

L'origine dell'elettricità

Oggi sappiamo che la natura elettrica della materia ha origine a livello atomico.

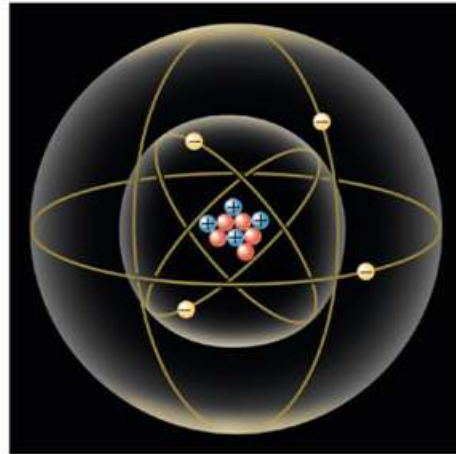
$$m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

$$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

● Elettrone
● Protone
● Neutrone



coulomb

2

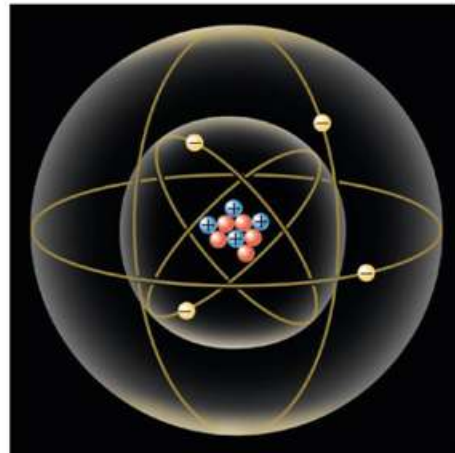
Atomo neutro, ione positivo, ione negativo

ATOMO NEUTRO: la somma algebrica fra le cariche positive dei protoni nel nucleo e quelle negative degli elettroni è zero.

Calcolo della carica totale dell'atomo di Berillio:

$$4 \text{ cariche positive} + 4 \text{ cariche negative} = \\ = +4 + (-4) = 0$$

● Elettrone
● Protone
● Neutrone



Che vuol dire ione positivo Be^+ ? L'atomo ha perso un elettrone

Che vuol dire ione negativo Be^- ? L'atomo ha cinque elettroni, ne ha uno in più!

3

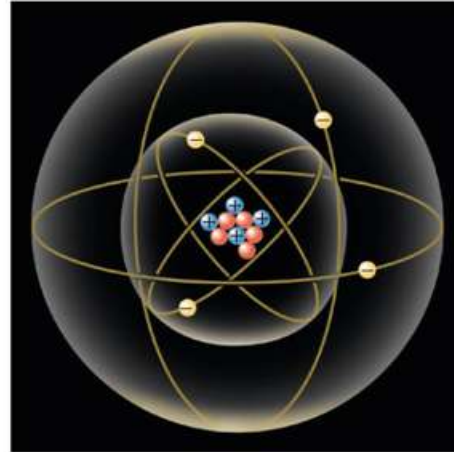
La carica totale di un atomo e, più in generale, di un oggetto può essere cambiata, aumentando o diminuendo il numero di elettroni.

Di conseguenza, ogni carica q è un multiplo intero di e , ovvero

$$q = ne$$

dove n è un numero intero.

● Elettrone
● Protone
● Neutrone



Principio di quantizzazione della carica elettrica

Esperimento di Millikan del 1909

4

L'origine dell'elettricità

Esempio 1 Quanti elettroni!

Quanti elettroni sono presenti in una carica negativa di 1 coulomb?

$$q = ne$$

$$n = \frac{q}{e} = \frac{1,00 \text{ C}}{1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 6,25 \cdot 10^{18}$$

5

Oggetti carichi e forza elettrica



È possibile trasferire una carica elettrica da un oggetto a un altro.

I corpi che guadagnano elettroni acquistano un eccesso di carica negativa, mentre i corpi che perdono elettroni rimangono con un eccesso di carica positiva.

LEGGE DI CONSERVAZIONE DELLA CARICA ELETTRICA

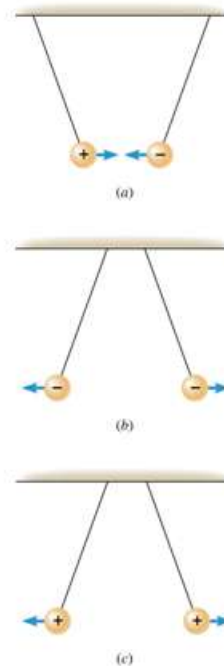
Durante qualsiasi processo, la carica elettrica totale di un sistema isolato rimane costante.

Formulato da Benjamin Franklin (1706 – 1790) (quello del parafulmine e della costituzione americana)

6

Oggetti carichi e forza elettrica

**Cariche uguali si respingono,
cariche opposte si attraggono.**

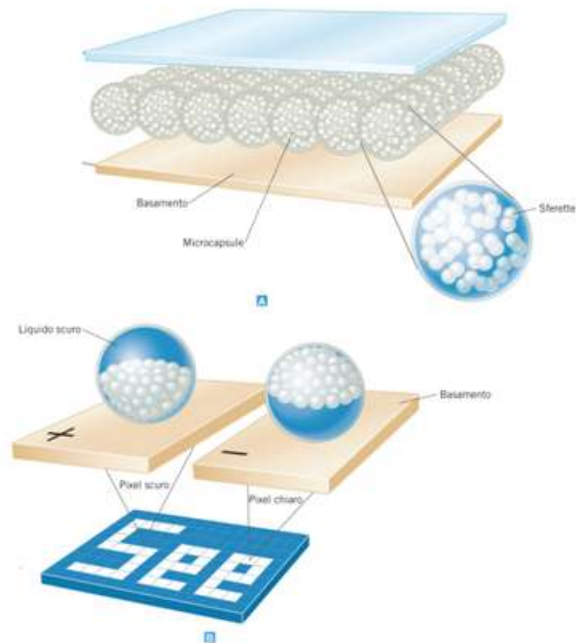


7

Electronic paper, anche conosciuto come e-ink o e-paper

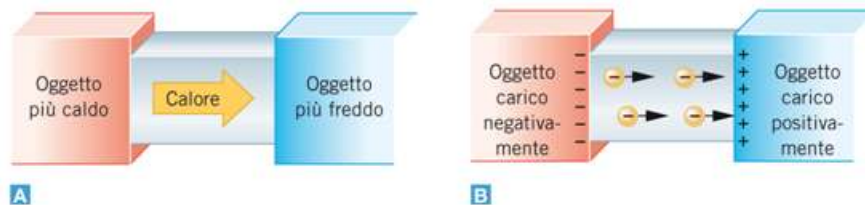
Inchiostro elettronico

Le microsfele bianche sono cariche negativamente



8

Conduttori e isolanti



La carica elettrica può muoversi attraverso gli oggetti.

Materiali che conducono bene la carica elettrica sono chiamati **conduttori elettrici**.

I materiali che invece conducono male la carica elettrica sono chiamati **isolanti elettrici**.

9

ISOLANTI o DIELETTRICI

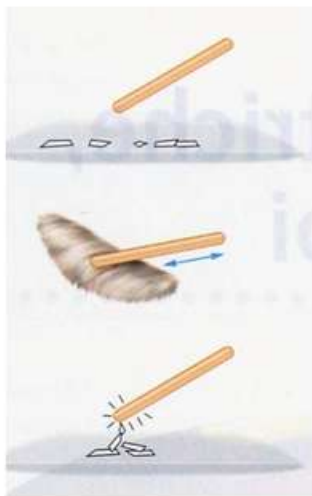
Sono tutti quei materiali in cui ...

... GLI ELETTRONI SONO FORTEMENTE
LEGATI AGLI ATOMI E NON SONO
LIBERI DI MUOVERSI

10

DIELETTRICI: elettrizzazione per strofinio e per polarizzazione

sbarretta di ambra, plastica o ebanite,
panno di lana e pezzetti di carta



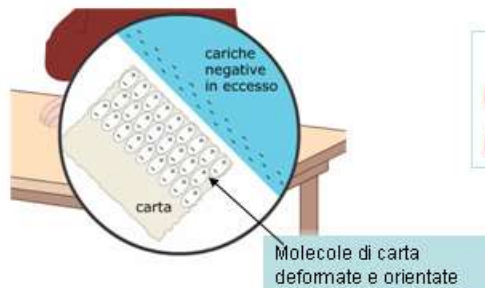
ATTENZIONE: i protoni non passano da un corpo all'altro. Il numero dei protoni cambia solo nelle reazioni nucleari!!

11

Eletrizzazione dei DIELETRICI

Polarizzazione

La bacchetta carica negativamente induce una piccola carica positiva sulla superficie della carta.



ATTENZIONE

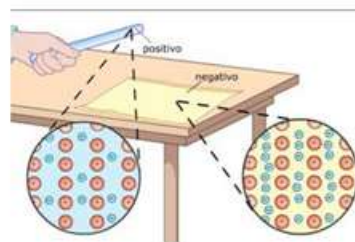
Il corpo polarizzato rimane neutro

Il corpo inducente non perde la sua carica

La carta viene attratta perché si polarizza, pur rimanendo neutra

eletrizzazione dei dielettrici

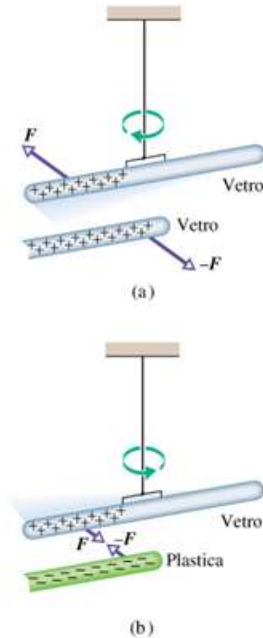
Strofinando una barretta di vetro con un panno di lana ...
... il vetro si carica positivamente (cioè perde elettroni) e la lana si carica negativamente (cioè ha elettroni in eccesso)



Eletrizzazione del vetro per strofinio

Vetro e ambra elettrizzati

(gli uguali si respingono, gli opposti si attraggono)



14

CONDUTTORI

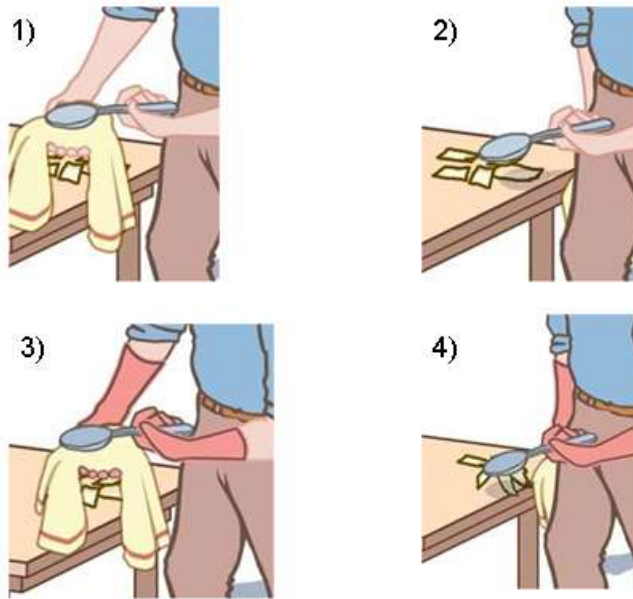
Sono tutti quei materiali in cui ...

- ... **ALCUNI ELETTRONI SONO LIBERI DI MUOVERSI**
- Sono gli elettroni che formano il legame metallico e sono da uno a tre per ciascun atomo, a seconda del materiale
- Tali elettroni sono detti “**elettroni di conduzione**”

15

CONDUTTORI: elettrizzazione per strofinio

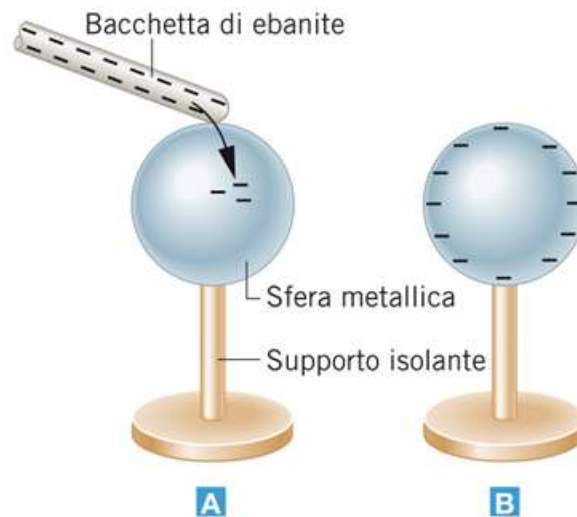
I conduttori non si elettrizzano per strofinio a meno che ...



Forse i guanti di plastica fanno la differenza. Perché?

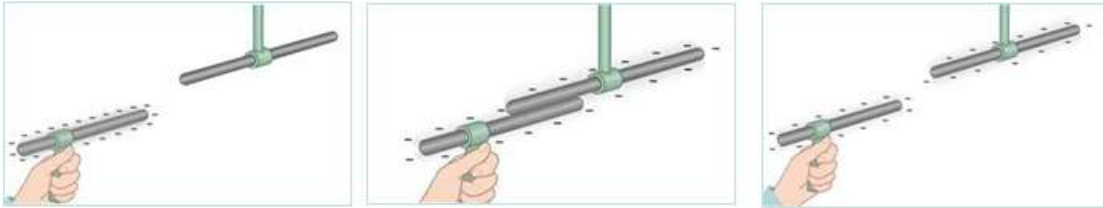
16

CONDUTTORI: elettrizzazione per contatto

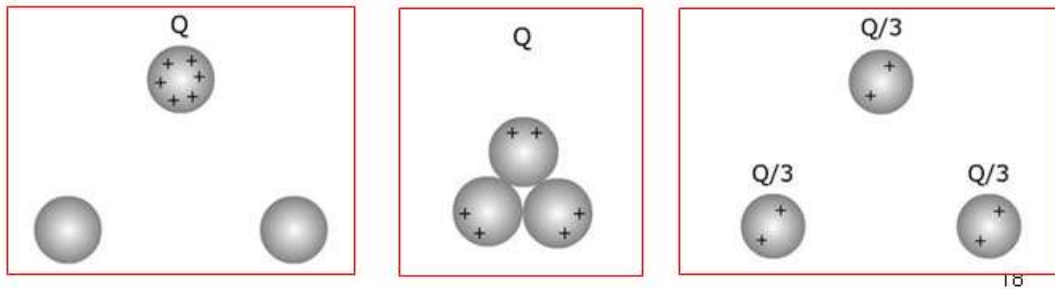


Elettrizzazione per contatto

I conduttori si elettrizzano per contatto e ...

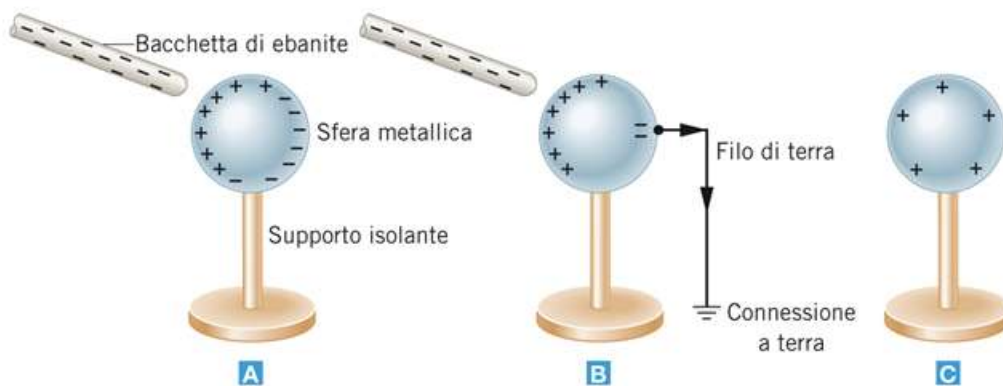


... la carica elettrica si distribuisce equamente ...



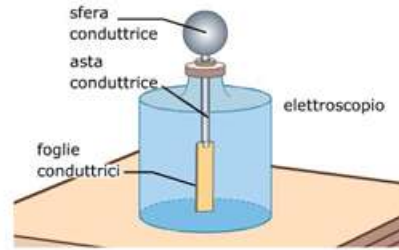
(se i conduttori hanno la stessa forma e le stesse dimensioni)

CONDUTTORI: elettrizzazione per induzione

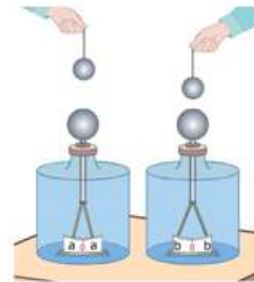
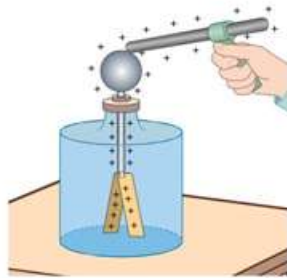


Elettrizzazione per induzione

Elettroscopio

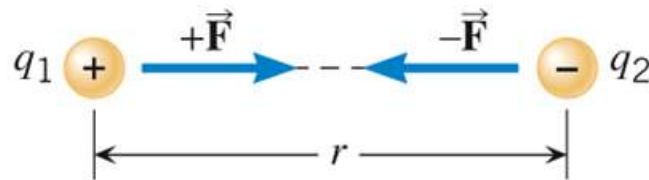


serve per 'vedere' le cariche elettriche, se ha una scala graduata si chiama **elettrometro** e serve per misurare

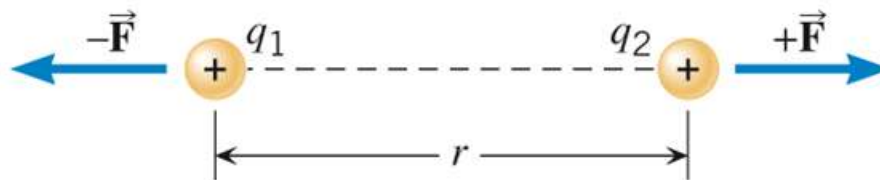


20

La legge di Coulomb



A



B

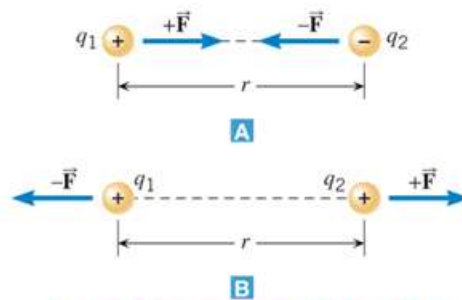
21

Bilancia di torsione di Coulomb



22

La legge di Coulomb



LEGGE DI COULOMB

L'intensità F della forza elettrostatica esercitata da una carica puntiforme q_1 su una carica puntiforme q_2 è direttamente proporzionale a q_1 e q_2 e inversamente proporzionale al quadrato della distanza r che le separa:

$$F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2}$$

$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 / (\text{N} \cdot \text{m}^2)$

$k = 1 / (4\pi\varepsilon_0) = 8,99 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$

23

Legge di Coulomb e definizione dell'unità di misura della carica elettrica

Due cariche elettriche sono di 1 C se, poste a distanza di 1 m nel vuoto, si attraggono o si respingono con una forza di $9 \cdot 10^9$ N.

$$q_1 = q_2 = 1C$$

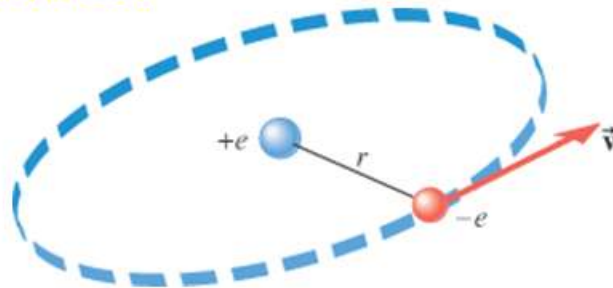
$$r = 1m$$

$$F = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \frac{1C \cdot 1C}{1m^2} = 9 \cdot 10^9 N$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$$

24

La legge di Coulomb e l'atomo di Bohr



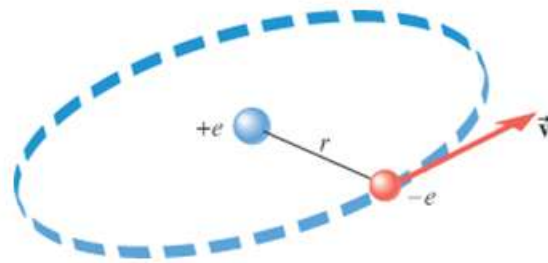
Esempio 3 Quanto è veloce questo elettrone!

Nel modello dell'atomo di idrogeno di Bohr, l'elettrone (carica e) orbita attorno a un protone (carica e) in un'orbita circolare di raggio $r = 5,29 \cdot 10^{-11}$ m. La massa dell'elettrone è $9,11 \cdot 10^{-31}$ kg. Determina la velocità dell'elettrone.

$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

25

La legge di Coulomb



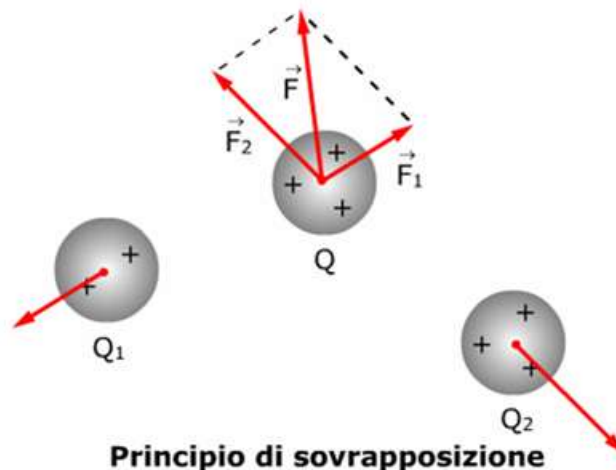
$$F = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = \frac{(8,99 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2)(1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C})^2}{(5,29 \cdot 10^{-11} \text{ m})^2} = 8,22 \cdot 10^{-8} \text{ N}$$

$$F = ma_c = mv^2/r$$

$$\longrightarrow v = \sqrt{Fr/m} = \sqrt{\frac{(8,22 \cdot 10^{-8} \text{ N})(5,29 \cdot 10^{-11} \text{ m})}{9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 2,18 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

26

Forza elettrica e principio di sovrapposizione



Principio di sovrapposizione

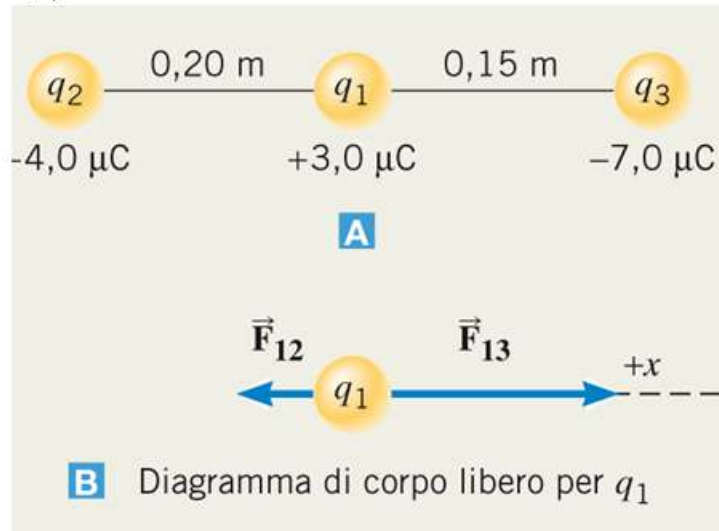
La forza totale che agisce su una carica elettrica è uguale alla somma vettoriale delle singole forze che agirebbero su di essa se ciascuna delle altre cariche fosse presente da sola.

27

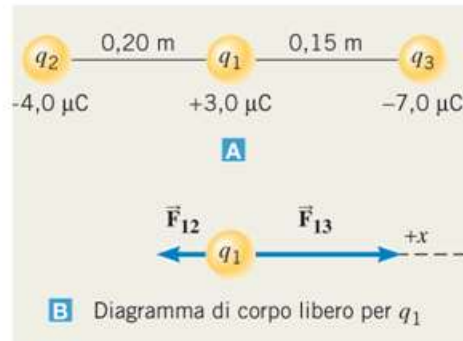
La legge di Coulomb e principio di sovrapposizione

Esempio 4 Tre cariche su una retta

Determina intensità, direzione e verso della forza elettrostatica totale su q_1 .



La legge di Coulomb



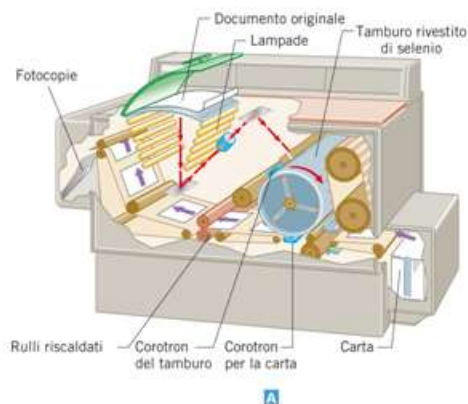
$$F_{12} = k \frac{|q_1||q_2|}{r^2} = \frac{(8,99 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2)(3,0 \cdot 10^{-6} \text{ C})(4,0 \cdot 10^{-6} \text{ C})}{(0,20\text{m})^2} = 2,7\text{N}$$

$$F_{13} = k \frac{|q_1||q_3|}{r^2} = \frac{(8,99 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2)(3,0 \cdot 10^{-6} \text{ C})(7,0 \cdot 10^{-6} \text{ C})}{(0,15\text{m})^2} = 8,4\text{N}$$

$$F = F_{12} + F_{13} = -2,7\text{N} + 8,4\text{N} = +5,7\text{N}$$

29

La legge di Coulomb: fotocopiatrice



30