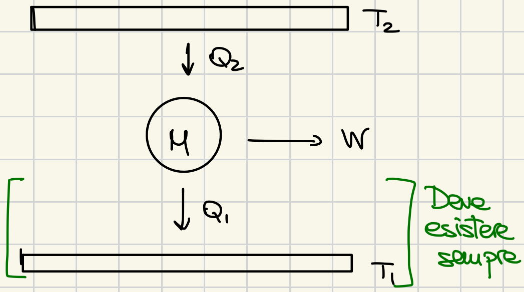
Secondo principio della Termodinamica

Enunciato di Kelvin: È impossibile realizzare una trasformazione il cui unico risultato sia assorbire calore da una singola sorgente a temperatura uniforme e trasformarlo integralmente in lavoro



Enunciato di Clausius: È impossibile realizzare una trasformazione il cui unico risultato sia far passare calore da un corpo freddo a un corpo caldo

Teorema: I due enunciati sono equivalenti (cioè se è vero uno è vero l'altro)

Dim: Non la facciamo, ma è nelle slide della 4F

Libro nuovo: suono e luce si saltano

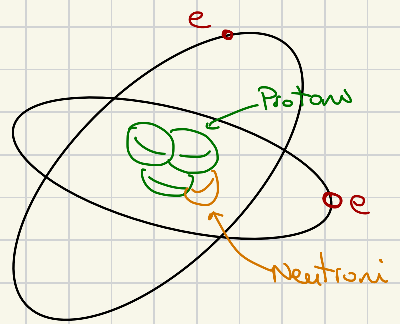
Suono: Effetto doppler, misure del suono

Luce. Esperimento di Young e onde

Carica elettrica ed elettrizzazione

(1) In maniera naturale nella materia sono presenti cariche elettriche. Segue dal fatto che la materia è fatta di atomi

Def: L'atomo è formato da un nucleo di protoni e neutroni con elettroni che ruotano attorno al nucleo



Il numero di protoni ed elettroni determinano il tipo di carica

Un atomo è Neutro, cioè la somma di tutte le cariche è 0

(2) Se due cariche hanno lo stesso segno si respingono, se hanno segno opposto si attraggono

(3) Convenzione: L'elettrone è carico negativamente e il protone ha una carica positiva uguale in modulo a quella dell'elettrone

Def: La carica dell'elettrone vale

$$e = -1{,}6022 \cdot 10^{-19}\ C$$

C è l'unità di misura della carica e si legge Coulomb

Warning: Il Coulomb non è una grandezza fondamentale (deriva dall'Ampere A)

Oss: La carica del protone vale $q = |e| = 1{,}6022 \cdot 10^{-19}\ C$

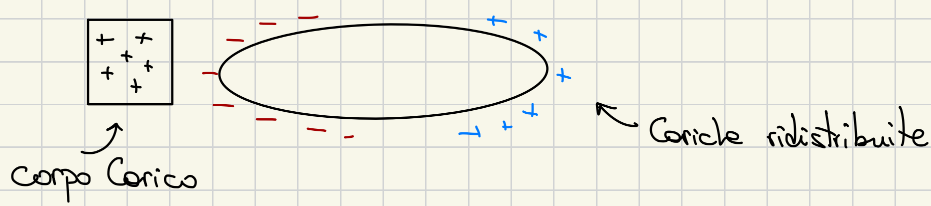
(4) L'elettrone e il protone sono le cariche più piccoli possibili in natura e ogni carica è un multiplo intero di queste udm. Nella praticità non ci interessa

num el > num prot.

(5) Diremo che un corpo è carico positivamente se ci sono più protoni di elettroni, negativamente al contrario, neutro se la carica è 0

Def: Un materiale è detto conduttore se in esso le cariche sono libere di muoversi.
Un materiale è detto isolante elettrico se si oppone al movimento delle cariche

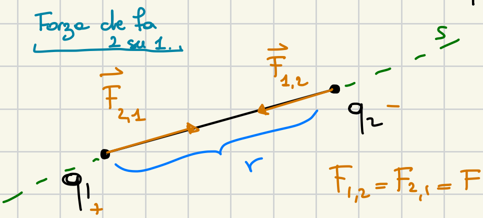
Def: L'elettrizzazione di un corpo o di una sua parte è il caricare positivamente o negativamente tale parte e può avvenire in alcuni modi
(1) Strofinio
(2) Induzione: quando un corpo viene avvicinato a un corpo carico ed è conduttore, le cariche si ridispongono attratte dalle cariche presenti



(3) Contatto: Se un oggetto carico rimane in contatto con un altro oggetto, la carica si ridistribuisce ovunque.

Forza di Coulomb

Def: Date due cariche q_1 e q_2 poste a distanza r, esse risentono l'un l'altra di una forza detta **Forza di Coulomb** di modulo



$$F = k_0 \cdot \frac{|q_1|\cdot|q_2|}{r^2}$$

k_0 è costante e vale $k_0 = 8{,}99 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$ [Fare con din]

Direzione: la retta congiungente le due cariche
Verso: Attrattivo con segno opposto
Repulsivo con segno uguale

Oss: La costante k_0 a volte si esprime diversamente:

$$k_0 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \qquad \varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m}$$

↳ Epsilon

Oss: Tutte le formule sopra valgono quando le cariche sono immerse nel vuoto. Infatti ε_0 si chiama costante dielettrica nel vuoto.
Sperimentalmente se chiamo:
F_0 forza di Coulomb nel vuoto
F forza di Coulomb in un materiale (o mezzo)
Vale che

$$\boxed{\frac{F_0}{F} = \varepsilon_r}$$

è costante e ε_r è detta costante dielettrica relativa.
Dipende solo dal materiale.

Riesplicitando la formula otteniamo

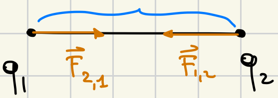
$$F = \frac{F_0}{\varepsilon_r} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r} \cdot \frac{|q_1||q_2|}{r^2}$$

Chiamando $\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r$ costante dielettrica assoluta del mezzo
la forza di Coulomb ha modulo

$$\boxed{F = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\cdot\frac{|q_1||q_2|}{r^2}}$$

Oss: Se ho un sistema di cariche ogni coppia di cariche interagisce come detto sopra e poi si fa la somma vettoriale delle forze

Pag 143 n 27

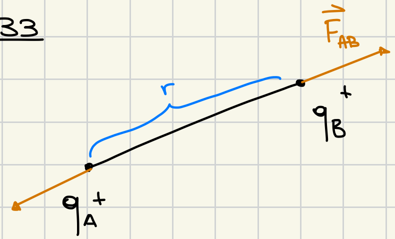


$q_1 = 2\cdot 10^{-9}\,C$
$q_2 = -1{,}5\cdot 10^{-8}\,C$
$r = 3\,cm = 3\cdot 10^{-2}\,m$

Forza di Coulomb

$$F_{2,1} = F_{1,2} = k_0 \cdot \frac{|q_1|\cdot|q_2|}{r^2} \simeq 3{,}0\cdot 10^{-4}\,N$$

33



$q_B = 2q_A$ positive

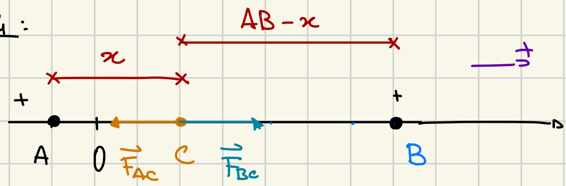
$r = 7{,}4\,cm$
$F_{AB} = F_{BA} = F = 0{,}2\,\mu N = 0{,}2\cdot 10^{-6}\,N$

$q_A = ?$ $q_B = ?$

$$F = k_0 \frac{|q_A||q_B|}{r^2}$$

$$F = k_0 \frac{2q_A^2}{r^2} \leadsto q_A^2 = \frac{Fr^2}{2k_0} \leadsto q_A \simeq 0{,}25\,nC$$

44:



$x_A = -1$ cm $q_A = 3$ nC
$x_B = 7$ cm $q_B = 27$ nC

Dove deve stare $q_c = -5$ nC affinché la F_{TOT} su q_c sia 0.

Metto la carica q_c tra A e B e individuo x distanza da A.
$AB = (|-1| + |7|)$ cm $= 8$ cm

$$\vec{F}_{TOT,c} = \vec{F}_{AC} + \vec{F}_{BC} = 0$$ → ce lo chiede il problema

$$F_{AC} = k_0 \frac{|q_A| \cdot |q_c|}{x^2} \qquad F_{BC} = k_0 \frac{|q_B||q_c|}{(AB-x)^2}$$

Passando ai moduli:

$$F_{AC} - F_{BC} = 0 \qquad \cancel{k_0} \frac{|q_A| \cdot |\cancel{q_c}|}{x^2} = \cancel{k_0} \frac{|q_B| \cdot |\cancel{q_c}|}{(AB-x)^2}$$

Messo tutte le x assieme
Tolto val assoluto perché q_A, q_B pos

$$\left(\frac{AB-x}{x}\right)^2 = \frac{q_B}{q_A}$$

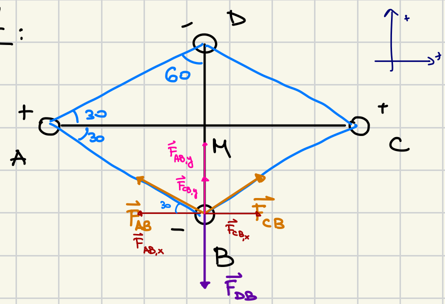
Prendendo la radice ho

$$\left|\frac{AB-x}{x}\right| = \sqrt{\frac{q_B}{q_A}}$$ → Dato che $0 < x < AB$, posso togliere il valore assoluto.

$$\frac{AB-x}{x} = \sqrt{\frac{q_B}{q_A}} \quad \leadsto \quad x\left(1+\sqrt{\frac{q_B}{q_A}}\right) = AB$$

$$\leadsto \quad x = \frac{AB}{1+\sqrt{\frac{q_B}{q_A}}} \approx$$

44 :



$AC = 2a$ $\quad q_A = q_C = q$

$AM = a$ $\quad q_B = q_D = -q$

Mostrare che $\vec{F}_{TOT,B} = 0$

Devo far vedere che $\vec{F}_{AB} + \vec{F}_{CB} + \vec{F}_{DB} = 0$

Nell'asse x ho i contributi di $F_{AB,x}$ e $F_{CB,x}$; uno è positivo l'altro negativo

$$F_{AB} = k_0 \frac{|q_A||q_B|}{AB^2} = k_0 \frac{q^2}{\ell^2}$$

$BD = AB = BC = CD = DA = \ell$

$$F_{CB} = k_0 \frac{|q_C||q_B|}{BC^2} = k_0 \frac{q^2}{\ell^2}$$

$$F_{DB} = k_0 \frac{|q_D||q_B|}{BD^2} = k_0 \frac{q^2}{\ell^2}$$

$F_{AB} = F_{CB} = F_{DB} = F$

$F_{AB,x} = F \cdot \cos 30$, $F_{CB,x} = F \cdot \cos 30$ $\rightsquigarrow$ Dato che uno è positivo e uno negativo si ha:

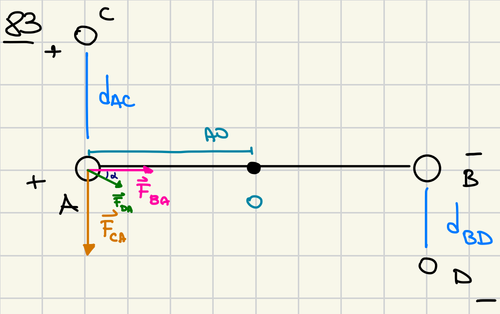
Asse x : $F_{TOT,x} = F_{AB,x} - F_{CB,x} = 0$

$F_{AB,y} = F_{CB,y} = F \cdot \sin 30°$

Asse y : $F_{TOT,y} = 2F_{AB,y} - F_{DB} = 2F\sin 30 - F =$

$$= 2F \cdot \frac{1}{2} - F = 0$$

83



$AB = L = 42$ cm

$q_A = 14$ nC

$q_B = -3$ nC

$q_C = 61$ nC

$q_D = -55$ nC

$d_{AC} = 5{,}4$ cm

$d_{BD} = 2{,}7$ cm

Momento totale delle forze esercitate sul manubrio

Puoi trascurare alcune cose ...

$$\vec{M}_{TOT,A} = \vec{r} \wedge \vec{F}_{TOT,A} \rightsquigarrow$$

$$M_{TOT,A} = AO \cdot F_{CA} \cdot \sin 90^\circ + AO \cdot F_{DA} \cdot \sin\alpha + \overbrace{AO \cdot F_{BA} \cdot \underbrace{\sin 180^\circ}_{=0}}^{=0}$$

$$= \frac{L}{2}\left(F_{CA} + \underbrace{F_{DA} \cdot \sin\alpha}\right) \approx \frac{L}{2} F_{CA}$$

Spero che sia trascurabile

$$M_{TOT,B} = \ldots\ldots \approx \frac{L}{2} F_{BD}$$ $\rightsquigarrow$ Ragionamento come sopra

Verifico che F_{DA} sia trascurabile rispetto a F_{CA}

$$F_{CA} = k_0 \frac{|q_A||q_C|}{d_{AC}^2} \approx 1{,}4 \cdot 10^{-4}\ \text{N}$$

$$F_{DA} = k_0 \frac{|q_D||q_A|}{AD^2} \approx 3{,}9 \cdot 10^{-5}\ \text{N}$$

$$AD^2 = L^2 + d_{BD}^2$$

Dato che F_{DA} ha un odg minore lo trascuro.

$$\Rightarrow M_{TOT,A} \simeq \frac{L}{2} \cdot F_{CA}$$

Analogamente per B: $M_{TOT,B} \simeq \frac{L}{2} F_{BD} \Rightarrow M_{TOT} = \frac{L}{2}(F_{CA} + F_{BD}) = 9{,}8 \cdot 10^{-4}\ \text{N}\cdot\text{m}$