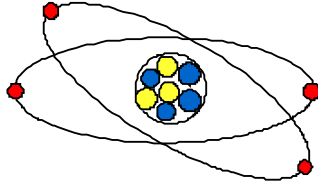


. CARGA ELÉTRICA

“Carga elétrica, onde tudo começa”.



ELETROSTÁTICA - Estuda a interação entre cargas elétricas em repouso para um observador em um sistema de referência inercial.

CARGA ELÉTRICA - A carga elétrica é uma grandeza física que determina a intensidade das interações eletromagnéticas.

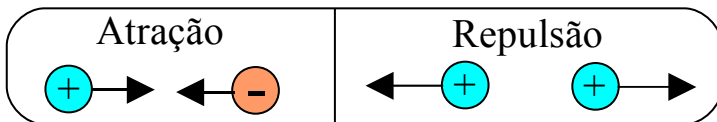
PRINCÍPIOS

1. TIPOS DE CARGAS ELÉTRICAS.

Existem dois tipos de cargas elétricas, a positiva e a negativa.

2. PRINCÍPIO DE DU FAY

Dois corpos com a mesma espécie de eletrização (ambos positivos ou negativos) repelem-se. Se têm tipos diferentes de eletrização (um positivo e outro negativo), atraem-se.



3. CONSERVAÇÃO DA CARGA ELÉTRICA.

A carga total não varia para qualquer processo que se realiza dentro de um sistema isolado.

4. QUANTIZAÇÃO DA CARGA ELÉTRICA.

Todas as cargas observadas na natureza são iguais ou são múltiplas da carga elementar “e”.

Todo átomo é eletricamente neutro, isto é, o número de prótons é igual ao de elétrons.

CARGA ELÉTRICA ELEMENTAR:

elétron= carga elementar negativa, $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Próton= carga elementar positiva, $e = +1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

A UNIDADE DE CARGA ELÉTRICA, No SI, é o COULOMB(C).

QUANTIDADE DE CARGA (Q)- A carga líquida que um corpo possui é igual ao produto do número de excesso de cargas elementares, (positivas ou negativas) vezes o valor da carga elementar.

$$Q = n e$$

n = número de elétrons cedidos ou recebidos

e = carga elementar

. ELETRIZAÇÃO

“Excesso de um tipo de carga elétrica”.

CORPOS ELETRIZADOS são aqueles que possuem excesso ou falta de elétrons.

Corpo eletrizado positivamente: número de elétrons < número de prótons

Corpo eletrizado negativamente: número de elétrons > número de prótons

Corpo neutro: número de elétrons = número de prótons.

CONDUTORES E ISOLANTES. Os condutores são os materiais que tem facilidade para conduzir a corrente elétrica. Os isolantes são materiais que oferecem dificuldade a passagem da corrente elétrica.

ELETRIZAÇÃO POR ATRITO - Sempre que atritamos entre si dois corpos inicialmente neutros, eles se eletrizam com cargas de sinais opostos.

O material que estiver seus elétrons mais fracamente ligados irá ceder elétrons, ficando com uma carga líquida positiva, o que recebe ficará com uma carga líquida negativa.

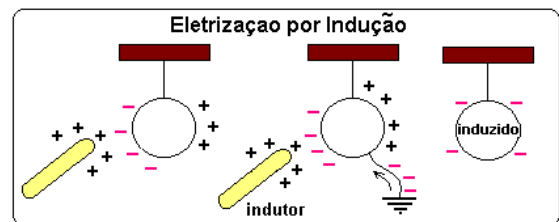
O “potencial eletroquímico” é um potencial termodinâmico que rege o fluxo de partículas carregadas de uma substância a outra. As distâncias devem ser da ordem de 10^{-10} m .

Série triboelétrica - (+) < pele de coelho \ vidro \ mica \ lã \ pele de gato \ seda \ algodão \ madeira \ âmbar \ ebonite \ cobre \ enxofre \ celulósido > (-)

ELETRIZAÇÃO POR CONTATO - Sempre que um condutor eletrizado for colocado em contato com outro neutro. Este se eletriza com carga de mesmo sinal do já eletrizado.

OBS: Quando os dois condutores apresentam as mesmas dimensões e o mesmo formato, ambos ficam com a mesma quantidade de carga elétrica, após o contato.

ELETRIZAÇÃO POR INDUÇÃO - Sempre que um condutor for eletrizado pelo processo de indução, a sua carga será de sinal contrário do indutor.



TERRA, FIO TERRA E ATERRAR - Se um corpo condutor eletrizado for colocado em contato com a terra, ou a um outro corpo capaz de proporcionar uma quantidade praticamente ilimitada de carga, este irá descarregar-se, ficando eletricamente neutro.

LEI DE COULOMB
 “Força entre cargas elétricas”.

CAMPO ELÉTRICO
 “Um campo vetorial”

INTRODUÇÃO

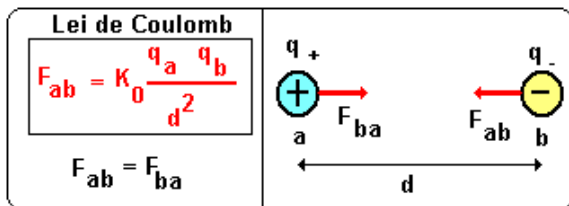
Cargas iguais se repelem, e cargas diferentes se atraem com uma força que varia com o inverso do quadrado da distância entre elas... em toda a física atômica e molecular, em todos os sólidos, líquidos e gases, e em todas as coisas que envolvem o nosso relacionamento com o meio ambiente, a única lei de força além da gravidade, é uma manifestação desta lei simples. Forças de atrito, ligações químicas, viscosidade, magnetismo, e as forças que fazem girar as engrenagens das indústrias todas essas não são nada mais que a lei de Coulomb.

As forças gravitacionais são dominantes em escala cósmica; as forças elétricas são dominantes em escala atômica.

Lei de Coulomb – A força de interação elétrica entre duas cargas pontuais, carregadas e imóveis tem as seguintes propriedades:

1. É diretamente proporcional ao produto das duas cargas elétricas.
2. É inversamente proporcional ao quadrado da distância entre as duas cargas elétricas.
3. Depende do meio onde as cargas estão imersas (permissividade elétrica do meio). Quanto maior a permissividade menor a força entre as cargas.
4. Está orientada ao longo da reta que liga as duas cargas.
5. As forças entre as cargas constituem um par de ação e reação, isto é, satisfazem a terceira lei de Newton-Galileu (Lei da ação e reação).

Matematicamente escrevemos:

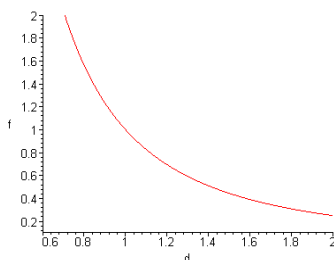


ϵ_0 = permissividade do vácuo = $8,85 \times 10^{-12} \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ C}^2$

$K_0 = 1 / 4\pi\epsilon_0 \cong 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$

Constante dielétrica do meio (K) – A força entre duas cargas é máxima no vácuo, nos meios materiais ela depende do valor da permeabilidade do meio. Se as cargas elétricas estiverem mergulhadas em um meio material, o valor das forças entre elas torna-se K vezes menor, onde k é a constante dielétrica do meio.

Gráfico (Fxd) da força x distância para uma função do tipo $F \propto 1 / d^2$, isto é, do tipo inverso do quadrado da distância.



Princípio da superposição. Quando duas ou mais cargas exercem forças simultâneas sobre uma dada carga. Observa-se que a força total sobre esta última é a soma vetorial das forças que as várias cargas exerceriam. Individualmente.

CAMPO ELÉTRICO – é a região do espaço onde uma carga de prova aí colocada em repouso, fica sujeita à ação de uma força de origem elétrica.

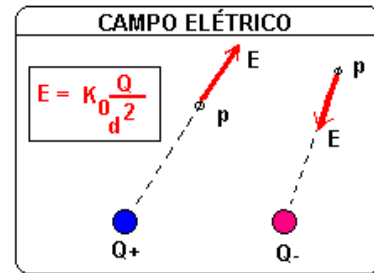
1. $F = q_0 E$

E = vetor campo elétrico; q_0 = carga de prova.

O campo elétrico fica mais intenso a medida que nos aproximamos da carga geradora do campo e vai enfraquecendo a medida que nos afastamos da mesma.

UNIDADE DE CAMPO ELÉTRICO no S.I. é = N/C.

CAMPO ELÉTRICO DE UMA CARGA PUNTIFORME



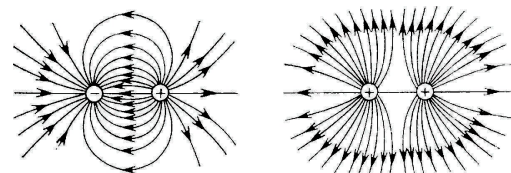
CAMPO ELÉTRICO DEVIDO A UM CONJUNTO DE CARGAS PONTUAIS.

Para encontrarmos o campo elétrico resultante devido a um conjunto de cargas pontuais, é necessário somar vetorialmente os campos elétricos produzidos por cada uma das cargas.

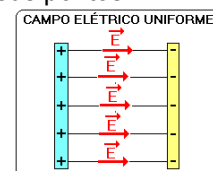
LINHAS DE FORÇA

“Uma técnica para visualizar o campo elétrico”.

- 1- Por convenção, iniciam-se nas cargas positivas e terminam nas cargas negativas.
- 2- É a trajetória descrita por uma carga de prova movendo-se num campo eletrostático devido a ação da força deste campo.
- 3- A intensidade do campo elétrico é proporcional ao número de linhas de força por unidade de área normal ao campo.



CAMPO ELÉTRICO UNIFORME (CEU) – é aquele onde o vetor campo elétrico, tem o mesmo módulo direção e sentido em todos os seus pontos.



ESFERA SÓLIDA CONDUTORA- O campo elétrico gerado pela distribuição esférica superficial e uniforme de cargas possui as seguintes propriedades: a) o campo é nulo no seu interior, b) para pontos no exterior, o campo é igual ao gerado por uma carga pontual de mesmo valor, localizada no centro da esfera.

POTENCIAL ELÉTRICO

“Energia potencial elétrica por unidade de carga”.

INTRODUÇÃO- Quando transportamos uma carga elétrica, que está imersa num campo eletrostático, de um ponto para outro, devemos realizar trabalho (força x deslocamento). Este trabalho será devido a existência de uma força elétrica ($F=qE$) que atua na carga em cada ponto do campo. Como o conceito de trabalho está ligado diretamente ao de energia, e suas transformações, é natural nos perguntarmos; Qual será o trabalho que a força eletrostática realiza num dado deslocamento? Existiria algo como a energia potencial eletrostática, em analogia como a energia potencial gravitacional e a elástica? A introdução do conceito de potencial vai nos permitir responder algumas questões quanto a natureza “energética” existente entre cargas e campos.

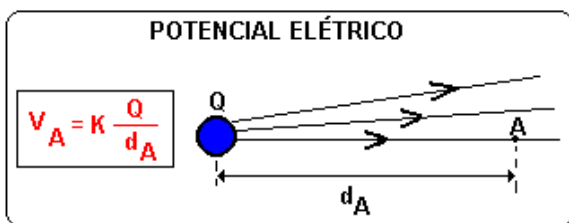
POTENCIAL ELÉTRICO (V): conceito relacionado à medida da quantidade de energia potencial (E_p), de natureza elétrica, adquirida por unidade de carga, quando um corpo eletrizado é imerso num campo eletrostático.

O potencial elétrico (V_A), num ponto A de um campo elétrico conservativo é igual ao trabalho W_A realizado pela força elétrica, por unidade de carga, para leva-la de A até o ponto de origem do potencial elétrico, que em geral é considerado no infinito.

$$V_A = \tau_{A^\infty} / q$$

UNIDADE DE POTENCIAL ELÉTRICO no S.I. é o volt(V) = 1 J / C.

POTENCIAL ELÉTRICO DEVIDO A UMA CARGA PUNTUAL NUM PONTO P (V_A), no campo de uma carga elétrica puntiforme Q, em relação a um ponto de referência infinitamente afastado, é dado por:



POTENCIAL ELÉTRICO DEVIDO A UM CONJUNTO DE CARGAS PUNTAIS. O potencial devido a um conjunto de cargas puntiformes, num certo ponto do espaço, é igual a soma dos potenciais de cada carga.

AS LINHAS DE CAMPO do campo elétrico apontam na no sentido do potencial elétrico de crescente.

ENERGIA POTENCIAL ELÉTRICA (E_p)- que uma carga elétrica q adquire, ao ser colocada num ponto P de um campo elétrico, é dada por:

$$E_p = q V_p$$

TRABALHO DA FORÇA ELÉTRICA (W_{AB}): que age sobre uma carga elétrica “q” que sofre um deslocamento indo do ponto A ao B de um campo elétrico é dado por:

$$\tau_{AB} = q (V_A - V_B)$$

DIFERENÇA DE POTENCIAL é energia potencial elétrica por coulomb.

$V_A - V_B = U_{AB} = ddp =$ diferença de potencial entre os pontos “A” e “B”. Diferença de potencial é energia potencial elétrica (joule) por unidade de carga elétrica (coulomb).

DIFERENÇA DE POTENCIAL ENTRE DOIS PONTOS DE UM CAMPO ELÉTRICO UNIFORME (CEU).

$$E d = U$$

E= Campo elétrico uniforme; d= distância entre dois pontos. $U = V_a - V_b$

SUPERFÍCIES EQUIPOTENCIAIS. A) Os pontos sobre uma superfície equipotencial têm todos o mesmo potencial. B) O trabalho realizado sobre uma carga de prova movendo-a de uma determinada superfície para outra, é independente das localizações dos pontos inicial e final sobre elas e da trajetória que une os pontos. C) O campo elétrico é sempre perpendicular às superfícies equipotenciais.

EQUILÍBRIO ELETROSTÁTICO

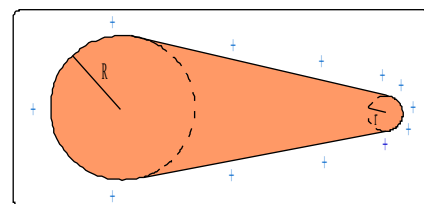
A condição necessária e suficiente para que haja equilíbrio eletrostático, entre dois ou mais condutores, é que eles estejam a um mesmo potencial.

O equilíbrio eletrostático é caracterizado pela ausência de corrente elétrica de um condutor para o outro.

1. CONDUTORES EM EQUILÍBRIO ELETROSTÁTICO

- O equilíbrio eletrostático é caracterizado pela ausência de movimento ordenado de cargas elétricas.
- O campo elétrico no interior de um condutor eletrizado é nulo.
- As cargas em excesso, positivas ou negativas, distribuem-se na superfície. (BLINDAGEM ELETROSTÁTICA)
- Nos pontos internos e na superfície do condutor em equilíbrio eletrostático, o potencial elétrico é constante.
- O vetor campo elétrico e as linhas de forças são perpendiculares a superfície do corpo eletrizado.

PODER DAS PONTAS. A densidade de carga, ou quantidade de carga por unidade de área, é maior no ponto de maior curvatura, isto é, de menor raio. Isto significa que as cargas elétricas se distribuem mais densamente nas regiões pontiagudas. (Princípio de funcionamento dos Pára-raios).



RUPTURA DIELÉTRICA- A quantidade de carga que pode estar sobre um condutor é limitada pela ionização das moléculas do meio vizinho, que pode ser provocada por campos elétricos muito intensos. O meio, nestas circunstâncias, torna-se condutor de eletricidade.

RIGIDEZ DIELÉTRICA- A rigidez dielétrica é o valor do campo elétrico em que ocorre a ruptura dielétrica de um certo meio. No ar atmosférico, a rigidez dielétrica é: $E_{\max} \approx 3 \cdot 10^6 \text{ V/m} = 3 \text{ MV/m}$.

CAPACITORES

“Armazenam cargas e energia elétrica”.

INTRODUÇÃO. Os capacitores estão entre os componentes eletrônicos mais usados nos diversos equipamentos; aliás, eles são um dos componentes fundamentais da ciência da “Eletricidade aplicada”. Do ponto de vista teórico, os capacitores são importantes por permitirem a criação de campos elétricos com várias geometrias e também por armazenarem energia, que considera-se estar contida no campo elétrico produzido pelo mesmo. Assim os capacitores nos permitem estudar dois conceitos importantes na Física: CAMPO e ENERGIA.

Dentre as varias aplicações citaremos duas: 1ª. Produção de circuitos oscilantes, para emissão de ondas eletromagnéticas (radio, televisão, celulares etc). 2ª. Flash de máquinas fotográficas.

CAPACITOR (CONDENSADOR). É um conjunto de dois condutores, chamados de placas, separados por um meio isolante.

Os capacitores armazenam:

- a) cargas elétricas
- b) campos elétricos
- c) energia elétrica

CAPACITÂNCIA

A capacitância de um capacitor é a sua capacidade de armazenar cargas elétricas, a qual é medida pela razão entre a carga “q” da placa positiva e a ddp positiva V_{AB} entre elas.

$$C = q / V_{AB}$$

A capacitância de um condutor depende de suas dimensões (L) e do meio onde se encontra (K).

A UNIDADE DE CAPACITÂNCIA no SI é o faraday (F).

$$F = 1 C / 1 V$$

CAPACITÂNCIA DE UM CONDUTOR ESFÉRICO ISOLADO.

$$C = R / K$$

R= raio do condutor esférico

K= constante eletrostática do meio. (vácuo = $9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$)

CAPACITOR DE PLACAS PLANAS E PARALELAS.

A capacitância de um capacitor de placas planas e paralelas, no vácuo, é diretamente proporcional a distância entre elas.

$$C = \epsilon_0 A / d$$

A = área útil de uma das placas.

d = separação entre as placas.

ϵ_0 = permissividade absoluta do vácuo = $8,9 \cdot 10^{-12}$.

DENSIDADE SUPERFICIAL DE CARGA ELÉTRICA(σ).

$$\sigma = q / A$$

q= quantidade de carga

A= área da superfície onde a carga está distribuída.

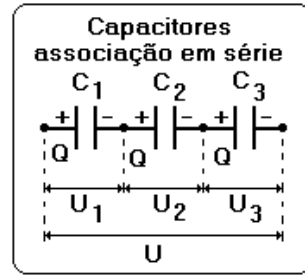
ASSOCIAÇÃO DE CAPACITORES

SÉRIE- Cada capacitor associado se eletriza coma mesma carga, e suas respectivas ddp’s se somam.

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

A capacitância equivalente (C_{eq}) é:

$$1/C_{eq} = 1/C_1 + 1/C_2 + \dots + 1/C_n$$

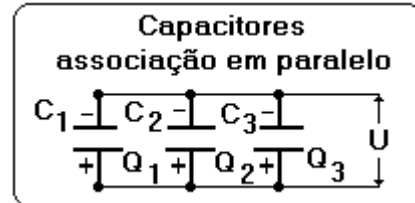


PARALELO- A ddp entre as armaduras de cada capacitor associado é a mesma, e as capacitâncias se somam.

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

A capacitância equivalente (C_{eq}) é:

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$$



EFEITO DE UM DIELÉTRICO

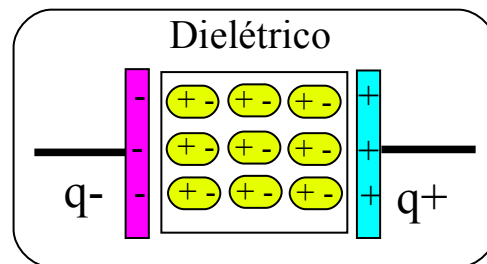
Um material não condutor é um dielétrico. Quando se introduz um dielétrico entre os condutores de um capacitor, o campo elétrico no dielétrico fica diminuído e a capacitância aumenta por um fator K, a constante dielétrica.

$$C = K C_0$$

O campo no dielétrico é diminuído porque os momentos de dipolo das moléculas (permanentes ou induzidos) tendem a se alinhar com o campo e geram um outro campo que se opõe ao primeiro. O momento de dipolo alinhado com o campo é proporcional à intensidade deste campo.

UTILIDADES DE UM DIELÉTRICO

- 1- Aumentar a capacitância de um capacitor.
- 2- Aumentar a rigidez dielétrica.
- 3- Proporcionar separação mecânica entre os condutores.



ENERGIA ARMazenADA

A energia armazenada (E) num campo elétrico de um capacitor de capacitância (C), com uma carga (q) e submetido a uma ddp (U) é dada por:

$$E = C U^2 / 2; E = q^2 / 2C; E = q U / 2$$