

Flusso del campo elettrico

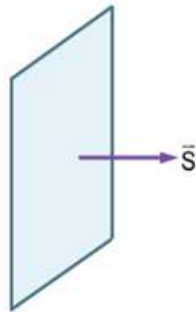
$$\Phi(\vec{E})$$

Il flusso è una proprietà scalare del campo elettrico “facile” da calcolare. Serve per calcolare il campo elettrico nel caso di distribuzioni particolari di cariche generatrici.

Vettore superficie \vec{S}

Una superficie piana può essere descritta da un vettore \vec{S}

Il vettore superficie ha:



1. **modulo** pari all'area S
2. **direzione** normale ad S
3. è orientato **verso** l'esterno, se la superficie è chiusa
4. è orientato in modo arbitrario se la superficie è aperta

Flusso del vettore campo elettrico

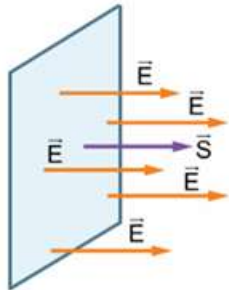
Data una superficie piana S immersa in un campo elettrico uniforme \vec{E} si definisce *flusso del vettore campo elettrico attraverso la superficie S* :

$$\Phi_S(\vec{E}) = \vec{E} \cdot \vec{S}$$

flusso del campo elettrico ($N \cdot m^2/C$)

vettore campo elettrico (N/C)

vettore superficie (m^2)



Come si calcola?

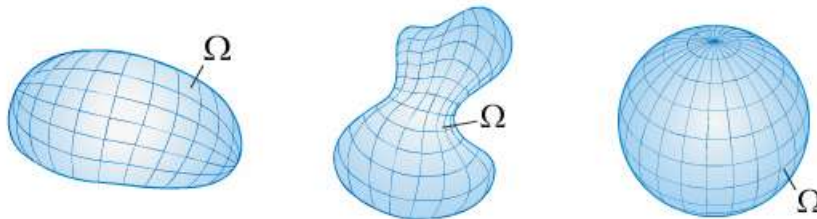
$$\Phi_S(\vec{E}) = \vec{E} \cdot \vec{S} = E \cdot S \cdot \cos \theta$$

È massimo se $\theta=0^\circ$

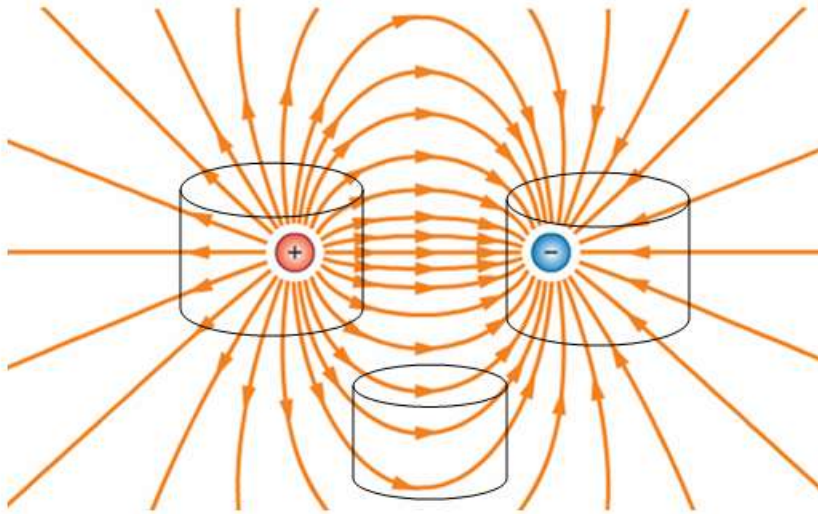
È nullo se $\theta=90^\circ$

Superfici gaussiane

Superfici immaginarie chiuse usate per calcolare il flusso del campo elettrico nel teorema di Gauss



Tre superfici gaussiane a confronto



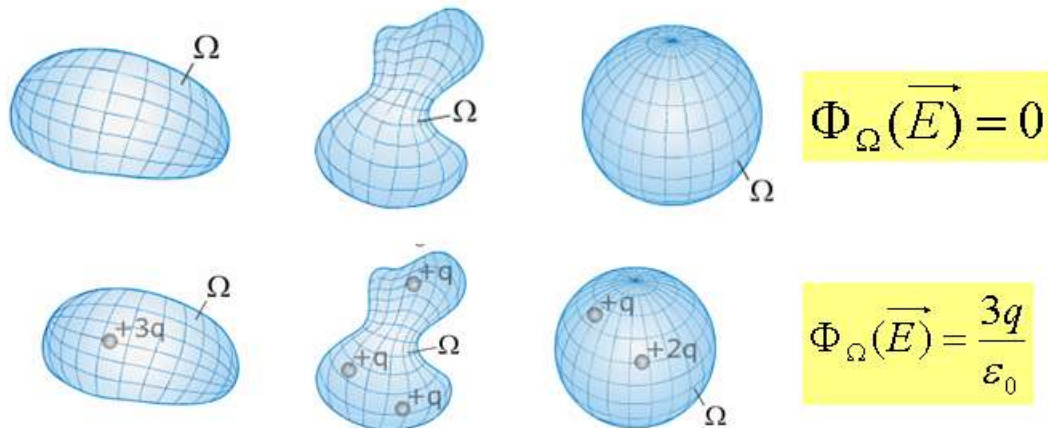
- Se una superficie chiusa racchiude una carica elettrica positiva allora il flusso attraverso essa è positivo
- se racchiude una carica negativa il flusso è negativo
- se non racchiude alcuna carica allora il flusso è nullo

Riepilogo ...

- Il flusso attraverso la superficie gaussiana è *positivo* per la superficie che racchiude al suo interno la carica positiva; infatti le linee di campo escono dalla carica positiva e attraversano la superficie dalla parte interna verso la parte esterna.
 - Per una ragione analoga il flusso attraverso la superficie gaussiana che racchiude al suo interno la carica negativa è *negativo*.
 - Invece la superficie posta nella zona di spazio senza cariche è attraversata da linee di campo che entrano e poi escono: in quest'ultimo caso il flusso totale è *nullo*.
-

Teorema di Gauss $\Phi_{\Omega}(\vec{E}) = \frac{Q_{totale}}{\epsilon}$

il flusso del campo elettrico attraverso una superficie chiusa è uguale al rapporto tra la carica totale racchiusa e la costante dielettrica del mezzo in cui le cariche sono immerse



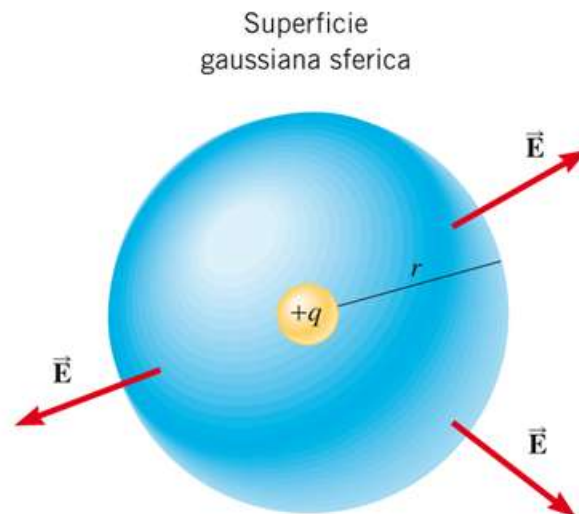
Dimostrazione del teorema di Gauss (solo in un caso semplice)

$$E = \frac{kq}{r^2} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

$$E = q / (S\epsilon_0)$$

$$\underbrace{ES}_{\text{flusso elettrico}} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

flusso elettrico, $\Phi_S(\vec{E}) = ES$



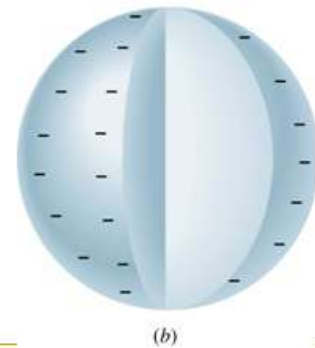
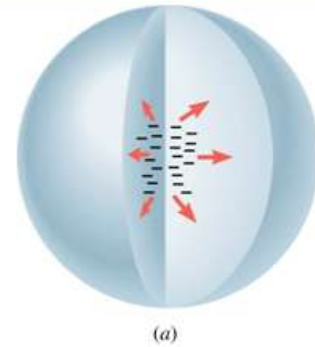
Applichiamo il teorema di Gauss

Il campo elettrico all'interno di un conduttore

In condizioni di equilibrio elettrostatico, **ogni carica in eccesso si dispone sulla superficie** di un conduttore.

In condizioni di equilibrio elettrostatico, **in ogni punto interno** di un conduttore **il campo elettrico è nullo**.

Il conduttore **scherma** qualsiasi carica posta al suo interno dai campi elettrici generati al suo esterno.

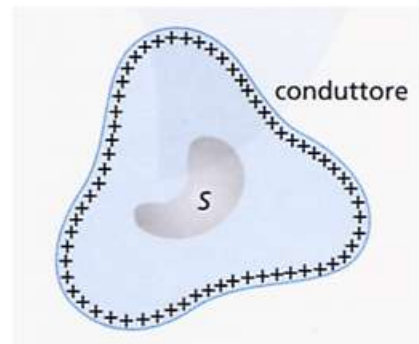
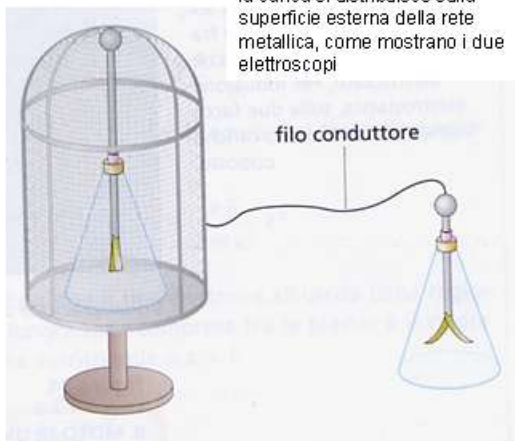


Applichiamo il teorema di Gauss:

Campo elettrico all'interno di un conduttore carico $\vec{E} = 0$

Gabbia di Faraday

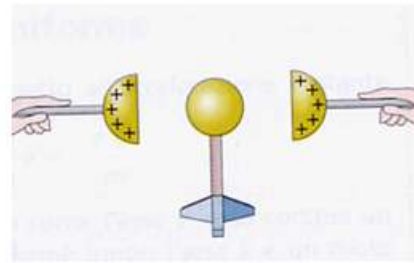
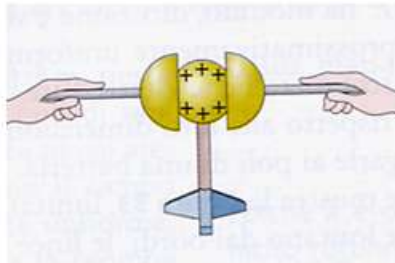
la carica si distribuisce sulla superficie esterna della rete metallica, come mostrano i due elettroscopi



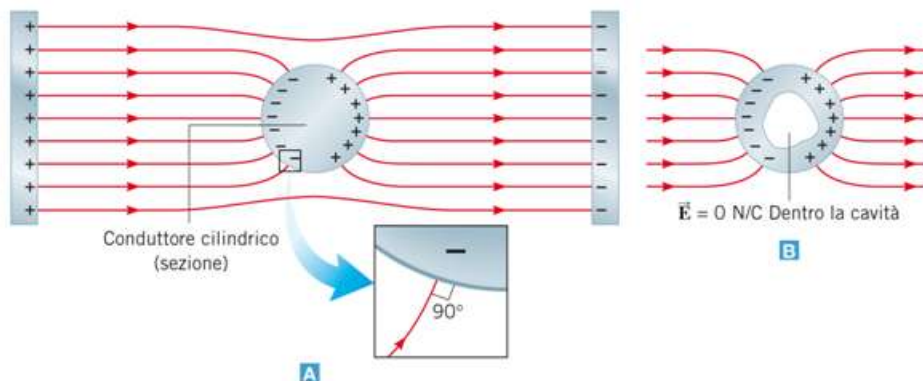
Il campo elettrico in un conduttore carico in equilibrio elettrostatico è nullo

Verifichiamo con un esperimento:

in un conduttore carico in equilibrio elettrostatico la carica elettrica si distribuisce sempre sulla sua superficie



Un conduttore cavo schermata dai campi esterni



In condizioni di equilibrio elettrostatico il campo elettrico immediatamente fuori dalla superficie di un conduttore è **perpendicolare** alla superficie.

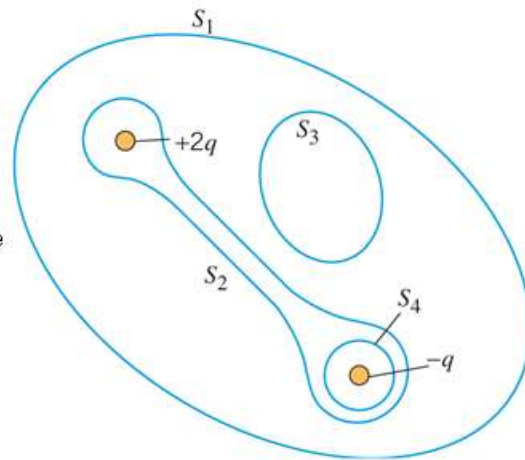
Esercizio sul teorema di Gauss

Quanto vale il flusso attraverso le superfici gaussiane in figura?

IL TEOREMA DI GAUSS

Il flusso $\Phi_S(\vec{E})$ del campo elettrico attraverso una superficie gaussiana è uguale al rapporto fra la carica totale Q racchiusa nella superficie e la costante dielettrica ϵ del mezzo in cui le cariche sono immerse:

$$\Phi_S(\vec{E}) = \frac{Q}{\epsilon}$$



Unità di misura del flusso del campo elettrico: $\frac{N}{C} m^2$
