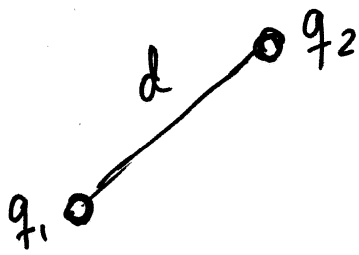


CAMPO ELÉCTRICO



A força $F_{12} = k \frac{|q_1| |q_2|}{d^2}$

interpreta-se assim:

A carga q_1 modifica o espaço à sua volta, criando um **campo** com módulo:

$$E_1 = \frac{k |q_1|}{r_1^2}$$

r_1 = distância desde q_1 .

A carga q_2 , colocada à distância $r_1 = d$, sente uma força devida à ação do campo E_1 sobre ela:

$$F_{12} = |q_2| E_1$$

De igual forma, a carga q_2 cria um campo com módulo:

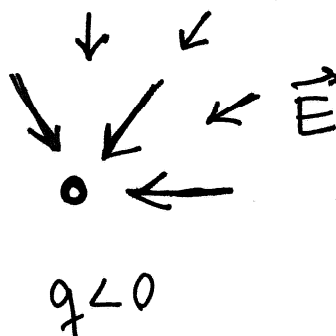
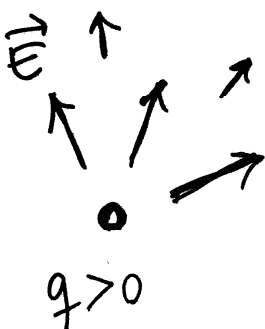
$$E_2 = \frac{k |q_2|}{r_2^2}$$

r_2 = distância desde q_2 .

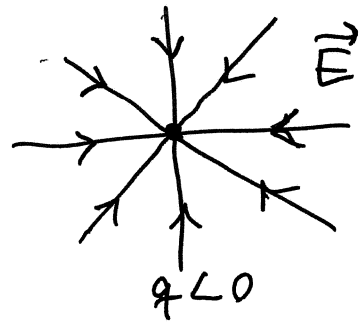
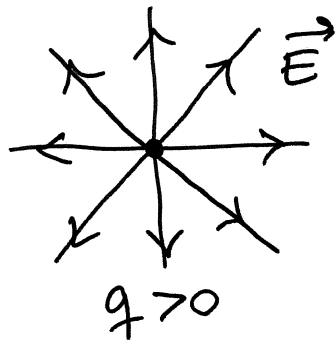
e a carga q_1 sente a ação desse campo E_2 :

$$F_{12} = |q_1| E_2$$

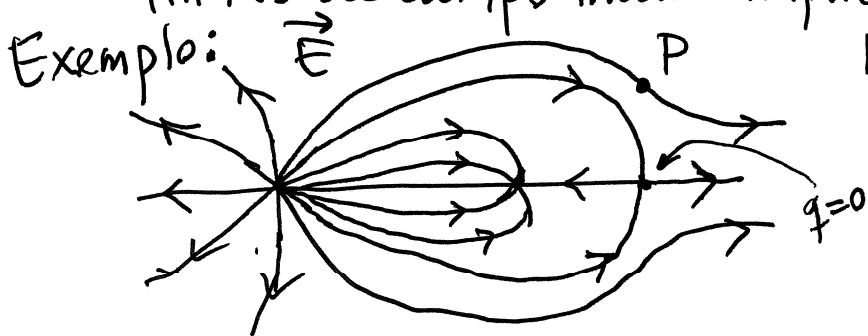
O campo \vec{E} produzido por uma carga pontual q é um vetor com módulo: $E = \frac{k |q|}{r}$ (r = distância desde q) na direção da reta que passa por q (direção radial), afastando-se de q , se q for positiva, ou aproximando-se dela, se q for negativa.



uma representação simples consiste em usar linhas de campo:



Os campos \vec{E}_i de várias cargas somam-se, produzindo linhas de campo mais complicadas. (vetorialmente)



Nos pontos de equilíbrio (onde começam ou terminam linhas) o campo \vec{E} é nulo. Neste exemplo há 3 pontos de equilíbrio, onde há

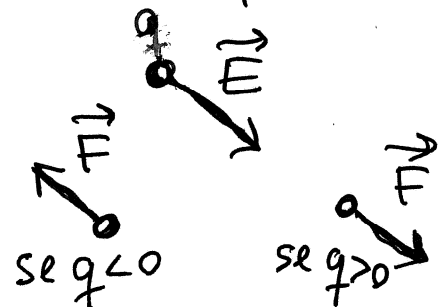
uma carga positiva, uma carga negativa e nenhuma carga.

Em qualquer ponto do espaço, onde existe campo elétrico \vec{E} , uma partícula de carga q , colocada nesse ponto, sente força elétrica

$$\vec{F} = q \vec{E}$$

(inclui-se o sinal de q)

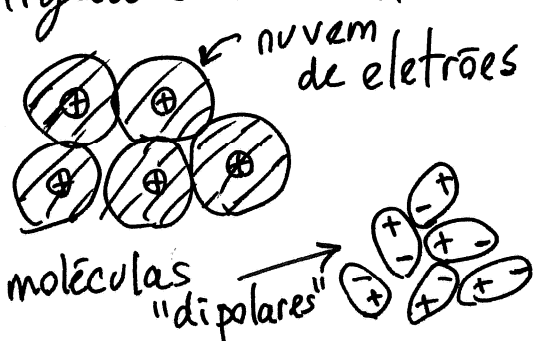
Exemplo: ponto P do exemplo anterior



Os materiais classificam-se em dois tipos:

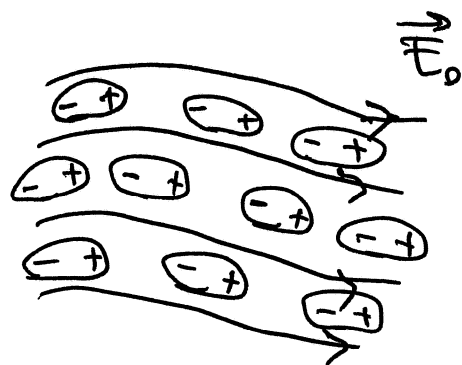
1. ISOLADORES (também chamados dielétricos)

As partículas com carga (elétrons e prótons) permanecem ligadas às moléculas ou átomos no material.



O campo \vec{E} médio no isolador é nulo, porque as cargas $+$ e $-$ estão centradas no mesmo ponto em cada molécula, ou as moléculas têm campos fracos distribuídos aleatoriamente.

quando existirem cargas externas que produzem campo \vec{E}_0 , as moléculas polarizam-se com as cargas + no sentido de \vec{E}_0 e as cargas - no sentido oposto.



Isso dá origem a um campo interno $\vec{E}_p \leftarrow$ polarização, oposto a \vec{E}_0 , mas $|\vec{E}_p| < |\vec{E}_0|$. O campo total

$$\vec{E} = \vec{E}_0 + \vec{E}_p = \frac{\vec{E}_0}{K}$$

$K = \text{constante dielétrica}$

tem então as mesmas linhas de campo de \vec{E}_0 , mas módulo $|\vec{E}|$ menor que $|\vec{E}_0|$ numa proporção $K > 1$, que depende do material. Como tal, o campo \vec{E} produzido por uma carga q , com dielétrico à sua volta é:

$$|\vec{E}| = \frac{k|q|}{Kd^2}$$

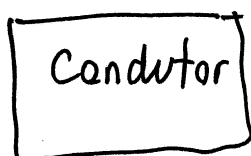
Exemplos de dielétricos:

- ar seco ($K \approx 1.00059$)
- óleo ($K \approx 2.24$)
- água destilada ($K \approx 80$, a 20°C)
- papel ($K \approx 3.7$)
- vidro ($K \approx 5.6$)

2. CONDUTORES. Possuem cargas livres (elétrões ou íões) que deslocam-se livremente no material.

Exemplos: Metais (elétrões livres), Soluções (íões), Plasmas (ar ionizado). Um campo externo também polariza o condutor (mas o objeto todo e não cada átomo)

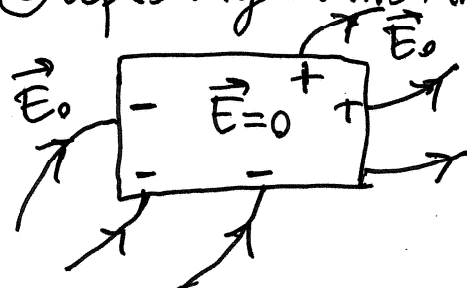
(a)



(b) aplica-se \vec{E}_0



(c) após algum instante:



Eletrização por fricção.



caneta esfregada
no cabelo

passam elétrons entre
o cabelo e a caneta,
ficando um deles com
carga negativa (excesso
de elétrons) e o outro com a mesma
carga mas positiva (falta de elétrons)

Série triboelétrica

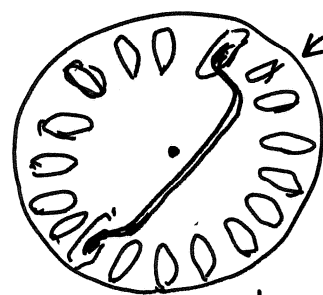
+ ↑ Cabelo humano
alumínio
- ↓ plástico

Os materiais acima na série
são mais susceptíveis a perder
elétrons. Como tal, a caneta
(plástico) ficou com carga -
e o cabelo com carga +.

Uma barra de alumínio, esfregada no cabelo, fica tam-
bém com carga -. Mas se for esfregada com plástico,
fica com carga +.

Eletrização por indução. Método que permite induzir cargas muito elevadas nos condutores. Exemplo: Gerador de Wimshurst:

Se, no instante em que
duas lâminas no disco
estão ligadas pela barra,
aproxima-se duma das lâminas
um carga +, a lâmina mais
próxima fica com carga - e a lâmina mais
afastada com carga +



disco
isolador,
com lâminas
metálicas
coladas
e uma barra
metálica que liga
duas lâminas opostas

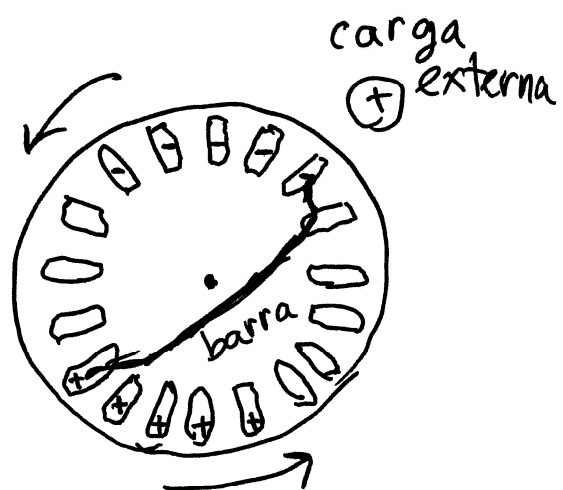
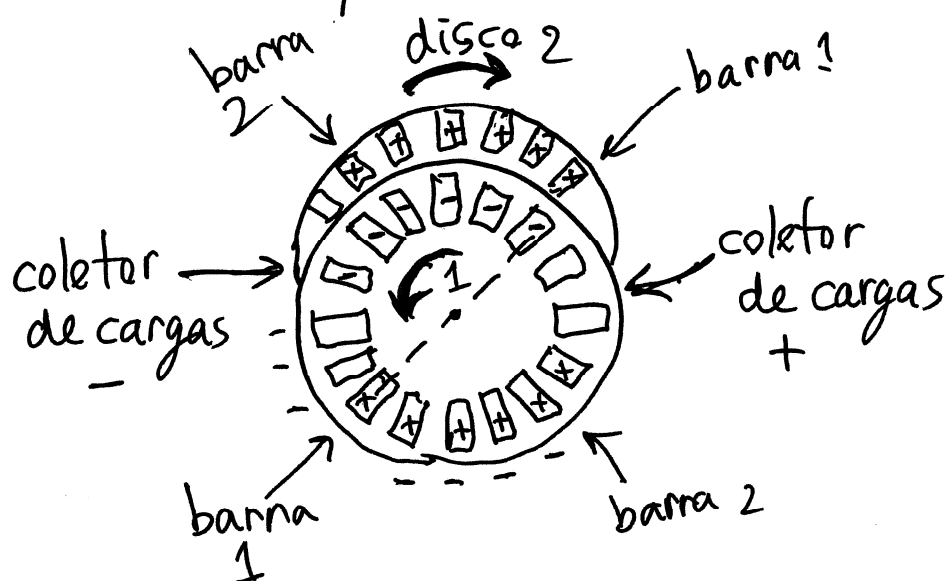
barra condutora

carga
externa (+)



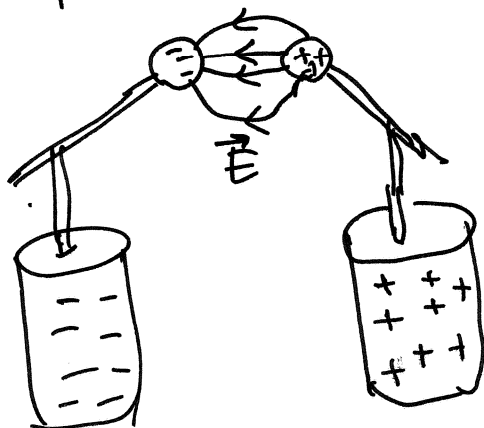
A rotação do disco faz com que as lâminas percam o contacto, ficando as cargas + e - nas lâminas isoladas.

Pela sua vez, essas cargas induzem cargas num segundo disco que roda no sentido oposto



Antes de completar cada volta, as lâminas passam próximo de escovas metálicas (coletores) ligadas a duas garrafas metálicas, onde são coletadas as cargas das lâminas ficando descarregadas

As cargas (+ e -) nas duas garrafas aumentam exponencialmente. O campo entre duas esferas metálicas ligadas às garrafas aumenta tanto que chega a ionizar o ar, produzindo descarga brusca das garrafas (tal como o trovão descarrega uma nuvem)



trabalho para casa: ler secção 1.7. do livro.