elettrostatico hanno raggio differente. Sono molto distanti tra loro e sono collegate da un filo conduttore. Quale delle seguenti affermazioni è vera?
- A Le sfere contengono pari quantità di carica.
  - B La sfera più grande contiene una carica più piccola.
  - C La sfera più piccola ha una densità di carica superficiale più grande.
  - D Le sfere contengono una quantità di carica inversamente proporzionale al loro raggio.

## La capacità di un conduttore

- 8** Diversi conduttori in equilibrio elettrostatico sono allo stesso potenziale  $V_0$ . La loro capacità è
- A direttamente proporzionale alla loro carica.
  - B inversamente proporzionale alla loro carica.
  - C direttamente proporzionale al quadrato della loro carica.
  - D indipendente dalla loro carica.
- 9** A parità di potenziale elettrico un conduttore A ha capacità doppia rispetto a un conduttore B. La carica contenuta in B è
- A il doppio della carica contenuta in A.
  - B il quadruplo della carica contenuta in A.
  - C la metà della carica contenuta in A.
  - D pari alla carica contenuta in A.
- 10** A parità di potenziale elettrico, il rapporto tra le capacità  $C_1$  e  $C_2$  di due sfere conduttrici è 3. Qual è il rapporto tra i raggi delle sfere?
- A  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{3}$
  - B  $\frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{3}$
  - C  $\frac{R_1}{R_2} = 0,3$
  - D  $\frac{R_2}{R_1} = 0,3$

## I condensatori

- 11 Un condensatore è un sistema di due conduttori
- A separati dal vuoto o da un mezzo isolante e abbastanza lontani da non interagire, cioè da non compiere induzione elettrostatica l'uno sull'altro.
  - B separati dal vuoto o da un mezzo isolante e abbastanza vicini da interagire, cioè da compiere induzione elettrostatica l'uno sull'altro.
  - C uniti tra loro in modo da compiere induzione elettrostatica l'uno sull'altro.
  - D separati da una distanza infinita.
- 12 In un condensatore piano le densità di carica superficiali sulle due armature sono
- A uguali.
  - B opposte.
  - C sempre nulle.
  - D sempre non nulle.
- 13 Il campo elettrico tra le armature di un condensatore
- A è uniforme.
  - B è parallelo alle armature.
  - C ha verso uscente dall'armatura positiva verso quella negativa.
  - D ha verso uscente dall'armatura negativa verso quella positiva.
- Suggerimento:** più di una risposta potrebbe essere corretta.
- 14 La capacità di un condensatore piano
- A dipende dalla distanza tra le armature.
  - B non dipende dall'area delle armature.
  - C aumenta inserendo un isolante tra le armature.
  - D diminuisce inserendo un isolante tra le armature.
- Suggerimento:** più di una risposta potrebbe essere corretta.
- 15 Se inseriamo tra le armature di un condensatore piano un isolante con costante dielettrica relativa pari a 2, la capacità del condensatore
- A resta invariata.
  - B dimezza.
  - C raddoppia.
  - D quadruplica.
- 16 Una sola tra le seguenti affermazioni è errata. Quale?
- A Più condensatori collegati in parallelo sono sottoposti alla stessa differenza di potenziale.
  - B Se dei condensatori sono collegati in serie, hanno tutti la stessa carica sulle armature, indipendentemente dalla loro capacità.

- C La capacità equivalente di più condensatori collegati in parallelo è più grande del valore di ogni singola capacità
- D La capacità equivalente di più condensatori uguali collegati in parallelo si ottiene calcolando il valor medio delle capacità di tutti i condensatori.

- 17 Sei condensatori uguali di capacità 2 F sono collegati in parallelo. La capacità equivalente è:
- A 2 F
  - B 6 F
  - C 8 F
  - D 12 F

- 18 Due condensatori uguali di capacità 4 F sono collegati in serie. La capacità equivalente è
- A 2 F
  - B 4 F
  - C 6 F
  - D 12 F

- 19 Il lavoro necessario per caricare un condensatore con una carica di 2 C e una differenza di potenziale di 1 V è:
- A 1/2 J
  - B 1 J
  - C 2 J
  - D 4 J

- 20 La densità volumica di energia elettrica di un condensatore all'equilibrio elettrostatico
- A dipende dalla distanza tra le armature.
  - B non dipende dalla carica accumulata dal condensatore.
  - C dipende dal tempo necessario per raggiungere l'equilibrio elettrostatico.
  - D non dipende dall'area delle armature.

- 21 Se il campo elettrico tra le armature di un condensatore piano raddoppia, la densità volumica di energia elettrica del condensatore
- A dimezza.
  - B raddoppia.
  - C triplica.
  - D quadruplica.

- 22 Se la densità di carica sulle armature di un condensatore piano raddoppia, la densità volumica di energia elettrica del condensatore
- A dimezza.
  - B raddoppia.
  - C triplica.
  - D quadruplica.

- 23 Le seguenti espressioni, tranne una, consentono di calcolare l'energia immagazzinata in un condensatore. Trova la formula errata.
- A  $W = \frac{1}{2} C \Delta V^2$
  - B  $W = \frac{1}{2} C^2 \Delta V$
  - C  $W = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$
  - D  $W = \frac{1}{2} Q \Delta V$

# Problemi


## 1 L'equilibrio elettrostatico dei conduttori

**1** **FERMATI A PENSARE** Una pallina di rame con una carica di 10 nC è attaccata a una bacchetta di plastica e viene calata all'interno di un barattolo di alluminio fino a toccarne il fondo. Poi la pallina viene estratta e si misura di nuovo la sua carica. Quale valore si trova?

**2** Una sfera metallica ha una densità superficiale di carica di  $-8,4 \text{ nC/m}^2$  e raggio 30 cm.

- ▶ Calcola la carica con cui è stata elettrizzata.

[ $-9,5 \text{ nC}$ ]

**3**  An insulated metal cylinder with a base radius of 1.0 cm and a height of 30 cm is given a charge of 6.8 nC.

- ▶ Calculate the average surface charge density.

[ $3,5 \times 10^{-7} \text{ C/m}^2$ ]

**4** Una sfera conduttrice di raggio 10 cm è elettrizzata con una carica di 2,7  $\mu\text{C}$ . Una carica di 3,5 nC viene spostata sulla sua superficie esterna tra due punti distanti 3,0 cm.

- ▶ Calcola il lavoro compiuto per spostare la carica.

[0 J]

**5** Un conduttore A e un conduttore B si trovano, rispettivamente, a un potenziale di +120 V e di +300 V rispetto al potenziale di terra. Scegli il potenziale del conduttore A come riferimento per il potenziale.

- ▶ Quali sono i valori del potenziale del conduttore B e della Terra?

$$V_B = V_{BA} = 300 - 120 = 180 \text{ V}$$

[+180 V; -120 V]

$$V_T = 0 - 120 \text{ V} = -120 \text{ V}$$

**6** In prossimità di una superficie sferica conduttrice posta nel vuoto, la densità di carica elettrica è  $1,77 \times 10^{-9} \text{ C/m}^2$ .

- ▶ Determina il vettore campo elettrico in prossimità della superficie.

[ $200 \text{ N/C}$ ]

**7** Una sfera conduttrice, posta nel vuoto, ha un raggio di 23,8 cm e possiede una carica di  $-5,77 \times 10^{-8} \text{ C}$ .

- ▶ Calcola il valore del potenziale elettrico nei punti interni alla sfera.

[ $-2,18 \times 10^3 \text{ V}$ ]

**8** Il potenziale di un punto a distanza 2,00 mm dalla superficie di un conduttore è di 100,0 V, mentre il potenziale del conduttore è di 103,0 V.

- ▶ Quanto vale approssimativamente la densità di carica sulla superficie del conduttore in prossimità del punto considerato?

[ $1,3 \times 10^{-8} \text{ C/m}^2$ ]

**9** **FERMATI A PENSARE** Una sfera conduttrice cava ha un raggio interno  $r_1$  e un raggio esterno  $r_2 > r_1$  ed è scarica. Essa contiene una seconda sfera conduttrice concentrica alla prima; la sfera interna è elettrizzata con una carica positiva  $Q$ , che induce una carica  $q$  sulla superficie interna della sfera. Tutto il sistema è in equilibrio elettrostatico.

- ▶ Quanto vale il campo elettrico all'interno della sfera più piccola?

- ▶ Quanto vale il campo elettrico nello spessore della sfera, a distanza  $r$  (con  $r_1 < r < r_2$ ) dal centro della sfera?

- ▶ Sulla base del risultato precedente, usa il teorema di Gauss per stabilire il valore di  $q$ .

- ▶ Quanto vale la carica complessiva indotta sulla superficie esterna della sfera?

[ $0 \text{ V/m}$ ;  $-Q$ ;  $Q$ ]

**10** Una sfera di raggio  $R_1$ , elettrizzata con una carica  $+Q$ , ha una densità superficiale di carica  $\sigma$ . Una seconda sfera, di raggio  $R_2$ , elettrizzata con la stessa quantità di carica  $+Q$ , ha una densità superficiale di carica doppia della prima.

- ▶ Calcola il rapporto tra  $R_2$  e  $R_1$ .

[ $\sqrt{2}/2$ ]

**11** Due sfere metalliche cariche di raggio  $R_1$  e  $R_2 = R_1/4$  hanno densità superficiali di carica rispettivamente  $\sigma_1$  e  $\sigma_2 = 20 \sigma_1$ .

- ▶ Calcola il rapporto tra le cariche  $Q_1$  e  $Q_2$  delle due sfere.

In seguito, tutta la carica della sfera 1 viene spostata sulla sfera 2 e la densità di carica superficiale diventa  $\sigma'_2 = 2,0 \times 10^{-7} \text{ C/m}^2$ .

- ▶ Calcola quanto valeva la carica  $Q_1$  se  $R_1 = 2,5 \text{ cm}$ .

[ $4/5$ ;  $4,4 \times 10^{-11} \text{ C}$ ]

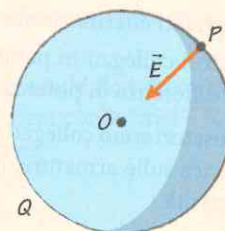
### 12 PROBLEMA SVOLTO

Un conduttore sferico isolato, posto nel vuoto, ha un raggio di 23,0 cm e possiede una carica  $Q = -3,45 \times 10^{-10} \text{ C}$ .

- ▶ Determina il vettore campo elettrico  $\vec{E}$  sulla sua superficie.

#### Risoluzione

- Rappresentiamo la situazione



Tra le armature di un condensatore viene applicata una differenza di potenziale di 300 V. In un certo istante di tempo, un elettrone e un protone, situati in due punti equidistanti dalle armature, iniziano a muoversi rispettivamente verso l'armatura positiva e verso quella negativa. Il protone possiede una velocità iniziale  $v_0$ , mentre

l'elettrone parte da fermo. Si osserva che le due particelle giungono in corrispondenza dell'armatura nello stesso istante  $t$ .

► Calcola la velocità iniziale del protone.

[ $3,63 \times 10^6$  m/s]

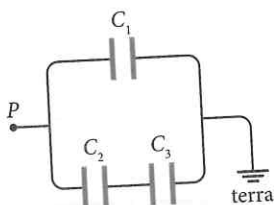
## Condensatori in parallelo e in serie

Due condensatori hanno capacità  $C_1 = 1,60 \mu\text{F}$  e  $C_2 = 2,40 \mu\text{F}$ .

► Calcola la capacità equivalente quando i condensatori sono collegati in parallelo.

► Calcola la capacità equivalente quando i condensatori sono collegati in serie.

[ $4,00 \mu\text{F}$ ;  $0,960 \mu\text{F}$ ]



[ $350 \text{ pF}$ ]

Le capacità dei tre condensatori che compaiono nella figura sono, rispettivamente,  $C_1 = 230 \text{ pF}$ ,  $C_2 = 200 \text{ pF}$  e  $C_3 = 300 \text{ pF}$ .

► Qual è la capacità equivalente del sistema?

Vuoi accumulare una carica di  $20 \mu\text{C}$  collegando in parallelo dei condensatori identici di capacità pari a  $5,0 \times 10^{-8} \text{ F}$ . La differenza di potenziale ai capi del parallelo è 50 V.

► Quanti condensatori bisogna utilizzare?

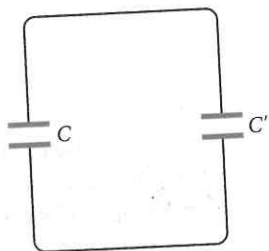
[8]

Lo spazio tra le armature di un condensatore piano, che ha capacità  $1,0 \text{ nF}$  nel vuoto, è riempito per metà del suo spessore con un dielettrico di costante dielettrica relativa  $\epsilon_{r1} = 4,9$ ; nell'altra metà, invece, è introdotto un dielettrico con  $\epsilon_{r2} = 3,7$ .

► La capacità del condensatore è aumentata o diminuita?

**Suggerimento:** puoi immaginare il condensatore come formato da due condensatori, uguali per dimensioni, riempiti con dielettrici diversi e collegati in serie.

[aumenta a  $4,2 \text{ nF}$ ]



Un condensatore di capacità  $C = 6,50 \text{ nF}$  è caricato fino a ottenere una differenza di potenziale fra le sue armature di 400 V. Il condensatore viene staccato dalla sorgente di carica e poi collegato a un secondo condensatore, inizialmente scarico, di capacità  $C' = 2C/5$ , come nella figura sotto.

► Determina la differenza di potenziale ai capi dei due condensatori.

► Quanto vale la carica immagazzinata su ciascun condensatore?

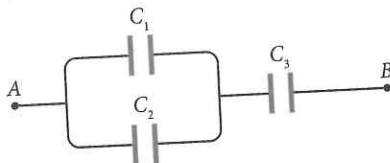
**Suggerimento:** dopo il collegamento tra i due condensatori, la carica elettrica, inizialmente presente solo sul primo condensatore, si distribuisce su entrambi fino a che si stabilisce una nuova condizione di equilibrio elettrostatico.

[ $286 \text{ V}$ ;  $1,86 \times 10^{-6} \text{ C}$ ;  $7,43 \times 10^{-7} \text{ C}$ ]

### PROBLEMA MODELLO 4 Una rete di condensatori

pag. 252

**ORA PROVA TU** Del sistema di condensatori nella figura sai che  $C_1 = 350 \text{ pF}$ ,  $C_2 = 520 \text{ pF}$ ,  $C_3 = 230 \text{ pF}$  e  $\Delta V_{AB} = 1,50 \text{ kV}$ .

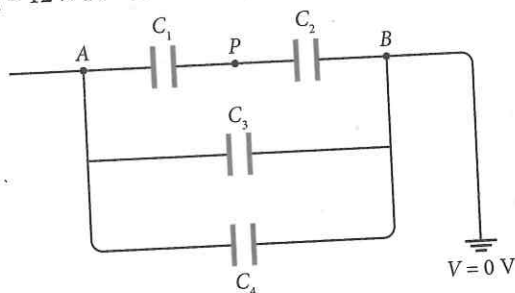


► Calcola la capacità equivalente.

► Determina la carica su ciascun condensatore e la differenza di potenziale ai capi di ognuno di essi.

[ $182 \text{ pF}$ ;  $Q_1 = 110 \text{ nC}$ ;  $Q_2 = 163 \text{ nC}$ ;  $Q_3 = 273 \text{ nC}$ ;  $\Delta V_1 = \Delta V_2 = 313 \text{ V}$ ;  $\Delta V_3 = 1,19 \times 10^3 \text{ V}$ ]

**ORA PROVA TU** Nello schema mostrato in figura le capacità dei condensatori sono:  $C_1 = 2,0 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 3,0 \mu\text{F}$ ,  $C_3 = 1,6 \mu\text{F}$  e  $C_4 = 3,2 \mu\text{F}$ . La carica sul condensatore 2 è  $Q_2 = 12 \times 10^{-5} \text{ C}$ .



► Calcola la capacità equivalente del sistema.

► Determina il valore del potenziale nel punto P e nel punto A.

► Calcola la carica presente sulle armature degli altri condensatori.

[ $6,0 \mu\text{F}$ ;  $+40 \text{ V}$ ;  $100 \text{ V}$ ;  $12 \times 10^{-5} \text{ C}$ ;  $1,6 \times 10^{-4} \text{ C}$ ;  $3,2 \times 10^{-4} \text{ C}$ ]

## La corrente elettrica in un circuito

- 1** Il verso convenzionale della corrente è quello in cui si muovono
- A i portatori di carica positiva.
  - B i portatori di carica negativa.
  - C gli elettroni.
  - D i portatori di carica più numerosi.
- 2** Un generatore di tensione continua
- A produce tra i terminali una differenza di potenziale variabile nel tempo.
  - B produce tra i terminali una differenza di potenziale costante nel tempo.
  - C produce nel circuito una corrente elettrica variabile nel tempo.
  - D non produce nel circuito alcuna corrente elettrica.
- 3** La funzione di un generatore di tensione è quella di trasportare
- A al polo - le cariche positive prelevate dal polo +.
  - B al polo + le cariche negative prelevate dal polo -.

- C al polo - le cariche negative prelevate dal polo +.
- D al polo + le cariche positive prelevate dal polo -.

- 4** In un circuito elettrico chiuso
- A non si osserva mai passaggio di corrente elettrica perché la catena di conduttori è interrotta.
  - B non si osserva mai passaggio di corrente elettrica perché il generatore di tensione non è collegato.
  - C si osserva passaggio di corrente elettrica perché la catena di conduttori non è interrotta.
  - D si osserva passaggio di corrente elettrica perché il generatore di tensione non è collegato.
- 5** Una carica di 10 C attraversa la sezione di un conduttore in  $10^{-1}$  secondi. L'intensità di corrente è:
- A 0 A
  - B 1 A
  - C 10 A
  - D 100 A
- 6** Una corrente di  $1,602 \times 10^{-17}$  A attraversa la sezione trasversale di un conduttore in 10 secondi. Quanti elettroni sono passati attraverso la sezione?
- A 1
  - B 10
  - C 100
  - D 1000

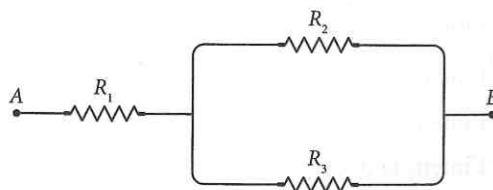
## La resistenza e le leggi di Ohm

- 7** Stabilisci quale delle seguenti affermazioni è corretta.
- A Un conduttore ohmico è sempre un resistore.
  - B Un resistore è sempre un conduttore ohmico.
  - C Una pila è un resistore.
  - D Un filo di metallo non è un resistore.
- 8** La prima legge di Ohm fornisce
- A l'intensità di corrente, nota la carica totale che attraversa un conduttore e la differenza di potenziale ai suoi capi.
  - B la carica elettrica totale che attraversa un conduttore, nota l'intensità di corrente e la differenza di potenziale ai suoi capi.
  - C l'intensità di corrente, nota la resistenza elettrica di un conduttore e la differenza di potenziale ai suoi capi.
  - D l'intensità di corrente, nota la carica totale che attraversa un conduttore e la sua resistenza elettrica.

- 10** Due resistori uguali sono collegati tra loro in serie. La resistenza equivalente è
- A pari alla resistenza del singolo resistore.
  - B minore della resistenza del singolo resistore.
  - C maggiore della resistenza del singolo resistore.
  - D pari al doppio della resistenza del singolo resistore.
- Suggerimento:** più di una risposta potrebbe essere corretta.

- 11** Due resistori, entrambi da  $200 \Omega$ , sono collegati in parallelo. La resistenza equivalente è:
- A  $100 \Omega$
  - B  $200 \Omega$
  - C  $400 \Omega$
  - D  $500 \Omega$

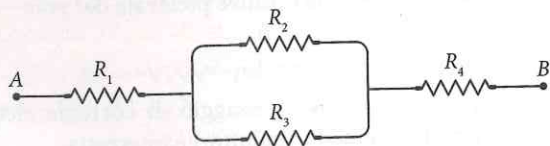
- 12** Tre resistori sono collegati tra loro come in figura. Qual è la resistenza equivalente tra i punti A e B del circuito?



- 9** Colleghiamo a un resistore una batteria da 12 V. Attraverso il resistore si misura una corrente elettrica di 2 A. Quanto è la resistenza elettrica?
- A  $2 \Omega$
  - B  $6 \Omega$
  - C  $12 \Omega$
  - D  $24 \Omega$

A  $R_{eq} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$        C  $R_{eq} = R_3 + \frac{R_2 R_1}{R_2 + R_1}$   
 B  $R_{eq} = R_2 + \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3}$        D  $R_{eq} = R_1 + \frac{R_2 + R_3}{R_2 R_3}$

- 13 Quattro resistori, ciascuno di  $1 \Omega$ , sono collegati come in figura. La resistenza equivalente tra i punti A e B del circuito è:



- A  $1,5 \Omega$        C  $4,0 \Omega$   
 B  $2,5 \Omega$        D  $4,5 \Omega$

- 14 La resistenza elettrica di un filo conduttore

- A aumenta con la lunghezza del conduttore.  
 B diminuisce all'aumentare della resistività del materiale di cui è costituito.

- C aumenta al diminuire della sezione del filo.  
 D diminuisce all'aumentare della differenza di potenziale applicata ai capi del filo conduttore.

Suggerimento: più di una risposta potrebbe essere corretta.

- 15 Un filo conduttore lungo  $1 \text{ m}$  e di sezione trasversale  $2,0 \times 10^{-3} \text{ m}^2$  ha una resistenza elettrica di  $230 \Omega$ . Da quale materiale è costituito il filo?

- A Argento.       C Germanio.  
 B Rame.       D Teflon.

- 16 Due fili conduttori sono fatti dallo stesso materiale. La lunghezza del primo filo è il doppio della lunghezza del secondo, mentre la sezione trasversale del primo filo è la metà della sezione trasversale del secondo. Quanto vale la resistenza del primo filo?

- A  $R_1 = 2R_2$        C  $R_1 = \frac{1}{2}R_2$   
 B  $R_1 = 4R_2$        D  $R_1 = \frac{1}{4}R_2$

## Le leggi di Kirchhoff e la potenza elettrica

- 17 Una maglia di un circuito è

- A un tratto chiuso di circuito.  
 B un punto in cui convergono più conduttori.  
 C un singolo resistore del circuito.  
 D un tratto chiuso di circuito che non contiene alcun generatore di tensione.

- 18 La prima legge di Kirchhoff afferma che la somma

- A delle intensità delle correnti entranti in una maglia è uguale alla somma delle intensità delle correnti uscenti.  
 B delle differenze di potenziale che si incontrano percorrendo una maglia è uguale zero.  
 C delle intensità delle correnti entranti in un nodo è uguale alla somma delle intensità delle correnti uscenti.  
 D delle differenze di potenziale in un ramo è sempre zero.

- 19 La seconda legge di Kirchhoff è espressione del fatto che

- A le cariche elettriche possono essere sia positive sia negative.  
 B il campo elettrostatico non varia nel tempo.  
 C ai capi delle resistenze in parallelo c'è la stessa differenza di potenziale.  
 D il campo elettrostatico è un campo conservativo.

- 20 La potenza dissipata da un resistore  $R$  in cui passa la corrente elettrica  $i$  e ai cui capi c'è una differenza di potenziale  $\Delta V$  può essere scritta nella forma

- A  $P = R^2 i$        C  $P = \Delta V^2 R$   
 B  $P = \Delta V^2 i$        D  $P = i^2 R$

- 21 Immaginiamo una vecchia lampadina a incandescenza come un resistore da  $1100 \Omega$  collegato a una differenza di potenziale di  $220 \text{ V}$ . Quanta potenza è dissipata per effetto Joule dalla lampadina?

- A  $10 \text{ W}$        B  $22 \text{ W}$        C  $40 \text{ W}$        D  $44 \text{ W}$

## Il circuito RC

- 22 Nella fase di carica di un circuito RC, cosa accade all'intensità di corrente se il tempo tende a un valore infinito?

- A L'intensità di corrente tende al valore  $i = \frac{f_{em}}{R}$ .  
 B L'intensità di corrente tende al valore  $i = \frac{R}{f_{em}}$ .  
 C L'intensità di corrente tende a un valore infinito.  
 D L'intensità di corrente tende a zero.

- 23 In un circuito RC, quale coppia di valori per la resistenza e la capacità fornisce un tempo caratteristico di  $1 \mu\text{s}$ ?

- A  $R = 10^2 \Omega$ ;  $C = 10^{-8} \text{ F}$   
 B  $R = 10^3 \Omega$ ;  $C = 10^{-8} \text{ F}$   
 C  $R = 10^{-3} \Omega$ ;  $C = 10^{-8} \text{ F}$   
 D  $R = 10^4 \Omega$ ;  $C = 10^{-8} \text{ F}$



## 2 La prima legge di Ohm

**13** Una batteria che mantiene una differenza di potenziale di 1,5 V è collegata a un resistore e l'intensità di corrente che fluisce nel circuito vale 30 mA.

- Calcola il valore della resistenza del resistore. [50 Ω]

**14** Una corrente d'intensità 0,060 A circola in un circuito in cui sono presenti una batteria e un resistore da 75 Ω.

- Calcola la differenza di potenziale che la batteria mantiene ai capi del resistore.

[4,5 V]

**15** A conductor has an electric resistance of 12 Ω and the electric current that flows through it has a value of 20 mA.

- What is the value of the potential difference between its ends? [2,4 × 10<sup>-1</sup> V]

**16** Un conduttore di resistenza 2,0 × 10<sup>6</sup> Ω è sottoposto a una differenza di potenziale di 5,0 × 10<sup>2</sup> V.

- Calcola l'intensità di corrente che percorre il conduttore.

[2,5 × 10<sup>-4</sup> A]

### PROBLEMA MODELLO 1

#### Un circuito ohmico

◉ pag. 295

**17** ORA PROVA TU Un alimentatore mantiene una differenza di potenziale costante ai propri morsetti. Quando lo si collega a un resistore da 150 Ω, esso produce una corrente di 80 mA. In un secondo momento viene collegato a un resistore da 560 Ω.

- Calcola la corrente che attraversa il secondo resistore.

[21 mA]

**18** ORA PROVA TU Due alimentatori mantengono una differenza di potenziale costante ai propri morsetti rispettivamente di 12,0 V e 8,0 V. Quando il primo è collegato a un resistore di valore incognito, si misura una corrente di 8,0 A.

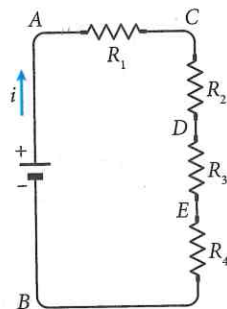
- Calcola la corrente che attraversa il resistore quando questo è collegato al secondo alimentatore.

[5,3 A]

**19** Un partitore di tensione ha una serie di resistori come nella figura e un generatore, con differenza di potenziale  $\Delta V = V_A - V_B = 100$  V, che eroga una corrente  $i = 1,0$  A. Nel caso in cui  $V_A = 100$  V,  $V_C = 80$  V,  $V_D = 40$  V,  $V_E = 30$  V,

- quali valori assumono le resistenze  $R_1, R_2, R_3, R_4$ ?

[20 Ω; 40 Ω; 10 Ω; 30 Ω]



**20** Due batterie con differenze di potenziale ignote vengono collegate in successione allo stesso resistore. Nel collegamento con la prima batteria, la corrente misurata è di 0,15 A; nel circuito formato dal resistore e dalla seconda batteria si misura una corrente di 0,30 A.

- Qual è il rapporto fra le differenze di potenziale delle due batterie?

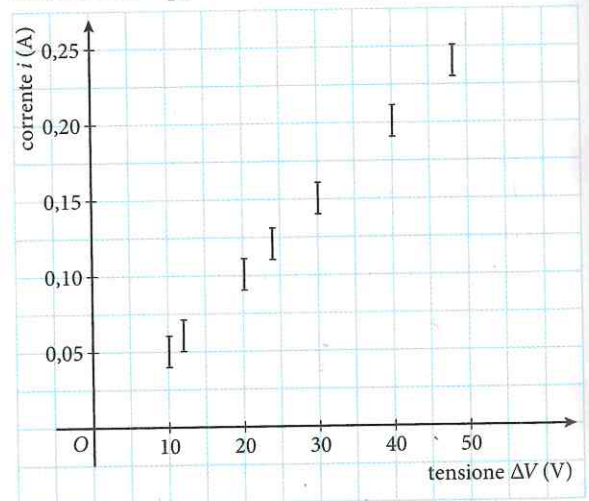
[ $\frac{1}{2}$ ]

**21** Due generatori di tensione  $G_1$  e  $G_2$  mantengono diverse differenze di potenziale.  $G_1$  è collegato a un resistore di resistenza  $R_1$  e  $G_2$  è collegato a un resistore di resistenza  $R_2$ , con  $R_2 = \alpha R_1$  dove  $\alpha$  è un numero reale positivo fisso. In queste condizioni, nei due circuiti fluisce la stessa corrente.

- Scrivi la relazione che esiste fra le tensioni fornite dai due circuiti.

[ $\Delta V_2 = \alpha \Delta V_1$ ]

**22** LEGGI IL GRAFICO Durante un esperimento effettuato applicando un alimentatore con differenza di potenziale variabile a un conduttore di resistenza ignota, sono state misurate le intensità di corrente in funzione della tensione applicata. Le misure, ciascuna con la propria barra di errore, sono rappresentate nella figura.



- Facciamo l'ipotesi di poter accettare una dipendenza di tipo lineare della corrente  $i$  dalla differenza di potenziale  $\Delta V$ . In queste condizioni, ricava l'equazione che esprime la relazione fra  $i$  e  $\Delta V$ .

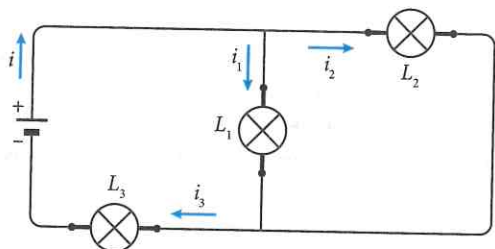
- Quanto vale la resistenza del conduttore (non occorre specificare l'errore associato)?

[2,0 × 10<sup>2</sup> Ω]

### 3 Resistori in serie e in parallelo

**23 FERMATI A PENSARE** In un telecomando per lo stereo sono necessarie 2 pile *slim* da 1,5 V. Devono essere disposte una a fianco all'altra, ma se non si inseriscono entrambe il telecomando non funziona. Perché?

**24 FERMATI A PENSARE** Nel circuito mostrato nella figura stabilisci quali lampadine sono in serie e quali in parallelo.



**25 FERMATI A PENSARE** Perché un amperometro non deve essere collegato in parallelo a un conduttore?

**26 FERMATI A PENSARE** Perché un voltmetro non deve essere collegato in serie a un conduttore?

**27 FERMATI A PENSARE** È possibile, sotto specifiche condizioni, descrivere il fenomeno del traffico in città analogamente a quello della corrente di elettroni in un circuito? Che cosa potrebbero rappresentare, per esempio, due resistori in parallelo?

**28 STOP AND THINK** Three light bulbs are connected in parallel and suddenly one of the three burns out. What happens to the current flowing through the other two?

**29 FERMATI A PENSARE** Un ingegnere ha bisogno di resistenze da 10  $\Omega$  e da 15  $\Omega$ , ma in magazzino ci sono solo resistori da 30  $\Omega$ . Deve chiedere al reparto acquisti di comprarli o può trovare una soluzione con il materiale in suo possesso?

**30 FERMATI A PENSARE** Hai a disposizione quattro resistori aventi ciascuno 1  $\Omega$  di resistenza: come devi collegarli per ottenere una resistenza equivalente di  $3/4 \Omega$ ?

**31** In un circuito sono inseriti, in serie, una batteria da 12,0 V e tre resistori con resistenze di 130  $\Omega$ , 150  $\Omega$  e 200  $\Omega$ .  
▶ Quanto vale l'intensità di corrente? [25,0 mA]

**32** In un circuito sono collegati in serie un generatore di tensione di 18,0 V e dieci resistori uguali. Viene misurata l'intensità di corrente, che risulta di 6,0 mA.

- ▶ Calcola la resistenza equivalente del circuito.
- ▶ Calcola il valore della resistenza di ciascun resistore.

[ $3,0 \times 10^3 \Omega$ ;  $3,0 \times 10^2 \Omega$ ]

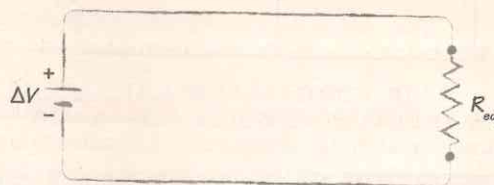
#### 33 PROBLEMA SVOLTO

Un circuito contiene una batteria da 18,0 V e due resistori collegati in parallelo. Le loro resistenze sono rispettivamente 400  $\Omega$  e 600  $\Omega$ .

- ▶ Quanto vale l'intensità di corrente erogata dal generatore?
- ▶ Calcola le correnti che circolano nei singoli resistori.

#### Risoluzione

- Disegniamo il circuito equivalente al circuito dato:



La resistenza equivalente  $R_{eq}$  è data da

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(400 \Omega)(600 \Omega)}{400 \Omega + 600 \Omega} = 240 \Omega$$

Quindi:

$$i = \frac{\Delta V}{R_{eq}} = \frac{18,0 \text{ V}}{240 \Omega} = 7,50 \times 10^{-2} \text{ A}$$

- I resistori, essendo in parallelo, sono sottoposti alla stessa differenza di potenziale, che in questo circuito è pari alla tensione fornita dal generatore. Allora le correnti che attraversano i resistori sono:

$$i_1 = \frac{\Delta V}{R_1} = \frac{18,0 \text{ V}}{400 \Omega} = 4,50 \times 10^{-2} \text{ A}$$

$$i_2 = \frac{\Delta V}{R_2} = \frac{18,0 \text{ V}}{600 \Omega} = 3,00 \times 10^{-2} \text{ A}$$

**34 ORA PROVA TU** Un circuito contiene una batteria da 36,0 V e due resistori collegati in parallelo. Le loro resistenze sono rispettivamente uguali a 150  $\Omega$  e 300  $\Omega$ .

- ▶ Quanto vale l'intensità di corrente erogata dal generatore?
- ▶ Quanto valgono le correnti che attraversano i due resistori?

[0,360 A; 0,240 A; 0,120 A]

**35 ORA PROVA TU** Un alimentatore che mantiene una differenza di potenziale costante  $\Delta V$  ai suoi morsetti, è collegato a due resistori rispettivamente di resistenze  $R_1$  e  $R_2$  posti in parallelo.

- ▶ Esprimi la corrente che scorre in ciascuno dei resistori in funzione della corrente totale che scorre nel circuito.
- ▶ Sai che  $i_{tot} = 60 \text{ mA}$ ,  $R_1 = 40 \Omega$  e la corrente  $i_1$  che attraversa  $R_1$  vale 20 mA. Calcola il valore della resistenza del secondo resistore.

[20  $\Omega$ ]

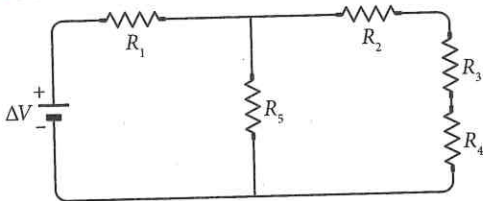
**PROBLEMA MODELLO 2****Un circuito con resistenze in serie e in parallelo**

pag. 299

36

**ORA PROVA TU** Il circuito in figura contiene un generatore che mantiene una differenza di potenziale di 80 V e cinque resistenze che valgono  $R_1 = 80 \Omega$ ,  $R_2 = R_4 = 10 \Omega$ ,  $R_3 = 20 \Omega$ ,  $R_5 = 40 \Omega$ .

▶ Risolvi il circuito.

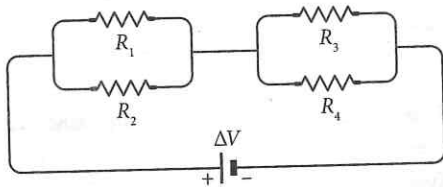


$$[R_{\text{eq}} = 100 \Omega; i = i_1 = 0,80 \text{ A}; \Delta V_1 = 64 \text{ V}; \Delta V_5 = 16 \text{ V}; i_5 = i_2 = i_3 = i_4 = 0,40 \text{ A}; \Delta V_2 = \Delta V_4 = 4,0 \text{ V}; \Delta V_3 = 8,0 \text{ V}]$$

37

**ORA PROVA TU** Nel circuito della figura il generatore mantiene una differenza di potenziale di 28,0 V e le resistenze valgono  $R_1 = 300 \Omega$ ,  $R_2 = 200 \Omega$ ,  $R_3 = 240 \Omega$ , e  $R_4 = 480 \Omega$ .

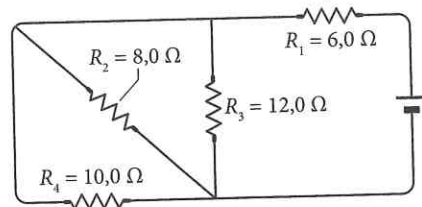
▶ Risolvi il circuito.



$$[1: 12,0 \text{ V}; 40,0 \text{ mA}; 2: 12,0 \text{ V}; 60,0 \text{ mA}; 3: 16,0 \text{ V}; 66,7 \text{ mA}; 4: 16,0 \text{ V}; 33,3 \text{ mA}]$$

38

**ORA PROVA TU** Il circuito nella figura è alimentato da un generatore che eroga una tensione di 24,0 V.



▶ Calcola le intensità di corrente che attraversano ogni resistore.

$$[i_1 = 2,60 \text{ A}; i_2 = 1,05 \text{ A}; i_3 = 0,702 \text{ A}; i_4 = 0,842 \text{ A}]$$

39

Una batteria da 12 V deve essere collegata a tre resistori con resistenze di valore  $R$ ,  $2R$  e  $3R$ , con  $R = 20 \Omega$ . I resistori devono essere o tutti in serie o tutti in parallelo.

▶ In quale di queste due configurazioni la corrente totale che scorre nel circuito è minima?

▶ Calcola il valore dell'intensità di corrente minima.

▶ Come disponi un amperometro per misurare la corrente minima? [0,10 A]

40

Una batteria da 12,0 V deve essere collegata a tre resistori con resistenze di valore  $R$ ,  $2R$  e  $3R$ , con  $R = 2,0 \Omega$ . I resistori devono essere disposti in modo che uno dei tre resistori sia in serie con il parallelo degli altri due.

▶ In quale delle configurazioni la corrente totale che scorre nel circuito è minima?

▶ Calcola il valore della corrente minima. [1,6 A]

41

Un alimentatore, che mantiene una differenza di potenziale costante  $\Delta V$  ai suoi morsetti, è collegato a due resistori rispettivamente di resistenze  $R_1$  e  $R_2$  posti in serie.

▶ Esprimi la differenza di potenziale ai capi dei singoli resistori in funzione di  $\Delta V$ .

▶ Generalizza il risultato al caso generale di  $n$  resistori  $R_1, R_2, \dots, R_n$  posti in serie, esprimendo la differenza di potenziale ai capi del resistore  $n$ -esimo in funzione di  $\Delta V$ .

**4 La seconda legge di Ohm**

42

**FERMATI A PENSARE** Un conduttore ohmico di forma cilindrica ha resistività  $\rho$  e resistenza  $R$ . Se la sua lunghezza aumentasse di un fattore 100, quanto dovrebbe variare il suo diametro per mantenere gli stessi valori di  $\rho$  ed  $R$ ?

43

Un filo di ferro è lungo 4,5 m e ha una sezione trasversale di  $2,5 \text{ mm}^2$ .

▶ Calcola la resistenza del filo.

$$[0,18 \Omega]$$

44

La sezione trasversale di una barretta di argento ha una forma quadrata con il lato di 3,0 mm. La sua resistenza vale  $75 \mu\Omega$ .

▶ Calcola la lunghezza della barretta.

$$[4,2 \text{ cm}]$$

45

Un filo di nichel lungo 87 cm e con un diametro di 0,26 mm è percorso da una corrente di intensità 0,78 A quando alle sue estremità è applicata una differenza di potenziale pari a 1,0 V.

▶ Calcola quanto vale la resistività del nichel.

$$[7,8 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}]$$

46

Un filo di rame lungo 92 cm ( $\rho_{\text{Cu}} = 1,7 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$ ) e con un diametro di 0,18 mm è collegato a un generatore di tensione che eroga una differenza di potenziale di 1,2 V.

▶ Calcola il valore dell'intensità della corrente che attraversa il filo di rame.

$$[2,0 \text{ A}]$$

**47** La resistività di un filo di argento alla temperatura di  $20\text{ }^\circ\text{C}$  vale  $1,6 \times 10^{-8}\ \Omega \cdot \text{m}$ . Il filo viene riscaldato fino alla temperatura di  $95\text{ }^\circ\text{C}$ . Il coefficiente di temperatura della resistività per l'argento vale  $3,9 \times 10^{-3}\ \text{K}^{-1}$ .

- ▶ Calcola il rapporto tra la resistenza elettrica del filo alla temperatura di  $95\text{ }^\circ\text{C}$  e la sua resistenza a  $20\text{ }^\circ\text{C}$ .

[1,3]

**48** **FERMATI A PENSARE** Una lampadina a incandescenza è costituita da un filamento di tungsteno attraversato da corrente. Quando la lampadina è spenta, il filamento si trova a temperatura ambiente.

Pochi secondi dopo l'accensione la temperatura del filamento raggiunge circa  $2700\ \text{K}$ , per mantenersi poi costante durante tutto il periodo di accensione della lampadina. Rappresenta graficamente l'andamento qualitativo della corrente che attraversa la lampadina in funzione del tempo.

**49** **FERMATI A PENSARE** Con riferimento alla situazione del problema precedente, è corretto limitarsi a considerare la dipendenza della resistività dalla temperatura? Oppure ci sono altri effetti dovuti alla temperatura che potrebbero influire sulla resistenza del filo di tungsteno?

**50** Un filo conduttore lungo  $5,0\ \text{m}$  e con un diametro di  $2,0\ \text{mm}$  ha una resistenza di  $20\ \Omega$ . Un secondo filo conduttore, dello stesso materiale del primo ma con un diametro di  $4,0\ \text{mm}$ , ha una resistenza di  $12\ \Omega$ .

- ▶ Calcola la lunghezza del secondo filo conduttore.

[12 m]

**51** **ARGOMENTA** Il filamento di tungsteno di una vecchia lampadina a incandescenza è lungo  $8,0\ \text{cm}$  e ha una resistenza pari a  $0,10\ \Omega$ . La sua resistività vale  $5,6 \times 10^{-8}\ \Omega \cdot \text{m}$ .

- ▶ Calcola il diametro del filamento di tungsteno. Vuoi ottenere un filo geometricamente identico al precedente con una resistenza di  $0,20\ \Omega$ .
- ▶ Identifica il materiale più adatto sulla base della tabella del paragrafo 4.

[0,24 mm]

**52** Un circuito è costituito da un generatore di differenza di potenziale pari a  $\Delta V = 3,5\ \text{V}$  e due resistori in parallelo  $R_1$  ed  $R_2$  in rame.  $R_1$  ha una lunghezza  $l_1$  pari a  $70\ \text{cm}$  e una sezione di diametro  $0,22\ \text{mm}$ , mentre  $R_2$  ha la stessa sezione ma lunghezza  $l_2$  doppia rispetto a  $R_1$ .

- ▶ Calcola la resistenza  $R_1$ .
- ▶ Calcola la corrente  $i$  che passa nel circuito.
- ▶ Calcola le correnti  $i_1$  e  $i_2$  che passano in ciascun ramo.
- ▶ Calcola quanto dovrebbe essere lungo un resistore singolo di rame affinché, connesso al generatore di tensione, faccia circolare la stessa intensità di corrente a parità di sezione.

[0,31  $\Omega$ ; 17 A; 11 A; 5,6 A; 47 cm]

**53** Un filo cilindrico di rame lungo  $l = 10,53\ \text{m}$  e di sezione  $A = 0,830\ \text{mm}^2$  viene «stirato» fino a raggiungere una lunghezza maggiore dello  $0,20\%$  rispetto a quella originaria. Supponi che né la resistività né il volume del filo varino a seguito di questa operazione.

- ▶ Calcola la nuova lunghezza  $l_1$  del filo.
- ▶ Calcola la nuova sezione  $A_1$  del filo.
- ▶ Calcola di quanto è variata in percentuale la resistenza dopo il processo di stiratura rispetto alla resistenza originaria  $R$ .

[10,55 m; 0,828 mm<sup>2</sup>; 0,40%]

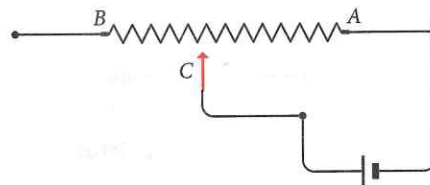
### PROBLEMA MODELLO 3

#### Un circuito con una resistenza variabile

pag. 303

**54** **ORA PROVA TU** Un reostato è un resistore variabile. La sua struttura è simile a quella riportata in figura: il valore della resistenza viene variato spostando il cursore  $C$  lungo il conduttore, in modo che la parte effettivamente inserita nel circuito sia quella compresa tra  $A$  e  $C$ .

Considera il caso in cui il reostato sia lungo  $3,90\ \text{m}$  e sia costituito da un materiale di resistività  $3,40 \times 10^{-6}\ \Omega \cdot \text{m}$ . Quando il cursore è in posizione tale che  $CB$  è il doppio di  $AC$ , la resistenza vale  $15,0\ \Omega$ .



- ▶ Determina l'area trasversale del reostato.
- ▶ Determina il valore della resistenza massima del reostato.

Il reostato, sottoposto poi ad una differenza di potenziale di  $20\ \text{V}$  tra i punti  $A$  e  $C$ , è percorso da una corrente di  $0,75\ \text{A}$ .

- ▶ Determina la distanza di  $C$  dal punto  $A$ .

[ $2,95 \times 10^{-7}\ \text{m}^2$ ; 45,0  $\Omega$ ; 2,3 m]

**55** **ORA PROVA TU** Considera un circuito simile a quello del problema precedente. Quando il cursore si trova in posizione  $C$  l'intensità della corrente che circola nel circuito è  $i_x = 12,5\ \text{A}$ , mentre quando il cursore si trova in posizione  $B$  l'intensità della corrente è  $i = 7,80\ \text{A}$ . La resistenza massima del reostato è  $60,5\ \Omega$ .

- ▶ Calcola la resistenza del reostato quando il cursore si trova in posizione  $C$ .
- ▶ La lunghezza della resistenza è  $\overline{AB} = 5,10\ \text{m}$ : a che distanza da  $A$  si trova il cursore?

[37,8  $\Omega$ ; 3,19 m]

## La carica elettrica

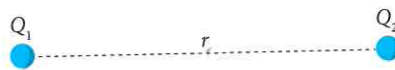
- 1** La proprietà di diversi materiali di elettrizzarsi quando vengono strofinati l'uno con l'altro è chiamata
- A effetto termoelettrico.
  - B effetto triboelettrico.
  - C effetto fotoelettrico.
  - D effetto piezoelettrico.
- 2** Un corpo carico positivamente
- A ha più elettroni che protoni.
  - B ha più protoni che elettroni.
  - C ha lo stesso numero di elettroni e protoni.
  - D la carica di un corpo non dipende dal numero di protoni e di elettroni.
- 3** La legge di conservazione della carica elettrica afferma che
- A in un sistema la somma algebrica delle cariche elettriche si mantiene sempre costante nel tempo.
  - B in un sistema chiuso la somma algebrica delle cariche elettriche si mantiene costante nel tempo.
  - C in un sistema chiuso la somma algebrica delle cariche elettriche non si mantiene mai costante nel tempo.
  - D in un sistema la somma algebrica delle cariche elettriche non si mantiene mai costante nel tempo.
- 4** Un sistema ha una carica elettrica complessiva di  $+6,4088 \times 10^{-19}$  C. Da quante cariche è costituito il sistema?
- A Il sistema è costituito da 1 elettrone.
  - B Il sistema è costituito da 2 protoni.
  - C Il sistema è costituito da 3 elettroni.
  - D Il sistema è costituito da 4 protoni.
- 5** In un conduttore
- A gli elettroni sono ben legati ai nuclei e restano confinati negli atomi che costituiscono il materiale.
  - B vi sono elettroni liberi di scorrere nel materiale.
  - C vi sono protoni liberi di scorrere nel materiale.
  - D gli atomi interi sono liberi di scorrere nel materiale.
- 6** Un conduttore, messo a contatto con un corpo elettrizzato con una certa carica,
- A acquista una carica dello stesso segno.
  - B acquista una carica di segno opposto.
  - C non acquista alcuna carica.
  - D diventa un isolante.
- 7** L'induzione elettrostatica è la separazione delle cariche elettriche dei due segni, che avviene in un
- A isolante a causa della vicinanza di un corpo elettrizzato.
  - B conduttore a causa della vicinanza di un corpo elettrizzato.
  - C conduttore a causa della vicinanza di un altro conduttore neutro.
  - D conduttore a causa della vicinanza di un isolante.

## La forza elettrica nel vuoto

- 8** La forza tra due cariche elettriche puntiformi è
- A sempre attrattiva.
  - B sempre repulsiva.
  - C repulsiva tra cariche di segno opposto.
  - D repulsiva tra cariche dello stesso segno.
- 9** Raddoppiando la distanza tra due cariche elettriche puntiformi, la forza elettrica diminuisce del
- A 25%.
  - B 50%.
  - C 75%.
  - D 90%.
- 10** La forza tra due cariche elettriche puntiformi è
- A direttamente proporzionale al quadrato delle cariche elettriche.
  - B direttamente proporzionale alle cariche elettriche.
  - C inversamente proporzionale alla distanza tra le cariche elettriche.
  - D inversamente proporzionale al quadrato della distanza tra le cariche elettriche.
- Suggerimento:** più di una risposta potrebbe essere corretta.

- 11 In un sistema costituito da più cariche puntiformi, la forza risultante su una carica è
- A la somma scalare delle forze esercitate singolarmente dalle altre cariche.
  - B la somma vettoriale delle forze esercitate singolarmente dalle altre cariche.
  - C il prodotto scalare delle forze esercitate singolarmente dalle altre cariche.
  - D il prodotto vettoriale delle forze esercitate singolarmente dalle altre cariche.

- 12 Due cariche elettriche uguali sono fissate a distanza  $r$  l'una dall'altra. In quale punto tra le due cariche dobbiamo porre una terza carica elettrica libera affinché essa rimanga ferma?



- A A distanza  $r$  dalla prima carica.
- B A distanza  $r/2$  dalla prima carica.
- C A distanza  $r/4$  dalla prima carica.
- D A distanza  $2r$  dalla prima carica.

### La forza elettrica in un isolante

- 13 L'atomo d'idrogeno è un sistema legato costituito da un protone (nucleo) e un elettrone. Quale delle seguenti affermazioni è vera?
- A La forza gravitazionale tra protone ed elettrone è maggiore della loro forza elettrica.
  - B La forza elettrica tra protone ed elettrone è maggiore della loro forza gravitazionale.
  - C Non c'è forza gravitazionale tra protone ed elettrone.
  - D Non c'è forza elettrica tra protone ed elettrone.

- 17 In un mezzo isolante, due cariche puntiformi
- A esercitano l'una sull'altra una forza elettrica uguale a quella che le stesse cariche, alla stessa distanza reciproca, eserciterebbero nel vuoto.
  - B esercitano l'una sull'altra una forza elettrica minore di quella che le stesse cariche, alla stessa distanza reciproca, eserciterebbero nel vuoto.
  - C esercitano l'una sull'altra una forza elettrica maggiore di quella che le stesse cariche, alla stessa distanza reciproca, eserciterebbero nel vuoto.
  - D non esercitano alcuna forza elettrica.

- 14 La costante dielettrica assoluta è
- A numericamente uguale alla costante dielettrica nel vuoto.
  - B un numero con le stesse unità di misura della costante dielettrica nel vuoto.
  - C un numero puro caratteristico del materiale di cui è costituito un mezzo.
  - D il prodotto tra la costante dielettrica relativa e la costante dielettrica nel vuoto.

- 18 La forza di Coulomb e la forza gravitazionale sono simili perché
- A agiscono a distanza senza contatto tra i corpi.
  - B masse e cariche esistono entrambe di due tipi.
  - C sono entrambe inversamente proporzionali al quadrato della distanza.
  - D a parità di condizioni la loro intensità ha lo stesso ordine di grandezza.

Suggerimento: più di una risposta potrebbe essere corretta.

Suggerimento: più di una risposta potrebbe essere corretta.

- 15 La costante dielettrica relativa del silicio è
- A 3.
  - B 12.
  - C 21.
  - D 80.

- 19 L'unità di misura della costante dielettrica nel vuoto  $\epsilon_0$  nel Sistema Internazionale è:
- A  $N \cdot C^2$
  - B  $C^2/m^2$
  - C  $C^2/(N \cdot m^2)$
  - D nessuna,  $\epsilon_0$  è un numero puro

- 16 La costante dielettrica assoluta di un mezzo è  $7,08 \times 10^{-10} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$ . Da quale materiale è costituito il mezzo?

- 20 Due cariche di  $1 \mu C$ , poste alla distanza di  $1 m$ , si attraggono con una forza di  $8,99 \times 10^{-3} N$ . Possiamo affermare che
- A le cariche sono nel vuoto.
  - B le cariche sono in un dielettrico.
  - C non è possibile stabilire se le cariche sono nel vuoto oppure in un dielettrico.
  - D non è una situazione fisica possibile.

- A Silicio.
- B PVC.
- C Acqua.
- D Ambra.

# Problemi

## 1 I corpi elettrizzati e la carica elettrica

**1 FERMATI A PENSARE** Se strofini un pezzetto di ambra e una bacchetta di vetro e li poni uno accanto all'altro, si attirano. Puoi concludere che l'ambra respinge un oggetto elettrizzato che il vetro attira?

**2 FERMATI A PENSARE** Attacca sul piano del tavolo due strisce di nastro adesivo lunghe circa 10 cm e poi staccale velocemente, l'una dopo l'altra. Ora prova ad avvicinarle. Cosa noti? Come spieghi il fenomeno?

**3 FERMATI A PENSARE** Su un giornale leggi la seguente notizia: «Il Professor Rossi e la sua équipe hanno scoperto che alcune cellule irradiate con raggi X si caricano positivamente con una carica  $q = +0,8 \times 10^{-19} \text{ C}$ ». Se la notizia fosse attendibile, il Professor Rossi avrebbe fatto una grande scoperta. Quale?

**4 STOP AND THINK** If you rub a block of PVC with a silk handkerchief, which of the two will be positively charged?

**5** Un nucleo di plutonio-239 contiene  $n_p = 94$  protoni e  $n_n = 145$  neutroni.

► Calcola la quantità di carica contenuta nel nucleo.  
[ $1,5 \times 10^{-17} \text{ C}$ ]

**6** In un processo di decadimento nucleare, un nucleo di uranio-238, contenente 92 protoni, si trasforma in un nucleo di torio-234, contenente 90 protoni, emettendo una particella denominata particella alfa.

► Determina la carica elettrica della particella alfa.  
[ $3,2 \times 10^{-19} \text{ C}$ ]

**7** Nel filamento di una lampadina a incandescenza di vecchia generazione scorrono circa  $3,0 \times 10^{17}$  elettroni al secondo.

► Calcola la carica elettrica che attraversa la lampadina in un'ora di funzionamento.  
[ $1,7 \times 10^2 \text{ C}$ ]

### 8 PROBLEMA A PASSI

Calcola il numero di moli di elettroni necessario per ottenere una quantità di carica totale  $Q = 1,0 \text{ C}$ .  
[ $1,0 \times 10^{-5} \text{ mol}$ ]

**1** Calcola il numero di elettroni, dividendo la carica totale per la carica di ciascun elettrone.

**2** Calcola il numero di moli; ricorda che una mole di sostanza contiene  $6,02 \times 10^{23}$  particelle.

**9 ORA PROVA TU** Calcola la carica totale dei nuclei di  $2,72 \times 10^{-4}$  moli di ossigeno molecolare.

**Suggerimento:** la molecola è biatomica e il nucleo dell'atomo di ossigeno contiene 8 protoni.

[420 C]

**10** Il nucleo dell'atomo di ossigeno è composto da 8 protoni e 8 neutroni, mentre il nucleo dell'atomo di idrogeno è composto da un solo protone.

► Calcola la quantità di carica complessiva dei nuclei di una molecola di acqua.

[ $1,6 \times 10^{-18} \text{ C}$ ]

**11** Un cilindretto di materiale isolante, di raggio  $r = 0,80 \text{ cm}$  e altezza  $h = 2,2 \text{ cm}$ , viene elettrizzato per strofinio. La carica presente sulla superficie totale del cilindretto è  $Q = -7,2 \text{ nC}$ .

► Calcola quanti sono gli elettroni in eccesso sulla superficie del cilindretto e il corrispondente numero di moli.

► Calcola la densità superficiale media di carica  
[ $4,5 \times 10^{10}$ ;  $7,5 \times 10^{-14} \text{ mol}$ ;  $-4,8 \times 10^{-6} \text{ C/m}^2$ ]

**12** A seguito di uno strofinio, una placchetta quadrata di materiale isolante perde  $n = 3,7 \times 10^{-17}$  moli di elettroni, acquisendo così una densità superficiale di carica  $\sigma = 5,2 \text{ nC/m}^2$ .

► Calcola il lato della placchetta.  
[ $2,6 \times 10^{-2} \text{ m}$ ]

**13** Una bacchetta di vetro lunga 27,0 cm, dopo essere stata strofinata con un panno di cotone, assume una carica dovuta al trasferimento di  $3,26 \times 10^{-14}$  moli di elettroni.

► Calcola la densità lineare di carica.  
[ $1,16 \times 10^{-8} \text{ C/m}$ ]

**14** La densità lineare di carica, acquisita per strofinio, su una bacchetta di bachelite è di  $3,26 \times 10^{-7} \text{ C/m}$ . Durante lo strofinio la bachelite ha perduto  $2,53 \times 10^{11}$  elettroni su ciascuna superficie.

► Calcola il numero di moli di elettroni perduti.

► Calcola la lunghezza della bacchetta di bachelite.  
[ $4,20 \times 10^{-13}$ ;  $12,4 \text{ cm}$ ]

### PROBLEMA MODELLO 1

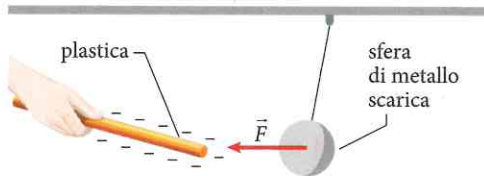
#### La carica su un corpo elettrizzato

pag. 121

**24 FERMATI A PENSARE** Tre cariche identiche sono poste nei vertici di un triangolo equilatero. Una quarta carica è posta nel baricentro del triangolo. La quarta carica risente di una forza totale non nulla? Verso dove è diretta? Rispondi senza fare calcoli.

**25 ARGOMENTA** Per quale motivo nell'esperimento di Coulomb è conveniente posizionare il manubrio in posizione perpendicolare al segmento che congiunge le due cariche?

**26 FERMATI A PENSARE** Osserva, nella figura, il processo di induzione tra una bacchetta di plastica carica negativamente e una sfera metallica complessivamente neutra.



Le cariche negative attirano quelle positive, ma respingono le cariche negative sulla sfera: spiega perché la forza risultante attrae la sfera verso la bacchetta.

**27** Due cariche,  $Q_1 = 2,0 \times 10^{-9} \text{ C}$  e  $Q_2 = -1,5 \times 10^{-8} \text{ C}$ , sono poste nel vuoto alla distanza di 3,0 cm.

Calcola l'intensità della forza con cui le due cariche si attraggono.

[ $3,0 \times 10^{-4} \text{ N}$ ]

**28** Two identical charges  $Q = 3,0 \times 10^{-10} \text{ C}$  repel each other with a force  $F = 2,4 \times 10^{-3} \text{ N}$ .

Calculate the distance between the two charges.

[ $5,8 \times 10^{-4} \text{ m}$ ]

**29** Due palline uguali, entrambe con una carica di 7,4 nC, sono poste alla distanza  $d = 50 \text{ cm}$ . La forza gravitazionale potrebbe, in linea di principio, equilibrare la forza elettrica di repulsione tra le cariche.

Calcola la massa che dovrebbero avere le due palline per ottenere la condizione di equilibrio tra forza elettrica e forza gravitazionale. Il risultato ottenuto dipende dalla distanza tra le palline?

[86 kg]

**30** L'atomo di idrogeno è composto da un solo elettrone e un solo protone, a una distanza dell'ordine di  $10^{-10} \text{ m}$  l'uno dall'altro.

Stima gli ordini di grandezza della forza di Coulomb e della forza di attrazione gravitazionale tra queste due particelle.

$$F = k \frac{q_1 q_2}{d^2} = 2,3 \times 10^{-8} \text{ N} \quad [10^{-8} \text{ N}; 10^{-47} \text{ N}]$$

**31** Una sfera di carica  $Q_1 = -6,3 \times 10^{-9} \text{ C}$  viene attratta con una forza di modulo  $F = 1,5 \times 10^{-3} \text{ N}$  da un'altra sfera carica posta a 7,0 cm di distanza.

Calcola la carica presente sulla seconda sfera.

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{d^2} \Rightarrow Q_2 = \frac{F d^2}{k Q_1} = \frac{1,5 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot (0,07 \text{ m})^2}{9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2 \cdot (-6,3 \times 10^{-9} \text{ C})} = 1,3 \times 10^{-7} \text{ C}$$

**32 PROBLEMA SVOLTO**

Due cariche puntiformi negative sono l'una il triplo dell'altra. Poste a 10 cm l'una dall'altra nel vuoto, si respingono con una forza di  $0,14 \mu\text{N}$ .

Calcola i valori delle due cariche.

[ $-0,23 \text{ nC}; -0,69 \text{ nC}$ ]

**Risoluzione**

Dalla legge di Coulomb,  $F_{AB} = k_0 \frac{|Q_A| |Q_B|}{r_{AB}^2}$ , otteniamo

$$F_{AB} = k_0 \frac{|Q_A| \times 3|Q_A|}{r_{AB}^2}$$

da cui

$$|Q_A| = \sqrt{\frac{F_{AB} r_{AB}^2}{3k_0}} = \sqrt{\frac{(0,14 \times 10^{-6} \text{ N})(10 \times 10^{-2} \text{ m})^2}{3(8,99 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2)}} = 0,23 \times 10^{-9} \text{ C} = 0,23 \text{ nC}$$

Quindi:

$$Q_A = -0,23 \text{ nC}$$

$$Q_B = -3(0,23 \text{ nC}) = -0,69 \text{ nC}$$

**33 ORA PROVA TU** Due cariche puntiformi positive sono l'una il doppio dell'altra. Poste a 7,4 cm l'una dall'altra nel vuoto, si respingono con una forza di  $0,20 \mu\text{N}$ .

Calcola i valori delle due cariche.

[ $0,25 \text{ nC}; 0,50 \text{ nC}$ ]

**PROBLEMA MODELLO 2**

**Le componenti della forza elettrica**

pag. 129

**34 ORA PROVA TU** In un piano cartesiano, la carica puntiforme  $Q_A = 3,70 \text{ nC}$  è nel punto di coordinate A(1,00 cm; 5,00 cm) e una seconda carica  $Q_B = 6,20 \text{ nC}$  nel punto B(11,0 cm; 8,00 cm).

Determina le componenti lungo x e lungo y della forza che la carica in A esercita su quella in B.

[ $18,1 \mu\text{N}; 5,51 \mu\text{N}$ ]

**35 ORA PROVA TU** In un piano cartesiano la carica puntiforme  $Q_A = 12,0 \text{ nC}$  si trova nel punto di coordinate A(2,00 cm; 1,00 cm) e una seconda carica  $Q_B = -7,80 \text{ nC}$  occupa il punto B(3,00 cm; 4,00 cm).

Determina le componenti lungo x e lungo y della forza che la carica in A esercita su quella in B.

[ $-0,267 \text{ mN}; -0,800 \text{ mN}$ ]

**36** Una ripetizione dell'esperimento di Coulomb è effettuata con una bilancia a torsione che ha il manubrio lungo  $L = 6,0 \text{ cm}$ . Nell'esperimento si usano due cariche  $Q = 9,7 \times 10^{-8} \text{ C}$  poste alla distanza  $d = 2,5 \text{ cm}$  e il manubrio è posizionato in modo da essere perpendicolare alla forza elettrica.

Calcola il modulo del momento elastico, rispetto al punto medio del manubrio, nella condizione di equilibrio.

[ $4,1 \times 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$ ]



## L'energia potenziale elettrica

- 1 È possibile definire un'energia potenziale elettrica perché
- A il campo elettrico è una grandezza scalare.
  - B la forza elettrica è una grandezza vettoriale.
  - C il campo elettrico è una grandezza vettoriale.
  - D la forza elettrica è conservativa.

- 2 Una distribuzione piana di carica genera un campo elettrico uniforme. L'energia potenziale su una carica elettrica in prossimità del piano
- A dipende dalla distanza tra la carica e il piano.
  - B non dipende dal valore della carica elettrica.
  - C dipende dalla densità di carica superficiale del piano.
  - D non dipende dal segno della carica.

**Suggerimento:** più di una risposta potrebbe essere corretta.

- 3 Una carica di 1 C si trova in un punto  $P$  che dista 1 m da un piano uniformemente carico. L'energia potenziale elettrica in  $P$  è di 1 J. La forza elettrica che agisce sulla carica è
- A 0,1 N
  - B 1 N
  - C 10 N
  - D 100 N

- 4 Una carica di 1 C si trova in un punto  $P$  che dista 1 m da un piano uniformemente carico. L'energia potenziale elettrica in  $P$  è di 1 J. La densità superficiale di carica del piano è

- A  $(2\epsilon_0)J / (C \cdot m)$
- B  $(2\epsilon_0)^{-1} C^3 / (J \cdot m^3)$
- C  $(4\epsilon_0) C/m^2$
- D  $(4\epsilon_0)^{-1} C^3 / (J \cdot m^3)$

- 5 L'energia potenziale di due cariche elettriche puntiformi poste alla distanza  $d$  l'una dall'altra è
- A direttamente proporzionale alle cariche.
  - B inversamente proporzionale alle cariche.
  - C inversamente proporzionale a  $d^2$ .
  - D inversamente proporzionale a  $d$ .

**Suggerimento:** più di una risposta potrebbe essere corretta.

- 6 L'energia potenziale elettrica di un sistema costituito da quattro cariche elettriche è

- A pari al lavoro fatto dalle forze elettriche per disgregare il sistema portando le cariche a distanza infinita.
- B pari alla somma vettoriale di tutte le forze necessarie a disgregare il sistema portando le cariche a distanza infinita.
- C pari alla somma delle energie potenziali di tutte le possibili coppie di cariche.
- D sempre maggiore di zero.

**Suggerimento:** più di una risposta potrebbe essere corretta.

## Il potenziale elettrico

- 7 Sulla superficie di una sfera il potenziale elettrico è costante. Il lavoro necessario per spostare una carica elettrica da un punto all'altro sulla superficie della sfera è
- A sempre positivo.
  - B sempre negativo.
  - C positivo o negativo in base al verso di percorrenza.
  - D sempre nullo.

- 8 Tra due punti c'è una differenza di potenziale di 1 V e l'energia potenziale di una carica elettrica cambia di 1 J. Questo vale se la carica elettrica è
- A 1 C.
  - B -1 C.
  - C un elettrone.
  - D una carica di prova.

- 9 La differenza di potenziale tra un punto  $A$  e un punto  $B$  dello spazio è 5 V. Quanto lavoro compie la forza elettrica per spostare un elettrone dal punto  $B$  al punto  $A$ ?
- A +2 eV
  - B -2 eV
  - C +5 eV
  - D -5 eV

- 10 La differenza di potenziale tra i punti  $A$  e  $B$  è di 1 V e il lavoro compiuto dalla forza elettrica per spostare una carica elettrica da  $B$  ad  $A$  è 1 eV. La carica elettrica è costituita da
- A un protone.
  - B due protoni.
  - C un elettrone.
  - D due elettroni.

11 Il potenziale di un sistema di  $n$  cariche puntiformi in un punto  $A$  dello spazio è la somma

- A vettoriale dei potenziali che le singole cariche producono in  $A$  indipendentemente dalle altre cariche.
- B vettoriale dei potenziali che le singole cariche producono in  $A$  indipendentemente dal segno delle cariche.
- C algebrica dei potenziali che le singole cariche producono in  $A$  indipendentemente dalle altre cariche.
- D algebrica dei moduli dei potenziali che le singole cariche producono in  $A$ .

12 Il potenziale elettrico dipende

- A solo dalla carica di prova.
- B dalla carica di prova e dalle cariche che generano il campo.
- C dal punto in cui è calcolato.
- D solo dalla posizione delle cariche che generano il campo.

13 Ai vertici di un triangolo equilatero sono poste tre cariche elettriche puntiformi uguali. Il potenziale elettrico nel centro del triangolo è:

- A direttamente proporzionale alla lunghezza del lato del triangolo.
- B direttamente proporzionale al prodotto delle cariche.
- C uguale al triplo del potenziale generato nel centro da ognuna delle tre cariche.
- D nullo, perché i potenziali determinati da ciascuna carica nel centro del triangolo sono nulli.

14 Nell'origine di un sistema di riferimento  $Oxy$  è posta, nel vuoto, una carica  $q = +1,4 \times 10^{-6}$  C. Il potenziale elettrico in un punto  $P$  di coordinate (4,0 cm; 2,0 cm) vale:

- A  $5,6 \times 10^2$  V
- B  $2,8 \times 10^3$  V
- C  $3,1 \times 10^3$  V
- D  $2,8 \times 10^5$  V

15 Una carica elettrica positiva, inizialmente ferma e immersa in un campo elettrico uniforme, si sposta

- A da un punto in cui il potenziale è più basso verso punti in cui è più alto.
- B da un punto in cui il potenziale è più alto verso punti in cui è più basso.
- C nello stesso verso del campo elettrico.
- D nel verso opposto rispetto al campo elettrico.

Suggerimento: più di una risposta potrebbe essere corretta.

16 Una carica negativa, lasciata libera da ferma in un punto  $P$  di un campo elettrico, accelera verso il punto  $Q$  sotto l'azione della forza elettrica. Puoi concludere che:

- A  $V_P - V_Q > 0$
- B  $V_P - V_Q < 0$
- C  $V_P - V_Q \geq 0$
- D  $V_P - V_Q \leq 0$

17 Su una superficie equipotenziale,

- A il potenziale elettrico assume sempre lo stesso valore.
- B le linee del campo elettrico sono parallele alla superficie.
- C non è mai possibile calcolare il campo elettrico.
- D la forza elettrica su una carica è sempre nulla.

## La circuitazione del campo elettrico

18 In un campo vettoriale, la circuitazione è calcolata lungo

- A una curva qualsiasi.
- B una curva orientata qualsiasi.
- C una curva chiusa.
- D una curva chiusa e orientata.

19 Considera un campo vettoriale  $\vec{a}$  e indica con  $\Delta \vec{s}_j$  il vettore spostamento lungo il tratto numero  $j$  infinitesimo di una curva chiusa orientata qualsiasi. La circuitazione  $\Gamma$  di  $\vec{a}$  lungo questa curva è definita come

- A  $\Gamma(\vec{a}) = \sum a_j \cdot \Delta s_j$
- B  $\Gamma(\vec{a}) = \sum \vec{a}_j \cdot \Delta \vec{s}_j$
- C  $\Gamma(\vec{a}) = \sum a_j \cdot \Delta \vec{s}_j$
- D  $\Gamma(\vec{a}) = \sum \vec{a}_j \cdot \Delta s_j$

20 Il campo elettrico è conservativo, allora il lavoro del campo elettrico per spostare una carica elettrica

- A da un punto  $A$  a un punto  $B$  dipende dal percorso.
- B da un punto  $A$ , lungo un percorso chiuso che la riporta in  $A$ , è nullo.
- C da un punto  $A$  a un punto  $B$ , lungo una linea aperta, è nullo.
- D lungo un qualunque percorso è sempre nullo.

21 La circuitazione del campo elettrico è nulla se e solo se

- A le cariche che generano il campo si muovono di moto accelerato.
- B le cariche che generano il campo si muovono a velocità costante.
- C le cariche che generano il campo sono ferme.
- D la circuitazione del campo elettrico non è mai nulla.

## I moti ondulatori

- 1** Un'onda è una perturbazione che si propaga
- A trasportando energia e materia.
  - B trasportando materia ma non energia.
  - C trasportando energia ma non materia.
  - D senza trasporto di energia e materia.
- 2** Gli elementi del mezzo materiale in cui viaggia un'onda si spostano nella stessa direzione di propagazione dell'onda. In questo caso l'onda è un'onda
- A trasversale.
  - B piana.
  - C sferica
  - D longitudinale.
- 3** Il suono è un'onda
- A trasversale.
  - B longitudinale.
  - C meccanica.
  - D elettromagnetica.
- Suggerimento:** più di una risposta potrebbe essere corretta.
- 4** Un uomo emette un urlo verso una parete e percepisce l'eco dopo 0,5 s. Supponi che il suono si propaghi alla velocità di 340 m/s. A che distanza dall'uomo si trova la parete?
- A 0,85 m
  - B 8,5 m
  - C 85 m
  - D 850 m
- 5** Un'onda periodica è
- A sempre un'onda armonica.
  - B sempre un'onda sonora.
  - C sempre un'onda meccanica.
  - D un'onda il cui profilo si ripete identico a distanze regolari.
- 6** La velocità di propagazione di un'onda periodica
- A è direttamente proporzionale al periodo.
  - B è inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda.
  - C dipende dall'ampiezza dell'onda.
  - D aumenta all'aumentare della frequenza.
- 7** A parità di frequenza, la lunghezza d'onda è
- A direttamente proporzionale alla velocità di propagazione dell'onda.
  - B inversamente proporzionale alla velocità di propagazione dell'onda.
  - C direttamente proporzionale al quadrato della velocità di propagazione dell'onda.
  - D inversamente proporzionale al quadrato della velocità di propagazione dell'onda.
- 8** Un'onda periodica ha una frequenza di 0,1 Hz e si propaga a una velocità di 1 m/s. La lunghezza d'onda è
- A 0,1 m.
  - B 1 m.
  - C 5 m.
  - D 10 m.
- 9** Se si dimezza la distanza da una sorgente sonora, l'intensità del suono
- A raddoppia.
  - B quadruplica.
  - C dimezza.
  - D resta invariata.
- 10** Ti trovi a distanza  $r$  da una sorgente sonora. A quale distanza l'intensità dell'onda si riduce del 75%?
- A  $2r$
  - B  $3r$
  - C  $4r$
  - D  $8r$
- 11** Una sorgente sonora che emette 0 dB è una sorgente che
- A non emette alcun suono.
  - B emette un suono a una frequenza non udibile dall'orecchio umano.
  - C emette un suono sopra la soglia del dolore.
  - D emette un suono alla minima intensità percepibile dall'uomo.

# Problemi

## 1 I moti ondulatori

**1** **FERMATI A PENSARE** Perché in montagna è pericoloso produrre rumori in zone con pericolo di valanghe?

**2** **FERMATI A PENSARE** In uno stadio i tifosi festeggiano i gol facendo la ola, che è un'onda.

- ▶ In che direzione si propaga?
- ▶ Qual è il «mezzo» che permette la trasmissione dell'onda?
- ▶ Qual è il moto di ogni elemento di tale «mezzo»?

▶ È un'onda trasversale o longitudinale?

**3** **FERMATI A PENSARE** In una coda di persone a uno sportello, quando il primo cliente esce dalla coda, si crea un intervallo vuoto che si muove attraverso la coda mentre le persone si spostano in avanti per riempirlo.

- ▶ Si tratta di un impulso trasversale o longitudinale?
- ▶ Che cosa determina la velocità di questo impulso?

## 2 Le onde periodiche

**4** Uno studio televisivo produce onde sonore che in aria hanno una lunghezza d'onda di 2 m. Queste onde sono trasformate in onde elettromagnetiche, che arrivano all'antenna di casa con lunghezza d'onda pari a 2 m.

- ▶ Quale delle due ha frequenza più alta, l'onda elettromagnetica o l'onda sonora?

**5** Ti avvicini a una parete fatta di materiale non fonoassorbente, ponendoti a una distanza di 10 m, e urli la parola «ciao». Senti distintamente l'eco?

**6** In un tratto di mare ci sono delle onde con un periodo di 6,0 s e una lunghezza d'onda di 90 m. Calcola:


- ▶ la frequenza di tali onde;
- ▶ la loro velocità di propagazione.

[0,17 Hz; 15 m/s]

**7** A un dato istante, su una distanza di 100 m, si contano esattamente 14 creste di un'onda periodica sulla superficie dell'acqua.

- ▶ Qual è la lunghezza d'onda dell'onda periodica?

[7,14 m]

**8**  A tuning fork emits a sound at a frequency of 446 Hz in a room where sound travels at 343 m/s.

- ▶ Calculate the period and the wavelength of the sound propagating in air.

[2.24 × 10<sup>-3</sup> s; 0.769 m]

**9** Un pescatore ha ancorato la sua barca e vede che le creste delle onde passano per la prua ogni 2,0 s. La distanza tra due creste è di 6,6 m.

- ▶ A che velocità viaggiano le onde?

[3,3 m/s]

**10** *in classe* In un'escursione in montagna, indirizzi la tua voce verso una parete rocciosa verticale posta a 840 m di distanza. L'eco ti raggiunge dopo 4,90 s. La lunghezza d'onda del suono è di 800 mm. Calcola:

- ▶ la velocità del suono nell'aria;
- ▶ la frequenza dell'onda sonora;
- ▶ il periodo dell'onda sonora.

[343 m/s; 429 Hz; 2,33 × 10<sup>-3</sup> s]

**11** Ti trovi in montagna e percepisci un ritardo di 2,0 s tra un forte suono emesso nelle tue vicinanze e l'arrivo dell'eco. La velocità del suono in aria è 340 m/s.

- ▶ A quale distanza dalla tua posizione si trovano le pareti di roccia che rimandano l'eco?

[3,4 × 10<sup>2</sup> m]

**12** La velocità di propagazione del suono in aria è 340 m/s, mentre nei tessuti cellulari è circa 1,50 × 10<sup>3</sup> m/s. In un'e-cografia sono usati ultrasuoni di frequenza 1,8 MHz.

- ▶ Calcola la lunghezza d'onda di questi ultrasuoni in aria e nei tessuti cellulari.

[1,9 × 10<sup>-4</sup> m; 8,3 × 10<sup>-4</sup> m]

**13** In un concerto l'ultima fila di spettatori si trova a 150 m dagli altoparlanti.

- ▶ Qual è il ritardo  $\Delta t$  con cui la musica giunge agli spettatori? Per la velocità del suono usa il valore 340 m/s.

[0,441 s]

**14** Un'unità nautica della capitaneria di porto emette un segnale acustico di pericolo ai bagnanti di uno stabilimento balneare. La lunghezza d'onda del segnale è 0,50 m. Per la velocità del suono usa il valore 340 m/s.

- ▶ Calcola la frequenza del segnale acustico.

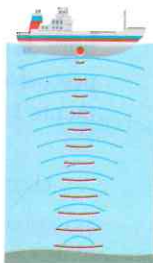
[6,8 × 10<sup>2</sup> Hz]

**24** I pipistrelli valutano la distanza dagli ostacoli emettendo ultrasuoni e rivelandone l'eco. Un pipistrello emette due ultrasuoni in direzioni tra di loro perpendicolari, ricevendo il primo segnale di ritorno dopo 0,30 s e il secondo dopo 0,20 s. Gli ultrasuoni si propagano in aria con una velocità di modulo 340 m/s.

► Calcola la distanza tra i due ostacoli.

[61 m]

**25** Un'imbarcazione per ricerche oceanografiche, dotata di un ecoscandaglio che emette impulsi di frequenza 11 kHz e lunghezza d'onda 13,5 cm, riceve il suono riflesso con un ritardo di 0,40 s



► Calcola la velocità dell'impulso sonoro.  
► Calcola la distanza a cui si trova l'ostacolo.

[ $1,5 \times 10^3$  m/s;  $3,0 \times 10^2$  m]

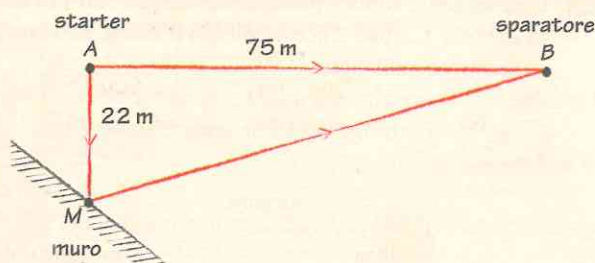
**26 PROBLEMA SVOLTO**

In una gara di atletica, lo starter spara un colpo in aria. Una spettatrice si trova a 75 m dallo starter e riceve anche l'eco dello sparo, riflesso da un muro che si trova a 22 m dallo starter. Il punto M del muro in cui avviene la riflessione dell'onda sonora è posto in modo tale che l'angolo formato dallo spettatore, dallo starter e da M sia retto. La velocità del suono nell'aria vale 342 m/s.

► Calcola l'intervallo di tempo tra l'istante in cui la spettatrice sente lo sparo riflesso dal muro e l'istante in cui sente lo sparo vero e proprio.

**Risoluzione**

• Rappresentiamo la situazione fisica



• La lunghezza  $L$  della spezzata  $AMB$  è  

$$L = AM + \sqrt{AM^2 + AB^2} =$$

$$= 22 \text{ m} + \sqrt{(22 \text{ m})^2 + (75 \text{ m})^2} \approx 100 \text{ m}$$

Quindi  $L$  supera la distanza  $AB$  della quantità

$$\Delta s = L - AB \approx 100 \text{ m} - 75 \text{ m} = 25 \text{ m}$$

• Allora il ritardo con cui lo spettatore sente lo sparo riflesso dal muro, rispetto a quando lo sente la prima volta, vale

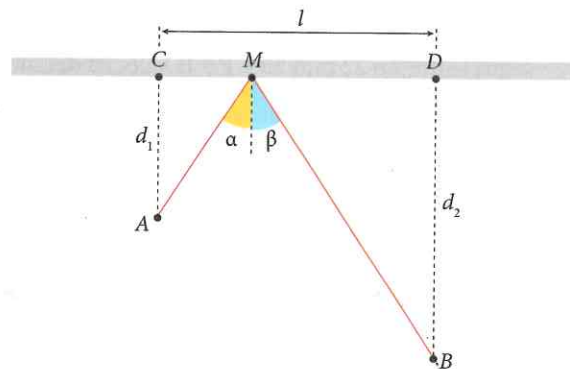
$$\Delta t = \frac{\Delta s}{v} \approx \frac{25 \text{ m}}{342 \text{ m/s}} = 0,073 \text{ s}$$

**27 ORA PROVA TU** Silvia e Lapo si trovano a 160 m l'una dall'altro. Silvia spara un colpo a salve. Lapo sente due suoni separati da un intervallo di tempo di 3,00 s. Il punto del muro in cui avviene la riflessione dell'onda sonora è equidistante da entrambi. La velocità del suono nell'aria vale 340 m/s.

► Qual è la distanza di Silvia e Lapo dal muro?

[585 m]

**28 ORA PROVA TU** Anna e Bianca sono rispettivamente nelle posizioni A e B della figura davanti a un muro.



Distano dal muro rispettivamente  $d_1 = 3,0 \times 10$  m e  $d_2 = 6,0 \times 10$  m. La distanza tra di loro misurata in orizzontale è  $l = 6,0 \times 10$  m. Al tempo  $t = 0$  s, Anna spara un colpo a salve. La velocità del suono nell'aria vale 342 m/s.

► Determina l'istante di tempo in cui Bianca sente l'eco dello sparo.

[0,32 s]

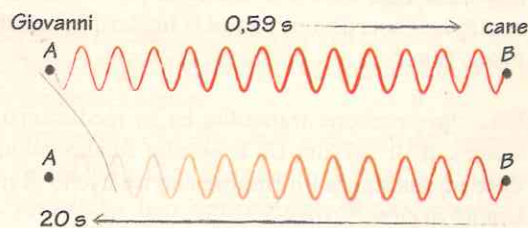
**29 PROBLEMA SVOLTO**

Giovanni sta addestrando il suo cane al centro cinofilo. Su indicazione dell'istruttrice, per richiamarlo usa un fischietto e il cane in 20,0 s dall'emissione del suono è davanti ai suoi piedi. Dopo 0,59 s dall'emissione il cane sente il suono e inizia a correre verso Giovanni.

► Calcola la velocità media con la quale il cane ha corso per tornare da Giovanni.

**Risoluzione**

• Rappresentiamo la situazione fisica



• Calcoliamo la distanza tra Giovanni e il cane:  
 $s = v_s t_2 \Rightarrow s = (340 \text{ m/s})(0,59 \text{ s}) = 2,0 \times 10^2 \text{ m}$

- 51** **DISEGNA IL GRAFICO** Durante una partita di calcio Inter-Milan, l'arbitro si trova al centro del campo quando fischia per decretare la fine della partita. Il giocatore Icardi si trova a 8,0 m dall'arbitro, in direzione sud, mentre il giocatore Bonaventura si trova in direzione est (sempre rispetto all'arbitro).

## 4 L'effetto Doppler

- 52** Descrivi in modo qualitativo il funzionamento di un *autovelox radar*.

- 53** **DIMOSTRA** In autostrada due automobili procedono incolonnate alla stessa velocità. Quella che segue emette un colpo di clacson con frequenza  $f$ .

- Qual è la frequenza del suono percepito nell'auto che precede?

- 54** La frequenza del suono emesso dalla sirena di un'ambulanza è  $1,25 \times 10^3$  Hz. L'ambulanza si muove alla velocità di 31,6 m/s allontanandosi da un pedone fermo sul marciapiede.



- Con quale frequenza è percepito il suono della sirena dal pedone? La velocità del suono in aria è 340 m/s.

[ $1,14 \times 10^3$  Hz]

- 55** Una motociclista è ferma a un passaggio a livello. Un treno che giunge alla velocità di 108 km/h emette un fischio di frequenza 900 Hz.

- Quale frequenza registra la motociclista mentre il treno si avvicina e quale mentre il treno si allontana?

[987 Hz; 827 Hz]

- 56** Una sorgente sonora in quiete vibra alla frequenza di 1100 Hz. Un rilevatore di suoni, che si sta avvicinando alla sorgente, registra una frequenza di 1300 Hz.

- Calcola la velocità del rilevatore.

[61,8 m/s]

- 57** Un'auto e una moto viaggiano nella stessa direzione ma in verso opposto. Mentre i due veicoli si allontanano, il conducente dell'auto suona il clacson, che emette un'onda sonora di frequenza 380 Hz. La velocità dell'auto è 32 m/s e quella della moto 17 m/s. La velocità del suono nell'aria è 340 m/s.

- Determina la frequenza del suono percepito dal motociclista.

[330 Hz]

Bonaventura avverte un suono di livello di intensità sonora 10 dB minore rispetto al livello di intensità sonora avvertita da Icardi.

- Rappresenta graficamente la situazione e calcola la distanza tra i due calciatori.

[27 m]

### PROBLEMA MODELLO 2

#### Riflessione sonora su un corpo in movimento

➔ pag. 19

- 58** **ORA PROVA TU** In autostrada due automobili procedono in direzione opposta con la stessa velocità in modulo. La conducente di una delle due auto percepisce il suono del clacson dell'altra auto a una frequenza che è 1,2 volte maggiore della frequenza avvertita ad auto ferme. La velocità del suono nell'aria è 340 m/s.

- Qual è il modulo della velocità di ogni auto? [31 m/s]

- 59** **ORA PROVA TU** Due treni viaggiano nella stessa direzione in verso opposto. Un treno emette un lungo suono di frequenza 400 Hz. Il macchinista dell'altro treno percepisce il suono con una frequenza di 453 Hz in fase di avvicinamento e di 352 Hz in fase di allontanamento. La velocità del suono nell'aria è 340 m/s.

- Determina il modulo delle velocità del treno che ha emesso il suono e del treno che lo riceve.

[17 m/s; 26 m/s]

- 60** Una musicista si trova in un autoveicolo scoperto e suona uno strumento, che emette un'onda sonora a frequenza  $f_0$ . L'autoveicolo si allontana con una certa velocità da un ascoltatore fermo a terra. L'ascoltatore percepisce una frequenza minore di un semitono nella scala temperata rispetto a quella dell'onda emessa.

- Determinare il modulo della velocità dell'autoveicolo.

[73 km/h]

### 61 PROBLEMA SVOLTO

Il motore di un'auto da corsa, che si avvicina alle tribune alla velocità di 50 m/s, emette un suono alla frequenza di 210 Hz. Immagina ora che l'auto sia ferma e che uno spettatore si muova verso l'auto.

- Quale dovrebbe essere la velocità dello spettatore per udire, dal motore, lo stesso tono che era percepito nella tribuna?

#### Risoluzione

- Quando l'auto si avvicina alle tribune, dalla formula [15] ricaviamo la frequenza percepita dagli spettatori:

$$f' = \frac{v}{v - v_s} f = \frac{340 \text{ m/s}}{340 \text{ m/s} - 50 \text{ m/s}} (210 \text{ Hz}) = 246 \text{ Hz}$$

**70 TROVA LA FORMULA** In un punto  $P$  dello spazio, l'altezza di un'onda periodica, ottenuta agitando l'estremità di una molla, varia nel tempo seguendo la legge del moto armonico, con  $\varphi_0 = 0$ . L'ampiezza  $a$  dell'onda è di 0,15 m e il suo periodo vale 1,8 s.

- ▶ Scrivi l'equazione dell'onda.
- ▶ Calcola l'altezza dell'onda nel punto  $P$ , all'istante  $t = 2,2$  s.

$y = a \cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi_0\right) = 0,15 \cos\left(\frac{2\pi}{1,8}t\right)$  se  $t = 2,2$   $y = [0,026 \text{ m}]$

**71** Un punto di un'onda oscilla secondo l'equazione  $y = (2,5 \text{ m}) \cos(\pi t)$ .

- ▶ Calcola il periodo di oscillazione.
- ▶ Quanto vale la fase iniziale dell'onda?
- ▶ Che cosa indica il coefficiente 2,5 m?

[2 s; 0 rad]

**72** Un'onda armonica che si propaga su una corda ha un'ampiezza di 5,2 cm. All'istante  $t = 0$  s, lo spostamento verso l'alto della corda di un punto  $P$  vale 2,2 cm. La fase iniziale dell'onda è negativa.

- ▶ Determina il valore della fase iniziale?

$y_0 = a \cos(\varphi_0)$   $\cos(\varphi_0) = \frac{y_0}{a}$   $\varphi_0 = \cos^{-1}\left[\frac{-2,2}{5,2}\right] = [-65^\circ]$

**73 DISEGNA IL GRAFICO** Un'onda in acqua ha la forma di un'onda armonica di ampiezza 1,40 m. L'onda si propaga alla velocità di 1,88 m/s e ha un periodo di 2,13 s. Considera la fase iniziale uguale a zero.

- ▶ Calcola l'altezza dell'onda in un punto posto a 40,0 cm a destra di una cresta dell'onda all'istante  $t = 0$  s.

- ▶ A quale distanza  $x$  dall'origine del sistema di riferimento scelto la quota  $y$  dell'onda sarà per la prima volta nulla?
- ▶ Verifica i risultati ottenuti costruendo per punti il grafico  $xy$ , dove  $x$  indica la posizione del punto lungo la corda e  $y$  la posizione verticale rispetto alla quota di equilibrio.

[1,13 m; 1,00 m]

**74 PROBLEMA A PASSI**

Al mare osservi un'onda armonica di altezza massima uguale a 80 cm, le cui creste distano 15 m. La seconda cresta ti raggiunge con 8,0 s di ritardo rispetto alla prima. Considera la fase iniziale uguale a zero.

- ▶ Calcola la frequenza, la pulsazione e la velocità dell'onda.
- ▶ Scrivi l'equazione dell'onda armonica  $y(x,t)$ .

[0,13 Hz; 0,79 rad/s; 1,9 m/s]

- 1 Individua la lunghezza d'onda e il periodo dai dati forniti.
- 2 Calcola frequenza, pulsazione e velocità dell'onda usando le formule che le mettono in relazione con i dati che hai.
- 3 Con i dati forniti e i valori ricavati, scrivi l'equazione dell'onda armonica.

**75 ORA PROVA TU** Marta tiene l'estremità di una fune e la agita verticalmente, producendo un'onda armonica che si estende complessivamente per 30 cm lungo la direzione verticale. Il capo della fune tenuto da Marta passa dal punto più alto ogni 1,5 s. La fase iniziale dell'onda all'istante  $t = 0$  s è zero.

- ▶ Calcola l'ampiezza, la frequenza, e la pulsazione dell'onda armonica generata.
- ▶ Scrivi l'equazione dell'onda armonica in un punto fisso  $y(t)$  e disegnane il grafico.

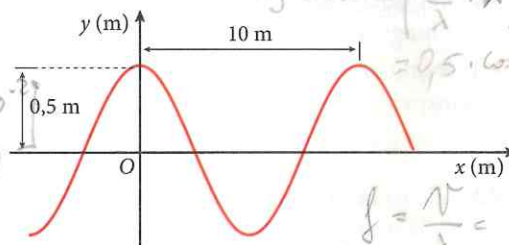
[0,15 m; 0,67 Hz; 4,2 rad/s]

**76 DISEGNA IL GRAFICO** L'oscillazione di un punto di una corda avviene secondo l'equazione  $y = (0,80 \text{ m}) \cos(2\pi t)$ . La velocità di propagazione dell'onda è 0,040 m/s.

- ▶ Calcola la lunghezza d'onda dell'onda che si propaga nella corda.
- ▶ Costruisci il grafico dell'altezza dell'onda in funzione del tempo per i primi 2,00 s.

[0,040 m]

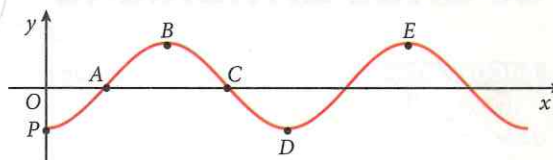
**77 TROVA LA FORMULA** Una foto scattata al mare in un certo istante mostra un'onda con le caratteristiche mostrate nella figura.



- ▶ Quanto vale la fase iniziale per  $x = 0$  m che ricavi dal grafico? Scrivi l'equazione dell'onda.
- ▶ L'onda si propaga alla velocità di 5,0 m/s. Considera uguale a zero la fase iniziale nel tempo. Scrivi prima l'equazione dell'onda in funzione della posizione e del tempo e infine l'equazione dell'onda armonica.

$[0; y(x) = (0,50 \text{ m}) \cos[(0,63 \text{ rad/m})x]; y(t) = (0,50 \text{ m}) \cos(\pi t); y(x,t) = (0,50 \text{ m}) \cos\{(2\pi/10 \text{ m})[x - (5,0 \text{ m/s})t]\}$

**78** Il grafico mostra un'onda armonica:



- ▶ Qual è la differenza di fase tra il punto  $P$  e il punto  $A$ ?
- ▶ Quale punto oscilla in fase con  $D$ ?
- ▶ Quale punto oscilla in fase con  $B$ ?
- ▶ Qual è la differenza di fase tra  $P$  e  $C$ ?
- ▶ Quale punto ha una differenza di fase con  $A$  pari a  $\pi$ ?
- ▶ Qual è la differenza di fase tra i punti  $B$  e  $D$ ?

$[\pi/2; \text{il punto } P; \text{il punto } E; 3\pi/2; \text{il punto } C; \pi]$

## Il modello corpuscolare e il modello ondulatorio della luce

1 La luce

- A è un'onda meccanica.
- B è un'onda elettromagnetica.
- C non è un'onda.
- D è un flusso di particelle chiamate fotoni.

**Suggerimento:** più di una risposta potrebbe essere corretta.

2 Quale dei seguenti fenomeni può essere spiegato mediante la teoria corpuscolare della luce?

- A La riflessione.
- B L'interferenza
- C La diffrazione.
- D La formazione delle ombre.

**Suggerimento:** più di una risposta potrebbe essere corretta.

3 La velocità della luce in un mezzo

- A dipende dalla lunghezza d'onda della luce.
- B dipende dall'indice di rifrazione del mezzo.
- C dipende dall'ampiezza dell'onda.
- D non dipende dalla natura del mezzo.

4 La velocità della luce è

- A maggiore nell'acqua e minore nel vetro.
- B minore nel vetro e maggiore del diamante.
- C minore nel ghiaccio e maggiore nel diamante.
- D maggiore nel vetro e minore nell'acqua.

## I colori

5 I colori percepiti dall'occhio umano cambiano in base

- A all'ampiezza dell'onda luminosa.
- B alla velocità di propagazione dell'onda luminosa.
- C alla frequenza dell'onda luminosa.
- D alla lunghezza d'onda dell'onda luminosa.

**Suggerimento:** più di una risposta potrebbe essere corretta.

6 Quali colori sono ordinati con frequenza crescente?

- A Blu, verde, giallo, rosso.
- B Giallo, verde, rosso, violetto.
- C Rosso, giallo, blu, violetto.
- D Rosso, Violetto, giallo, arancione.

## L'energia della luce

7 L'irradiazione è

- A inversamente proporzionale alla potenza luminosa emessa dalla sorgente.
- B direttamente proporzionale alla distanza della sorgente luminosa.
- C inversamente proporzionale alla distanza della sorgente luminosa.
- D inversamente proporzionale al quadrato della distanza della sorgente luminosa.

8 Un pianeta si trova nel perielio a distanza  $r$  dalla propria stella. Raggiunto l'afelio, l'irradiazione sul pianeta dimezza. Qual è la distanza dalla stella in afelio?

- A  $2r$
- B  $4r$
- C  $\sqrt{2}r$
- D  $\sqrt{3}r$

9 L'intensità di radiazione è una grandezza

- A fotometrica.
- B radiometrica.
- C vettoriale.
- D adimensionale.

10 L'intensità di radiazione è definita come l'energia emessa da una sorgente luminosa

- A moltiplicata per l'ampiezza dell'angolo solido e divisa per l'intervallo di tempo.
- B divisa per l'ampiezza dell'angolo solido e divisa per l'intervallo di tempo.
- C moltiplicata per l'intervallo di tempo e divisa per l'ampiezza dell'angolo solido.
- D moltiplicata per l'ampiezza dell'angolo solido e per l'intervallo di tempo.



- 11 Il flusso luminoso di una sorgente, che incide su una superficie appartenente a una superficie sferica distante 2 m, è 15 lm. L'intensità luminosa della sorgente è 60 cd. Qual è l'area della superficie?
- A 0,1 m<sup>2</sup>
  - B 1 m<sup>2</sup>
  - C 10 m<sup>2</sup>
  - D 100 m<sup>2</sup>

- 12 Un flusso luminoso di 10 lm incide su una superficie circolare di raggio 10 m. Quanto vale l'illuminamento della superficie?
- A  $\frac{1}{10\pi}$  lx
  - B  $10\pi$  lx
  - C  $\frac{1}{100\pi}$  lx
  - D  $100\pi$  lx

## L'interferenza e la diffrazione

- 13 Nella diffrazione dovuta a una singola fenditura
- A le frange luminose hanno tutte la stessa intensità luminosa.
  - B le frange luminose hanno tutte la stessa larghezza.
  - C la frangia centrale ha intensità luminosa minore delle fasce laterali.
  - D la frangia centrale ha intensità luminosa maggiore delle fasce laterali.

- 14 L'interferenza costruttiva tra due onde con uguale frequenza avviene solo se le due onde
- A sono sfasate di  $\pi$ .
  - B sono in fase.
  - C hanno la stessa ampiezza.
  - D si propagano nel vuoto.

- 15 Un'onda luminosa di lunghezza d'onda 400 nm attraversa una singola fenditura. La prima frangia scura si forma a un angolo di  $\frac{\pi}{4}$ . Qual è la larghezza della fenditura?
- A  $400\sqrt{2}$  nm
  - B  $\frac{\sqrt{2}}{400}$  nm
  - C  $200\sqrt{2}$  nm
  - D  $\frac{\sqrt{2}}{200}$  nm

- 16 Usiamo un interferometro di Young per osservare il fenomeno dell'interferenza. La sorgente emette luce monocromatica di lunghezza d'onda 650 nm. La distanza tra le fenditure è 1 mm e la distanza tra le fenditure e lo schermo è di m. Che distanza misureremo tra due frange luminose successive?
- A 1,5 mm
  - B 6,5 mm
  - C 15 mm
  - D 65 mm

- 17 In un esperimento di Young che usa luce monocromatica, come ti aspetti che sia la distanza tra due frange luminose successive?
- A Indipendente dal colore della luce.
  - B Minore per la luce rossa rispetto alla luce blu.
  - C Minore per la luce verde rispetto alla luce blu.
  - D Minore per la luce blu rispetto alla luce rossa.

- 18 In un interferometro di Young la distanza tra due frange luminose successive è 1 mm, la distanza tra le fenditure è 0,5 mm e la distanza tra le fenditure e lo schermo è 1 m. Che colore ha la luce?
- A Verde
  - B Rossa
  - C Gialla
  - D Blu

- 19 Un'onda luminosa proviene da un mezzo con indice di rifrazione 1,3 e incide su un mezzo con indice di rifrazione 1,1. Quale delle seguenti affermazioni è vera?
- A L'onda sarà totalmente assorbita dal secondo mezzo.
  - B La fase dell'onda riflessa cambia di  $\pi$  rispetto alla fase dell'onda incidente.
  - C La fase dell'onda riflessa cambia di  $3\pi$  rispetto alla fase dell'onda incidente.
  - D La riflessione avviene senza alcun cambiamento di fase.

- 20 Un'onda marina si propaga con un fronte d'onda piano e incide sull'apertura di una barriera frangiflutti. L'onda che emerge dall'apertura ha un fronte d'onda circolare. Ciò avviene quando
- A la larghezza dell'apertura è circa uguale all'ampiezza dell'onda.
  - B la lunghezza d'onda è circa uguale all'ampiezza dell'onda.
  - C la lunghezza d'onda è circa uguale alla larghezza dell'apertura.
  - D la larghezza dell'apertura è molto maggiore della lunghezza d'onda.