



## LA CARICA ELETTRICA

I corpi si possono elettrizzare, assumendo una carica elettrica totale di segno positivo o negativo: cariche di segno uguale si respingono, cariche di segno opposto si attraggono.

### Elettrizzazione

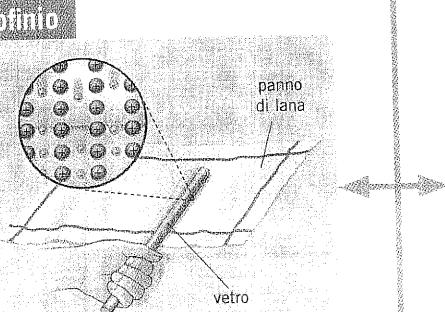
Gli elettroni possono passare da un corpo all'altro. Un corpo elettrizzato negativamente ha un eccesso di elettroni; un corpo elettrizzato positivamente ha una mancanza di elettroni.

#### Isolanti e conduttori

- Negli *isolanti* (plastica, ceramica) le cariche non possono spostarsi.
- Nei *conduttori* (ferro, corpo umano) vi sono cariche elettriche libere di muoversi.

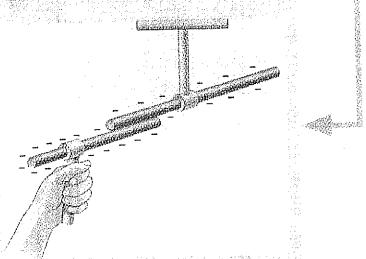
### Elettrizzazione per strofinio

Strofinando il vetro con la lana lo si può elettrizzare, cioè elettroni passano dal vetro alla lana.



### Elettrizzazione per contatto

Parte della carica presente su un conduttore elettrizzato passa a un secondo conduttore che viene a contatto con esso.

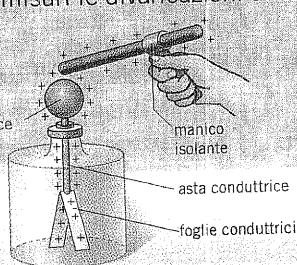


### Carica elementare

- È l'opposto della carica dell'elettrone.
- Vale  $e = 1,6021 \times 10^{-19}$  C.
- Tutte le particelle elementari conosciute hanno una carica che è un multiplo (positivo o negativo) di  $e$ .
- È la più piccola carica positiva che si può trovare in natura.

### Carica elettrica

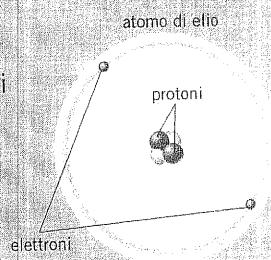
- Un oggetto è carico se, messo a contatto con un elettroscopio, fa divaricare le sue foglie.
- Per misurare la carica elettrica si sceglie una carica come unità di misura, poi si tara l'elettroscopio con una scala che misuri le divaricazioni delle foglioline.



### Il modello microscopico dell'atomo

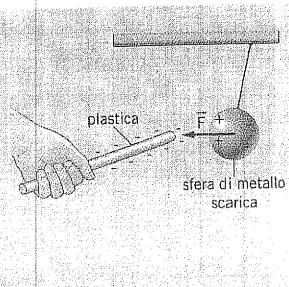
Tutti gli atomi contengono due tipi di particelle caricate: gli elettroni con carica negativa e i protoni con carica positiva.

- Gli atomi contengono tanti protoni quanti elettroni e, quindi, sono elettricamente neutri.



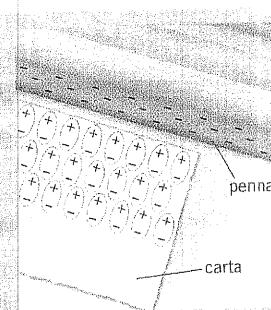
### Induzione

- Riguarda i conduttori.
- È la ridistribuzione di carica in un *conduttore* neutro (sfera metallica), causata dalla vicinanza di un corpo carico (plastica)
- Permette di caricare un conduttore neutro.



### Polarizzazione

- Riguarda gli isolanti.
- È la ridistribuzione di carica in un isolante neutro, causata dalla vicinanza di un corpo carico.
- Spiega perché piccoli oggetti neutri (come pezzettini di carta) sono attratti da un corpo carico (penna strofinata).



### Unità di misura

coulomb (C)



## LA LEGGE DI COULOMB

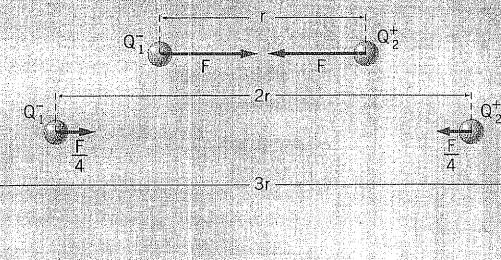
La forza elettrica di Coulomb, come la forza gravitazionale, è una forza a distanza, e in condizioni ordinarie è molto più intensa di quella gravitazionale. Agisce solo tra corpi carichi, mentre la gravitazione agisce sempre.

### Forza di Coulomb

$$F = k_0 \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

forza di Coulomb = costante di proporzionalità ×  $\frac{\text{prima carica} \times \text{seconda carica}}{(\text{distanza})^2}$

- Esprime la forza elettrica che si esercita tra due cariche puntiformi.
- Il valore della forza elettrica tra due cariche puntiformi è direttamente proporzionale a ciascuna carica e inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza.
- È positiva (forza repulsiva), se le due cariche hanno lo stesso segno; è negativa (forza attrattiva), se le cariche hanno segno opposto.



### Unità di misura

coulomb (C)

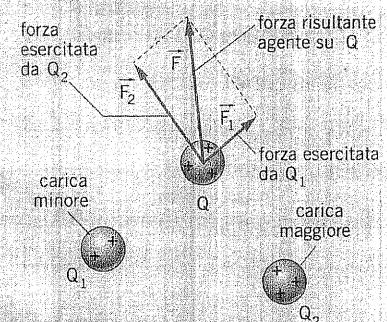
### Costante di proporzionalità $k_0$

$$\text{Nel vuoto } k_0 = 8,99 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$$

- È una costante determinata sperimentalmente.
- Nell'aria ha circa lo stesso valore che nel vuoto; se invece le cariche sono in un materiale isolante è più piccola e, di conseguenza, il valore della forza di Coulomb è minore che nel vuoto.
- Per esempio, nell'acqua distillata vale 1/80 rispetto a quella nel vuoto.

### Principio di sovrapposizione

La forza totale che agisce su una carica elettrica è uguale alla somma vettoriale delle singole forze che agirebbero su di essa se ciascuna delle altre cariche fosse presente da sola.



### Forza elettrica e forza gravitazionale

$$F = k_0 \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

- Entrambe le forze agiscono a distanza, diminuiscono in modo inversamente proporzionale al quadrato della distanza e sono direttamente proporzionali a una grandezza caratteristica (la massa o la carica).
- La forza gravitazionale è solo attrattiva, mentre quella elettrica è attrattiva e repulsiva. Inoltre la forza elettrica agisce solo fra corpi elettricamente carichi, mentre la gravitazione agisce sempre.

# ESERCIZI

## DOMANDE SUI CONCETTI

20 test (30 minuti)

### TEST INTERATTIVI



- 1** Attacca sul piano del tavolo due strisce di nastro adesivo lunghe circa 10 cm e poi staccate velocemente, l'una dopo l'altra. Ora prova ad avvicinarle.

» Cosa noti e come spieghi questo fenomeno?

- 2** Se è vero che ogni carica elettrica è dotata di massa, è vero anche che ogni oggetto dotato di massa possiede una carica elettrica?

- 3** In un giorno con poca umidità strofina avanti e indietro una decina di volte un palloncino gonfio con un golf e poi avvicinalo ai tuoi capelli. I capelli sono attratti dal palloncino? E il palloncino è un conduttore o un isolante?

- 4** Spesso, quando d'inverno scendi dall'auto, prendi la scossa chiudendo la portiera. Per evitare questo fenomeno alcuni automobilisti, un tempo, fissavano alla carrozzeria catene o strisce metalliche che dall'auto arrivavano a terra.

» Spiega a cosa servivano e come funzionavano.

- 5** Hai a disposizione un elettroskopio a foglie e due corpi carichi.

» Come puoi sapere se i due corpi sono carichi dello stesso segno o di segno opposto?

- 6** Su un giornale scientifico leggi la seguente notizia: «il professor Rossi e la sua equipe hanno scoperto che alcune cellule irradiate con raggi X si caricano positivamente con una carica  $q = 0,8 \times 10^{-19} \text{ C}$ ».

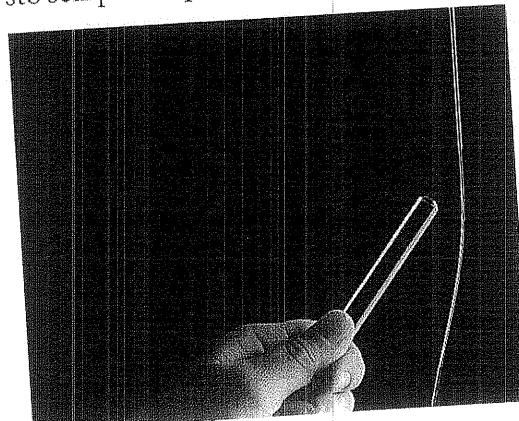
» Perché sei sicuro che la notizia contiene un errore di stampa?

- 7** Perché quando si parla delle forze che agiscono tra due particelle cariche, che sono dotate di massa, si parla solo della forza elettrica e non della forza gravitazionale?

- 8** Due corpi che possiedono la stessa carica elettrica si trovano a una certa distanza  $d$ . Che cosa succede se nel punto di mezzo tra di essi poniamo prima un elettrone e poi un protone?

- 9** Strofina una bacchetta di plastica (per esempio, una penna) con un panno e avvicinala al filo dell'acqua che scende dal rubinetto. Se non c'è troppa umidità nell'aria, l'acqua si polarizza.

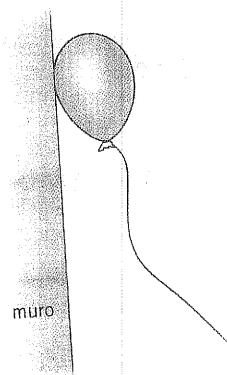
» Descrivi il comportamento dell'acqua in questo semplice esperimento.



C. Gardini, Parma 1999

- 10** Un isolante si può caricare per induzione?

- 11** Spiega, anche aiutandoti con un disegno, perché un palloncino di gomma strofinato sul maglione può rimanere attaccato a una parete verticale.



- 12** Trova i due errori presenti nella seguente affermazione: «Per caricare di segno negativo un elettroskopio scarico mediante induzione, si avvicina una bacchetta carica di segno negativo all'oggetto e lo si tocca con un dito, ma solo dopo avere allontanato la bacchetta.»

# ESERCIZI

## PROBLEMI

### 2 I CONDUTTORI E GLI ISOLANTI

- 1** Stabilisci quali dei seguenti oggetti sono fatti di materiale isolante e quali di materiale conduttore.

Oggetto	Isolante	Conduttore
Penna biro		
Interno del cavo del computer		
Esterno del cavo del computer		
Suola delle scarpe		
Braccialetto d'argento		
Le tue dita		
Ringhiera del balcone		
Tavolo di legno		

### 3 LA CARICA ELETTRICA

- 2** Un nucleo di plutonio-239 contiene 94 protoni e 145 neutroni. Un protone ha una carica positiva uguale alla carica elementare  $e$ .

▶ Calcola la quantità di carica che contiene il nucleo di plutonio.

$$[1,506 \times 10^{-17} \text{ C}]$$

- 3** A lightning flash carries a charge of approximately 20 C.

▶ How many electrons is the lightning flash composed of?

$$[1.2 \times 10^{20}]$$

- 4** Nel filamento di una lampadina scorrono circa  $3 \times 10^{18}$  elettroni al secondo.

▶ Quanta carica in coulomb attraversa la lampadina in un'ora di funzionamento?

$$[2 \times 10^3 \text{ C}]$$

- 5** Determina quanti elettroni occorrono per avere una carica di  $-1 \text{ C}$ .

$$[6,0 \times 10^{18}]$$

- 6** Una bacchetta di vetro viene strofinata con un panno di lana. Sulla sua superficie si deposita una carica  $Q = 7,2 \times 10^{-6} \text{ C}$ .

▶ Quanto vale la carica acquistata dalla lana?

▶ Quanti elettroni sono stati spostati?

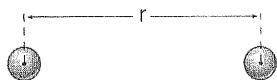
$$[-7,2 \times 10^{-6} \text{ C}; 4,5 \times 10^{13} \text{ C}]$$

### 4 LA LEGGE DI COULOMB

#### 7 PROBLEMA SVOLTO

Due cariche puntiformi di  $+1,0 \text{ C}$  si trovano, nel vuoto, alla distanza di 1,0 m.

▶ Con quale forza si respingono?



$$Q_1 = Q_2 = 1 \text{ C}$$
$$r = 1 \text{ m}$$

$$F = ?$$

	Grandezze	Simboli	Valori	Commenti
Dati	Prima carica	$Q_1$	$1,0 \text{ C}$	
	Seconda carica	$Q_2$	$1,0 \text{ C}$	
Incognite	Distanza tra le cariche	$r$	$1,0 \text{ m}$	Repulsiva
	Valore della forza	$F$	?	

### ■ Strategia

- Il modulo della forza con cui le due cariche (uguali) si respingono è data dalla formula di Coulomb

$$F = k_0 \frac{Q_1 Q_2}{r^2}.$$

- Ricorda che  $k_0 = 8,99 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$ .

### ■ Soluzione

- Sostituiamo i dati nella formula di Coulomb e ricaviamo:

$$\begin{aligned} F &= k_0 \frac{Q_1 Q_2}{r^2} = \left(8,99 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}\right) \times \frac{(1,0 \text{ C}) \times (1,0 \text{ C})}{(1,0 \text{ m})^2} = \\ &= \left(8,99 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}\right) \times 1,0 \frac{\cancel{\text{C}}^2}{\cancel{\text{m}}^2} = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \end{aligned}$$

### ■ Discussione

Abbiamo ottenuto una forza di 9 miliardi di newton, che è un valore enorme: si tratta di 90 volte il peso della tour Eiffel di Parigi. Ciò significa che non è possibile accumulare due cariche ciascuna pari a 1 C, perché già portarle alla distanza di 1 m l'una dall'altra richiede una forza notevole. Né, in realtà, è possibile accumulare una carica di 1 C a partire dalle cariche elementari.

Le cariche che incontriamo nella vita quotidiana e nei laboratori sono milioni o miliardi di volte più piccole del coulomb. Molto spesso, infatti, si usano il microcoulomb ( $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$ ) e il nanocoulomb ( $1 \text{nC} = 10^{-9} \text{ C}$ ).

- 8 Due cariche di valore  $Q_1 = 2,0 \times 10^{-6} \text{ C}$  e  $Q_2 = -1,5 \times 10^{-5} \text{ C}$  sono poste nel vuoto alla distanza di 3,0 cm.

- Calcola l'intensità della forza con cui si attraggono.
- Ora sposti le cariche a una distanza doppia. Quanto vale allora l'intensità della forza? Che relazione di proporzionalità esiste fra la forza e la distanza?

$[-3,0 \times 10^2 \text{ N}]$

- 9 In un atomo di idrogeno, nello stato fondamentale, la distanza fra l'unico elettrone e il protone del nucleo vale  $0,53 \times 10^{-10} \text{ m}$ .

- Calcola la forza elettrica che si esercita fra elettrone e protone.

$[-8,2 \times 10^{-8} \text{ N}]$

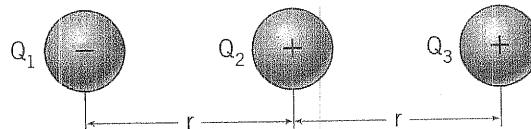
- 10 Considera tre cariche allineate:

★ ★  $Q_1 = -2,50 \times 10^{-6} \text{ C}$ ,

$Q_2 = +3,00 \times 10^{-6} \text{ C}$ ,

$Q_3 = +2,50 \times 10^{-6} \text{ C}$ .

La distanza fra  $Q_1$  e  $Q_2$  è uguale alla distanza fra  $Q_2$  e  $Q_3$  e vale 10,0 cm.



- Traccia i vettori forza che agiscono sulla carica centrale  $Q_2$ .

- Determina direzione, verso e intensità della forza risultante su  $Q_2$ .

$[13,5 \text{ N}]$

- 11 Due cariche identiche  $q = 3,0 \times 10^{-6} \text{ C}$  si respingono con una forza di 10,0 N.

## ESERCIZI

► A quale distanza si trovano?

[9,0 cm]

7,0 cm di distanza.

► Quanto vale la seconda carica?

[ $1,3 \times 10^{-7}$  C]

- 12** Una sfera di carica  $-6,3 \times 10^{-3}$  C viene attratta con una forza di 1500 N da un'altra carica posta a

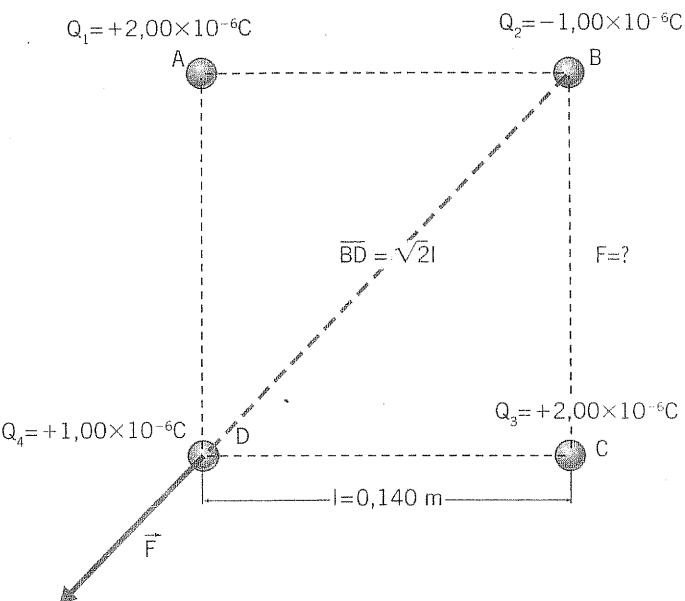
**13**

### PROBLEMA SVOLTO

★★★

Quattro cariche poste in aria sono situate nei vertici di un quadrato di lato 0,14 m, come nella figura.

- Disegna le tre forze che agiscono sulla carica posta nel punto D e calcola i loro moduli.
- Disegna la forza risultante sulla carica posta in D e determina il suo modulo.

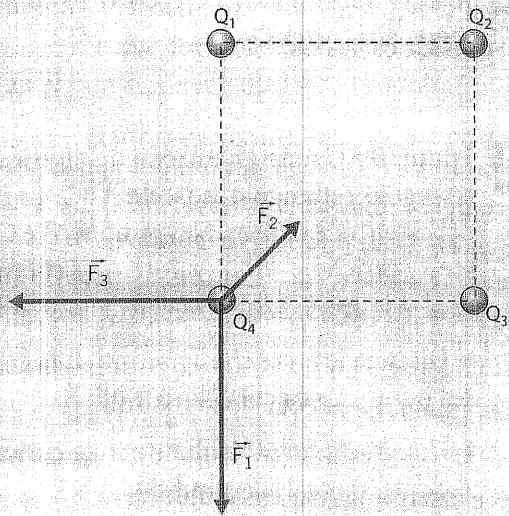


	Grandezze	Simboli	Valori	Commenti
Dati	Prima carica	$Q_1$	$+2,00 \times 10^{-6}$ C	Posta in A
	Seconda carica	$Q_2$	$-1,00 \times 10^{-6}$ C	Posta in B
	Terza carica	$Q_3$	$+2,00 \times 10^{-6}$ C	Posta in C
	Quarta carica	$Q_4$	$+1,00 \times 10^{-6}$ C	Posta in D
	Lato del quadrato	$l$	0,140 m	
Incognite	Distanza tra le cariche	$r$	1,0 m	
	Valore della forza	$F$	?	Repulsiva

#### ■ Strategia

- La carica  $Q_4$  (positiva) è respinta da  $Q_1$  e  $Q_3$  (positive) ed è attrata verso  $Q_2$  (negativa). La figura alla pagina seguente mostra direzioni e versi delle singole forze agenti su  $Q_4$ .
- I moduli delle forze si calcolano con la formula di Coulomb  $F = k_0 \frac{qQ}{r^2}$ .
- La distanza tra A e D e quella tra C e D valgono  $l$ ; quella tra B e D vale  $l\sqrt{2}$ , perché  $BD$  è la diagonale di un quadrato di lato  $l$ .
- Il modulo di  $\vec{F}_1$  è uguale a quello di  $\vec{F}_3$  perché  $Q_1$  è uguale a  $Q_3$  e anche la distanza tra  $Q_1$  e  $Q_4$  è uguale a quella tra  $Q_3$  e  $Q_4$ .

- Anche se le cariche sono poste in aria (e non nel vuoto) la costante di proporzionalità della legge di Coulomb vale  $k_0 = 8,99 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$



### Soluzione

- Calcoliamo il modulo delle forze  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_3$ .

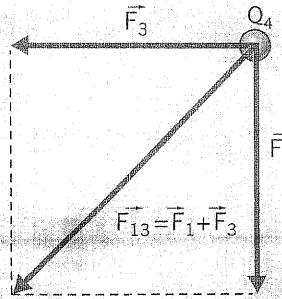
$$F_1 = F_3 = k_0 \frac{|Q_1| |Q_4|}{l^2} = \left(8,99 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}\right) \times \frac{(2,00 \times 10^{-6} \text{ C}) \times (1,00 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0,140 \text{ m})^2} = 0,917 \text{ N}$$

- Calcoliamo il modulo della forza  $\vec{F}_2$ .

$$F_2 = k_0 \frac{|Q_2| |Q_4|}{(\sqrt{2} l)^2} = \left(8,99 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}\right) \times \frac{(1,00 \times 10^{-6} \text{ C}) \times (1,00 \times 10^{-6} \text{ C})}{2 \times (0,14 \text{ m})^2} = 0,229 \text{ N}$$

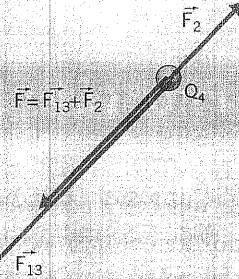
- Le forze  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_3$  sono uguali in modulo e perpendicolari tra loro; la loro somma  $\vec{F}_{13} = \vec{F}_1 + \vec{F}_3$  ha un modulo pari alla diagonale del quadrato DEFG.

$$F_{13} = \sqrt{2} F_1 = \sqrt{2} F_3 = \sqrt{2} \times (0,917 \text{ N}) = 1,30 \text{ N}$$



- Infine sommiamo  $\vec{F}_{13}$  e  $\vec{F}_2$ , che hanno stessa direzione e versi opposti.

$$F = F_{13} - F_2 = 1,30 \text{ N} - 0,229 \text{ N} = 1,07 \text{ N}$$



### Discussion

Il risultato (1,07 N) risulta minore del modulo delle forze  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_3$ . La ragione è che la forza  $\vec{F}_2$  si oppone all'effetto complessivo di  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_3$ ; così il modulo della forza risultante si riduce.

## ESERCIZI

- 14** Risolvi nuovamente l'esercizio 10 cambiando di segno alla carica  $Q_3$ .

[0 N]

- 15** I punti  $B$  e  $C$  sono gli estremi dell'ipotenusa di un triangolo rettangolo isoscele  $ABC$ . La lunghezza dei cateti vale 0,50 m. Nei punti  $A$ ,  $B$  e  $C$  sono poste cariche di valore, rispettivamente,  $Q_A = +3,1 \mu\text{C}$ ,  $Q_B = +6,3 \mu\text{C}$  e  $Q_C = -8,8 \mu\text{C}$ .

► Disegna le forze che agiscono sulla carica posta nel punto  $A$  e calcola i loro moduli.

► Disegna la forza risultante sulla carica posta in  $A$  e determina il suo modulo.

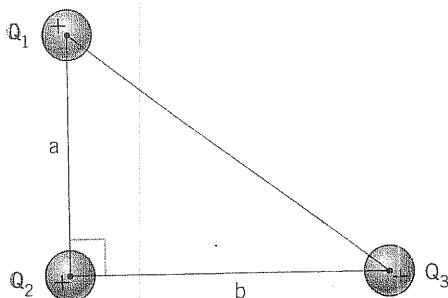
[0,98 N; 0,70 N; 1,2 N]

- 16** Tre cariche puntiformi  $Q_1 = 4,0 \times 10^{-6} \text{ C}$ ,  $Q_2 = 5,0 \times 10^{-6} \text{ C}$  e  $Q_3 = 3,0 \times 10^{-6} \text{ C}$  sono disposte sui vertici di un triangolo rettangolo di cateti  $a = 3,0 \text{ cm}$  e  $b = 4,0 \text{ cm}$ . La carica  $Q_2$  è posta in corrispondenza del vertice dell'angolo retto.

► Traccia i vettori forza che agiscono sulla carica  $Q_2$ .

► Determina direzione, verso e intensità della forza risultante agente su  $Q_2$ .

[ $2,2 \times 10^2 \text{ N}$ ]



## PROBLEMI GENERALI

- 1** Se una sfera conduttrice caricata con carica  $Q$  è posta a contatto con una sfera identica scarica, la carica  $Q$  si divide a metà tra le due.

Due sfere conduttrici identiche, inizialmente scaricate, di massa  $m = 500,0 \text{ g}$  vengono a contatto in momenti successivi con un'altra sfera, identica alle precedenti, dotata di carica  $Q = 4,8 \times 10^{-7} \text{ C}$ .

Dopo il contatto, si trovano a una distanza di 3,0 cm. Determina:

► la carica sulle due sfere dopo il contatto;

► la forza elettrica con cui le due sfere si respingono dopo il contatto;

► l'accelerazione con cui la prima si allontana dalla seconda, supponendo che quest'ultima sia vincolata in un punto.

[ $Q_1 = 2,4 \times 10^{-7} \text{ C}$ ,  $Q_2 = 1,2 \times 10^{-7} \text{ C}$ ;  $2,9 \times 10^{-1} \text{ N}$ ;  $5,8 \times 10^{-1} \text{ m/s}^2$ ]

- 2** Due palline uguali portano cariche uguali pari a  $2,45 \times 10^{-7} \text{ C}$  e sono poste alla distanza di 15,0 cm. La loro forza di repulsione elettrica, in linea di principio, potrebbe equilibrare la loro attrazione gravitazionale.

► Quanto dovrebbe valere in questo caso la loro massa?

[ $2,84 \times 10^{-3} \text{ kg}$ ]

- 3** Una particella carica negativamente di massa  $9,16 \times 10^{-8} \text{ kg}$  si trova alla distanza di 1,00 nm da una particella identica che ha la stessa carica. Il valore della loro forza di repulsione elettrostatica nel vuoto è uguale a quello della loro forza di attrazione gravitazionale.

► Determina la carica delle particelle.

► Quanti elettroni ci vogliono per ottenere quel valore della carica?

[ $7,89 \times 10^{-18} \text{ C}$ ; 49]

- 4** La lunghezza a riposo di una molla orizzontale di materiale plastico è di 16,2 cm. I suoi estremi sono elettrizzati con cariche di valore uguale ma di segno opposto. La carica positiva vale  $3,1 \times 10^{-6} \text{ C}$ . Per effetto dell'attrazione tra le cariche elettriche, la molla si accorcia e la sua lunghezza diventa 9,8 cm.

► Quanto vale la costante elastica della molla? (Suggerimento: considera le forze elettrica ed elastica all'equilibrio.)

[ $1,4 \times 10^2 \text{ N/m}$ ]

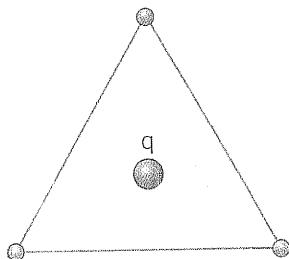
- 5** La forza di repulsione elettrica fra due elettroni nel vuoto ha un valore pari al peso del sistema sulla superficie della Terra.

► Determina a quale distanza si trovano l'uno dall'altro.

► Effettua di nuovo il calcolo nel caso in cui un protone sostituisca un elettrone. (Cerca i dati che ti servono su internet o sui libri.)

[3,59 m; 0,12 m]

- 6** Una pallina metallica caricata con una carica  $Q = 1,80 \mu\text{C}$  è posta a contatto contemporaneamente con due palline identiche scaricate. Le tre palline vengono poi allontanate e poste ai vertici di un triangolo equilatero di lato 30,0 cm, come è mostrato nella figura.



► Determina la carica su ciascuna delle tre palline.

► Calcola e disegna la forza di Coulomb che ciascuna carica esercita su una quarta carica  $q = 0,100 \mu\text{C}$ , posta nel centro del triangolo equilatero (la distanza tra il centro di un triangolo di lato  $l$  e i tre vertici è  $l/\sqrt{3}$ ).

► Qual è il valore della somma vettoriale delle tre forze che agiscono su  $q$ ?

[ $0,60 \times 10^{-9} \text{ C}$  su ciascuna;  $0,0180 \text{ N}$ ; 0]

- 7** Nei vertici di un triangolo equilatero  $ABC$  di lato 1,73 m sono fissate tre cariche positive di  $6,30 \mu\text{C}$  ciascuna.

► Disegna le due forze che agiscono sulla carica posta nel punto  $A$  e calcola i loro moduli.

► Disegna la forza risultante sulla carica posta in  $A$  e determina il suo modulo.

[ $0,119 \text{ N}$ ;  $0,119 \text{ N}$ ;  $0,206 \text{ N}$ ]

- 8** Il triangolo rettangolo  $LMN$  ha l'ipotenusa  $MN$  lunga 35,8 cm e l'angolo nel vertice  $N$  è ampio  $30^\circ$ . Nei punti  $L$ ,  $M$  e  $N$  sono poste tre cariche puntiformi che valgono, rispettivamente,

$Q_L = 22,6 \text{ nC}$ ,  $Q_M = -62,4 \text{ nC}$  e  $Q_N = -82,7 \text{ nC}$ .

► Disegna le due forze che agiscono sulla carica posta nel punto  $N$  e calcola i loro moduli.

► Disegna la forza risultante sulla carica posta in  $N$  e determina il suo modulo.

[ $1,75 \times 10^{-4} \text{ N}$ ;  $3,62 \times 10^{-4} \text{ N}$ ;  $2,28 \times 10^{-4} \text{ N}$ ]

## QUESITI PER L'ESAME DI STATO

Rispondi ai quesiti in un massimo di 10 righe.

- 1** Elenca e descrivi i tre modi per elettrizzare i corpi, anche dal punto di vista microscopico.
- 2** Spiega la differenza a livello microscopico tra conduttori e isolanti.
- 3** Descrivi l'esperimento con cui Coulomb ha ricavato la sua legge.

## TEST PER L'UNIVERSITÀ

- 1** Due sferette elettricamente caricate con carica di segno opposto vengono collocate vicine l'una all'altra, ciascuna sospesa ad un filo inizialmente verticale. Indicare la descrizione più adeguata tra le seguenti:

- A le sferette si attraggono.  
B le sferette si respingono.  
C le sferette non si muovono dalla posizione iniziale.  
D le sferette si mettono a ruotare.  
E le sferette oscillano indefinitamente.

(Prova di ammissione al Corso di laurea in Odontoiatria e Protesi Dentaria, 2009/2010)

- 2** Tra due cariche  $q_1$  e  $q_2$  poste ad una certa distanza  $r$  si esercita una forza  $F$ . Per ottenere una forza pari a  $4F$  la distanza  $r$  tra le due cariche deve essere:

- A dimezzata.

## ESERCIZI

- B raddoppiata.
- C divisa per 4.
- D restare invariata.

(Concorso a borse di studio per l'iscrizione ai Corsi di laurea della classe «Scienze e Tecnologie Fisiche» della SIF, 2008/2009)

■ La legge di Coulomb stabilisce che la forza di interazione tra due cariche elettriche puntiformi e ferme nel vuoto è:

- A inversamente proporzionale al cubo della distanza tra le due cariche.
- B inversamente proporzionale alla distanza tra le due cariche.
- C direttamente proporzionale alla distanza tra le due cariche.
- D direttamente proporzionale al quadrato della distanza tra le due cariche.
- E inversamente proporzionale al quadrato della distanza tra le due cariche.

(Prova di ammissione al Corso di laurea delle Professioni Sanitarie, 2008/2009)

### PROVE D'ESAME AI UNIVERSITÀ

■ Due cariche negative uguali ( $q = -10^{-6}$  C) sono poste agli estremi di un segmento orizzontale di lunghezza  $d = 20$  cm, ed una carica positiva  $Q$  è posta nel punto di mezzo del segmento.

- Descrivere le forze che agiscono su  $Q$  e calcolarne la risultante.
- Calcolare il valore che deve avere  $Q$  perché la forza su ognuna delle cariche  $q$  negative sia nulla.

(dall'Esame di Fisica, Corso di laurea in Scienze Biologiche, Università di Genova, 2007/2008)

■ Due cariche sono separate da una distanza  $l$ . Se il valore di ogni singola carica raddoppia, di quanto varia la forza elettrostatica tra le cariche?

- A Rimane la stessa perché non varia la distanza.
- B Raddoppia.

- C Dimezza.
- D Quadruplica.
- E Dipende dal segno delle due cariche.

(Esame di Fisica, Corso di laurea in Farmacia, Università La Sapienza di Roma, 2003/2004)

■ Due particelle di carica positiva  $q$  e  $4q$  sono separate da una distanza  $d$ . Determinare la posizione  $x$  di un punto compreso tra le due cariche, misurato da  $q$ , presso il quale la forza netta su una terza carica sarebbe zero.

- A  $x = 2d$
- B  $x = d/2$
- C  $x = d/3$
- D  $x = d/4$
- E  $x = d/5$

(Esame di Fisica, Corso di laurea in Farmacia, Università La Sapienza di Roma, 2003/2004)

### STUDY ABROAD



A known positive charge is located at point  $P$  as shown above, between two unknown charges,  $Q_1$  and  $Q_2$ .  $P$  is closer to  $Q_2$  than  $Q_1$ . If the net electric force acting on the charge at  $P$  is zero, it may correctly be concluded that:

- A both  $Q_1$  and  $Q_2$  are positive.
- B both  $Q_1$  and  $Q_2$  are negative.
- C  $Q_1$  and  $Q_2$  have opposite signs.
- D  $Q_1$  and  $Q_2$  have the same sign, but the magnitude of  $Q_1$  is greater than the magnitude of  $Q_2$ .
- E  $Q_1$  and  $Q_2$  have the same sign, but the magnitude of  $Q_2$  is greater than the magnitude of  $Q_1$ .

(Scholastic Aptitude Test (SAT), USA)

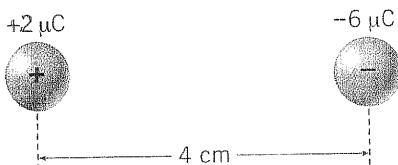
■ Two small conducting spheres are identical except that sphere X has a charge of  $-10$  microcoulombs and sphere Y has a charge of  $+6$  mi-

microcoulombs. After the spheres are brought in contact and then separated, what is the charge on each sphere, in microcoulombs?

- |   |                |                 |
|---|----------------|-----------------|
| A | Sphere X<br>-4 | Sphere Y<br>0   |
| B | Sphere X<br>-2 | Sphere Y<br>-2  |
| C | Sphere X<br>+2 | Sphere Y<br>-2  |
| D | Sphere X<br>+4 | Sphere Y<br>0   |
| E | Sphere X<br>+6 | Sphere Y<br>-10 |

(Scholastic Aptitude Test (SAT), USA)

- Two small charges of  $+2 \mu\text{C}$  (microcoulombs) and  $-6 \mu\text{C}$  respectively are placed 4 cm apart as shown.

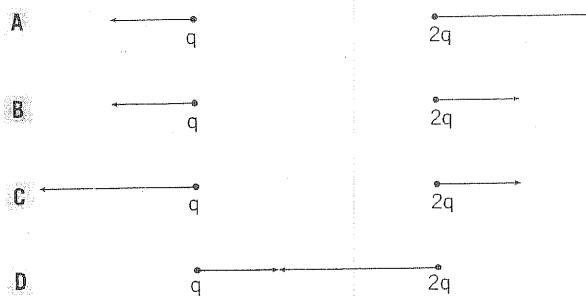


Where should a third charge  $-8 \mu\text{C}$  be placed so that there is no net force on the  $-6 \mu\text{C}$  charge?

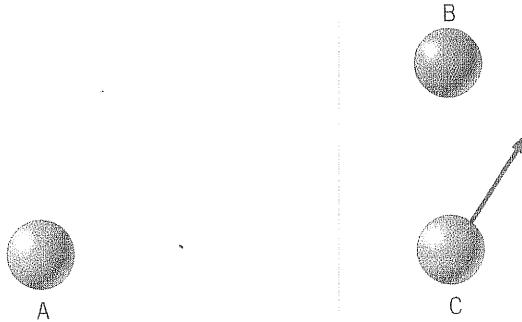
- A 4 cm left of the  $-6 \mu\text{C}$  charge.
- B 16 cm left of the  $-6 \mu\text{C}$  charge.
- C 16 cm right of the  $-6 \mu\text{C}$  charge.
- D 8 cm left of the  $-6 \mu\text{C}$  charge.
- E 8 cm right of the  $-6 \mu\text{C}$  charge.

(Trends in International Mathematics and Science Study, 2008/2009)

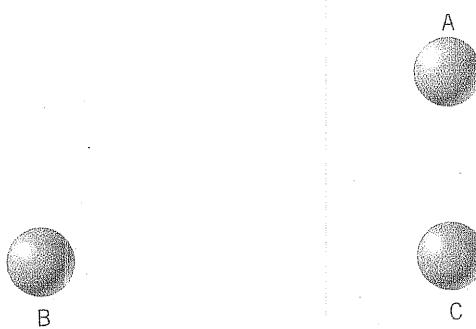
- Two particles have charges  $q$  and  $2q$ , respectively. Which figure BEST describes the electric forces acting on the two particles?



(Trends in International Mathematics and Science Study, 2008/2009)



- The figure above shows three point charges, A, B, and C. The combined force from A and B on C is shown as an arrow. The two charges A and B are then interchanged. Draw an arrow on the figure below to show what the combined force from A and B will be on C.



(Trends in International Mathematics and Science Study, 2008/2009)

