



INSTITUTO DE FÍSICA

uff Universidade Federal Fluminense

Física XX

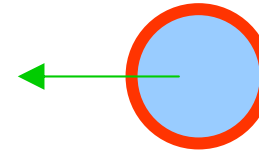
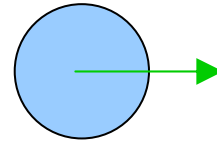
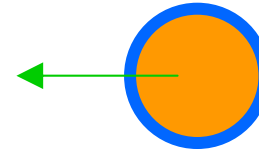
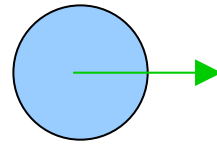
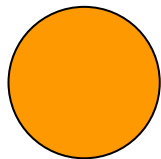
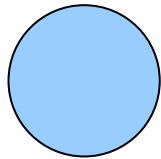
Eletrostática

•Tales de Mileto – Primeira descrição da atração pela fricção do Ambar(Eletron)

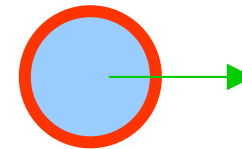
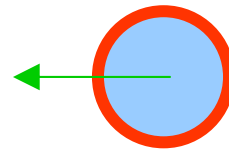
•William Gilbert – Primeiro a falar em Eletricidade, Força Elétrica e atração elétrica. Batizou o fenômeno de Eletricidade

•Niccolò Cabeo – Falou sobre a atração de corpos eletrificados e outros não eletrificados. Tentou explicar a atração por fluidos.

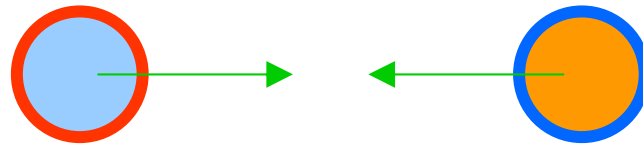
Suponha dois tipos de corpos feitos de diferentes materiais



Um corpo eletrificado (esfregado) atrai o que não está, isto acontece com qualquer corpo



Um corpo eletrificado repele um outro idêntico e eletrificado da mesma forma

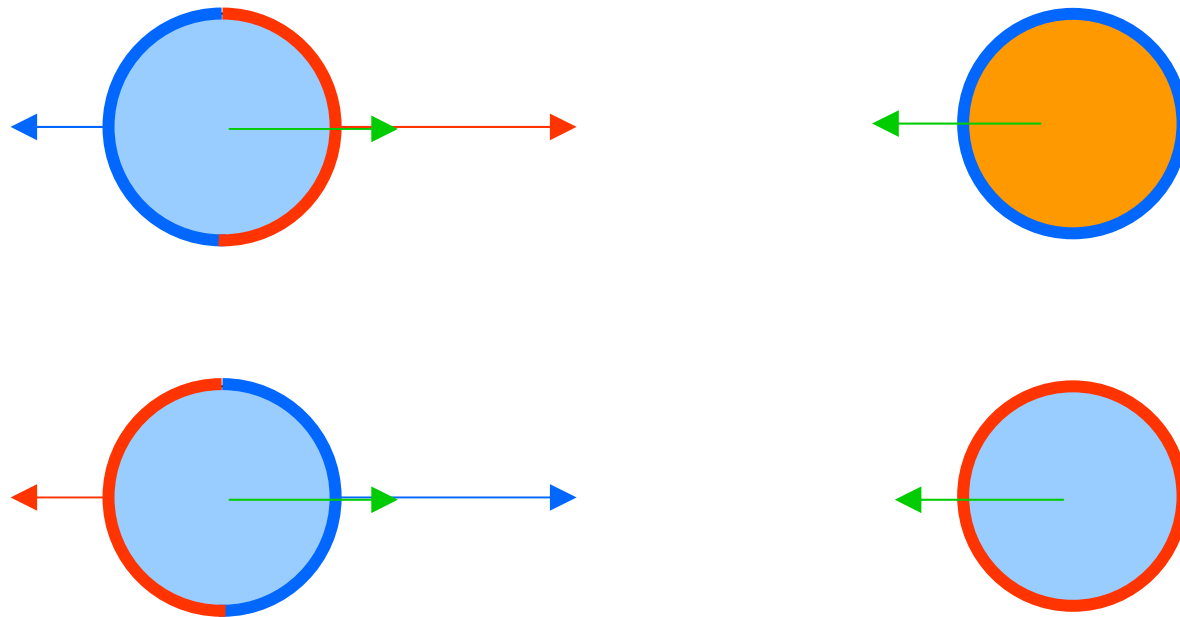


Existem corpos que quando eletrificados atraem outros, também eletrificados, identificando outro elemento, que pode aparecer na eletrificação, já que os idênticos se repelem

Não foi encontrado na natureza nenhum outro material cuja eletrificação atrairia os dois materiais já identificados e se repeliria entre si, assim só há dois tipos de “eletrificação”

Atração entre corpos eletrificados e os não eletrificados

Atrai as cargas de mesmo tipo e repele as do outro tipo



As forças dependem da distância

A força resultante é sempre de atração



Charles François de Cisternay du Fay (Paris, 14 de Setembro de 1698 – 1739) foi um químico francês, descobridor europeu da eletricidade positiva e negativa, descrevendo pela primeira vez em termos de cargas elétricas a existência de atração e repulsão (1737). Estudou detalhadamente o fenômeno da repulsão em corpos carregados (1733), descobrindo também que os objetos carregados se atraíam em certas circunstâncias enquanto que em outras se repeliam, concluindo pela existência de duas espécies diferentes de eletricidade, que designou, conforme o material de referência, por vítrea, a correspondente a hoje carga positiva, e a resinosa, a forma negativa da carga elétrica. Comprovou a existência de dois tipos de força elétrica. Para ele estava definido que a eletricidade tinha a propriedade de atrair corpos leves.



Benjamin Franklin (1706 - 1790)

Foi Benjamin Franklin quem demonstrou, pela primeira vez, que o relâmpago é um fenômeno elétrico, com sua famosa experiência com uma pipa (papagaio). Ao empinar a pipa num dia de tempestade, conseguiu obter efeitos elétricos através da linha e percebeu, então, que o relâmpago resultava do desequilíbrio elétrico entre a nuvem e o solo. A partir dessa experiência, Franklin produziu o primeiro pára-raios.

Franklin estabeleceu duas áreas de estudo importantes das ciências naturais: eletricidade e meteorologia. Na sua obra clássica *A história das teorias da eletricidade e do Éter*, Sir Edmund Whittaker refere-se à inferência de Franklin de que quando se esfrega uma substância não se cria nenhuma carga elétrica, mas esta é apenas transferida, de modo que "a quantidade total em qualquer sistema isolado é invariável". Esta asserção é conhecida como o "princípio da conservação da carga".

Franklin identificou as cargas positivas e negativas e demonstrou que os raios são um fenômeno de natureza elétrica.



Joseph Priestley (Birstall, 13 de Março de 1733 (Velho estilo) - Northumberland, 6 de fevereiro de 1804) foi um teólogo britânico do século XVIII, clérigo dissidente, filósofo natural, educador, teórico e político que publicou mais de 150 obras. A ele normalmente é creditada a descoberta do oxigênio, apesar de Carl Wilhelm Scheele e Antoine Lavoisier também a reivindicarem, por ter Priestley escondido a descoberta do novo gás.[2].

Priestley relatou algumas das suas próprias descobertas, tais como a condutividade de carvão e de outras substâncias e de continuidade entre os condutores e não-condutores.

Com base em experiências com campos modificados, Priestley foi também o primeiro a propor que a força elétrica seguiu a lei do quadrado inverso, semelhante à lei de Newton da gravitação universal. No entanto, ele não generalizou ou elaborou esta matéria, [36] e a lei geral foi enunciada pelo físico francês Charles-Augustin de Coulomb na década de 1780.



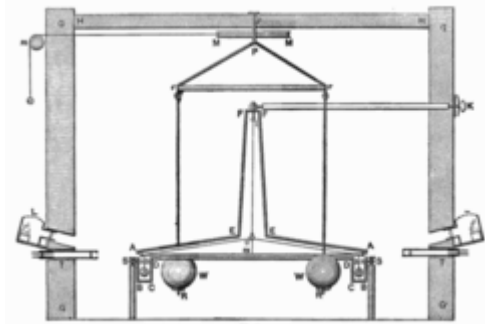
Henry Cavendish, (10 Outubro de 1731 - 24 de Fevereiro de 1810) foi um físico e químico britânico conhecido por ter descoberto o hidrogênio, que ele chamou de "ar inflamável", e também por ter medido a densidade da Terra (na famosa Experiência de Cavendish), além de pesquisas em eletricidade. Cavendish é conhecido também pela acurácia de suas medições.

Os experimentos elétricos de Cavendish não eram conhecidos até que um século depois foram coletados e publicados por James Clerk Maxwell, em 1879, muito depois de outros cientistas terem sido creditados pelos mesmos resultados. Entre as descobertas de Cavendish estavam as seguintes:

- **O conceito de potencial elétrico, que ele chamou de "grau de eletrificação"**
- Uma prematura unidade de capacitância, a de uma esfera.
- **A equação para a capacitância de um capacitor de placas**
- O conceito de constante dielétrica de um material
- **A relação entre potencial elétrico e corrente, agora chamada Lei de Ohm.**
- Leis para a divisão de corrente em circuitos paralelos, agora atribuídas a Charles Wheatstone
- **A lei do inverso do quadrado da distância para a força elétrica, agora chamada Lei de Coulomb.**



A **Experiência de Cavendish**, realizada em 1797 – 1798 por Henry Cavendish, foi a primeira experiência capaz de medir a força gravitacional entre massas no laboratório, e a primeira capaz de conseguir valores acurados para a constante gravitacional e para a massa da Terra. Porém, o objetivo de Cavendish era saber o valor da densidade da Terra, que foi o que Cavendish reportou. A experiência foi projetada pouco antes de 1783 por John Michell, que construiu uma balança de torção para isso.



Não é incomum encontrar livros que erroneamente descrevem o trabalho de Cavendish como uma medição da constante gravitacional (G) ou da massa da Terra, e esse erro foi apontado por vários autores. Na realidade, o objetivo de Cavendish era medir a densidade da Terra, e mais tarde outras pessoas usaram seus resultados para calcular G .



Charles Augustin de Coulomb (14 de Junho de 1736 em Angoulême - 23 de Agosto de 1806 em Paris) foi um físico francês.

Em sua homenagem, deu-se seu nome à unidade de carga elétrica, o coulomb.

Engenheiro de formação, ele foi principalmente físico. Publicou 7 tratados sobre a Eletricidade e o Magnetismo, e outros sobre os fenômenos de torção, o atrito entre sólidos, etc.

Durante os últimos quatro anos da sua vida, foi inspetor geral do Ensino Público e teve um papel importante no sistema educativo da época.



Experiência de Coulomb -

Experimentador genial e rigoroso, realizou uma experiência histórica com uma balança de torção para determinar a força exercida entre duas cargas elétricas (Lei de Coulomb).

Sobre Coulomb, Maxwell comenta: "É notável que nenhuma das experiências de Coulomb coincida com uma experiência de Cavendish. O método de Coulomb pertence-lhe inteiramente. . ."

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





Michael Faraday (Newington, Surrey, 22 de setembro de 1791 — Hampton Court, 25 de agosto de 1867) foi um físico e químico britânico, sendo considerado um dos cientistas mais influentes de todos os tempos. Suas contribuições mais importantes e seus trabalhos mais conhecidos foram nos intimamente conectados fenômenos da eletricidade e magnetismo, mas ele também fez contribuições muito importantes em química.

Faraday foi principalmente um experimentalista, de fato, ele foi descrito como o "melhor experimentalista na história da ciência", embora não conhecesse matemática avançada, como cálculo.

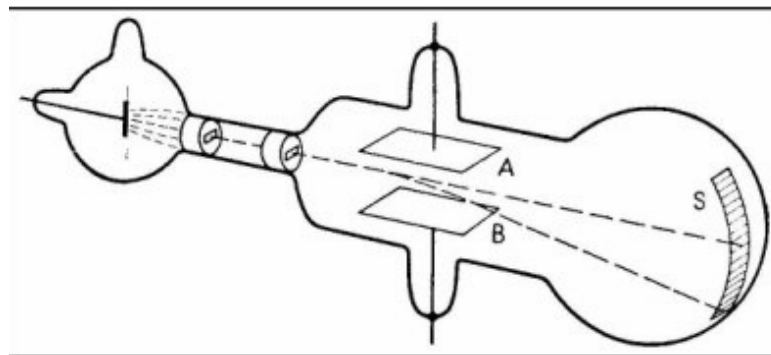
Suas descobertas em eletromagnetismo deixaram a base para os trabalhos de engenharia no fim do século XIX por pessoas como Edison, Siemens, Tesla e Westinghouse, que tornaram possível a eletrificação das sociedades industrializadas, e seus trabalhos em eletroquímica são agora amplamente usados em química industrial.

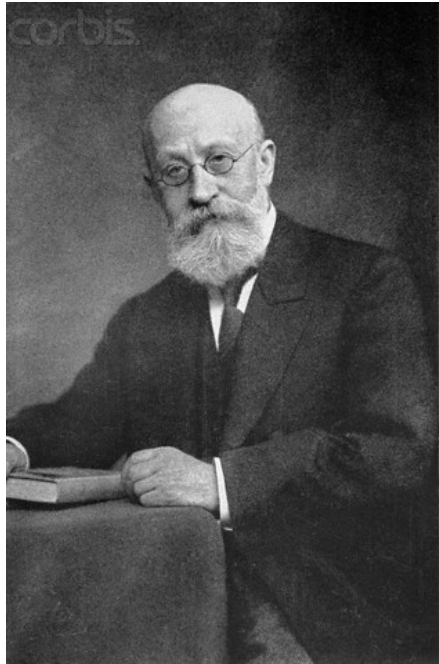


Sir Joseph John Thomson, também conhecido por J. J. Thomson, OM, PRS (Manchester, 18 de Dezembro de 1856 — Cambridge, 30 de Agosto de 1940) foi um físico britânico que descobriu o elétron.

Pela descoberta dos elétrons, J.J. Thomson ganhou o Prêmio Nobel de Física em 1906. Foi nomeado cavaleiro em 1908. Em 1918 se tornou mestre da Trinity College em Cambridge, onde permaneceu até sua morte. Ele morreu em 1940 e foi enterrado em Westminster Abbey, perto de Isaac Newton.

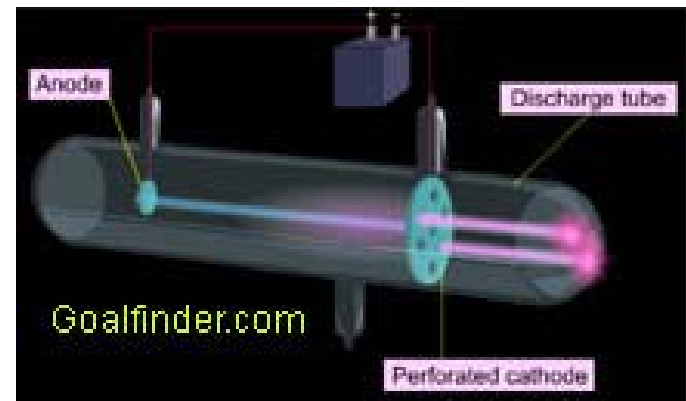
Modelo atômico do bolo de ameixas





Eugene Goldstein (5 de setembro de 1850 a 25 de dezembro de 1930) foi um físico alemão que desempenhou importante papel nos estudos sobre os raios-x.

Em 1886, Goldstein, provocando descargas elétricas num tubo a pressão reduzida (10mmHg) e usando um cátodo perfurado, observou a formação de um feixe luminoso (raios canais) no sentido oposto aos raios catódicos e determinou que esses raios eram constituídos por partículas positivas. Os raios canais variavam em função do gás contido no tubo. Quando o gás era hidrogênio, obtinham-se raios com partículas de menor massa, as quais foram consideradas as partículas fundamentais, com carga positiva, e denominadas prótons pelo seu descobridor, Rutherford, em 1904.





Ernest Rutherford, o 1º barão Rutherford de Nelson, (Spring Grove, Nova Zelândia, 30 de Agosto de 1871 — Cambridge, 19 de Outubro de 1937), foi um físico e químico neozelandês

De volta a Cambridge em 1919, Ernest Rutherford percebeu que a carga positiva de um átomo está concentrada no centro, num minúsculo e denso núcleo, introduzindo o conceito de núcleo atômico. Desenvolve, então, a moderna concepção do átomo como um núcleo em torno do qual elétrons giram em órbitas elípticas. A liderança e o trabalho de Rutherford inspiraram duas gerações de cientistas. Baseado na concepção de Rutherford, o físico dinamarquês Niels Bohr idealizaria mais tarde um novo modelo atômico.

Modelos atômicos de Thompson e Rutherford

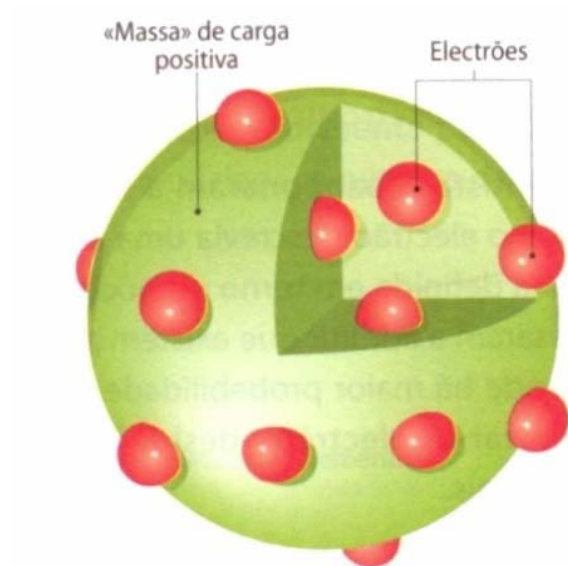
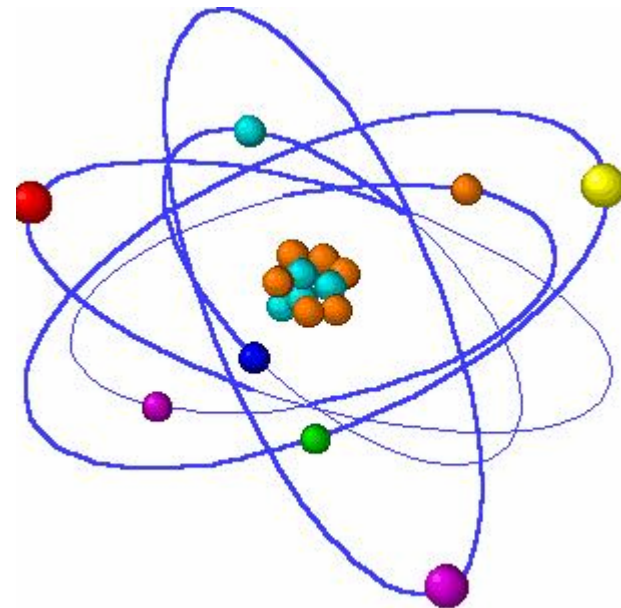
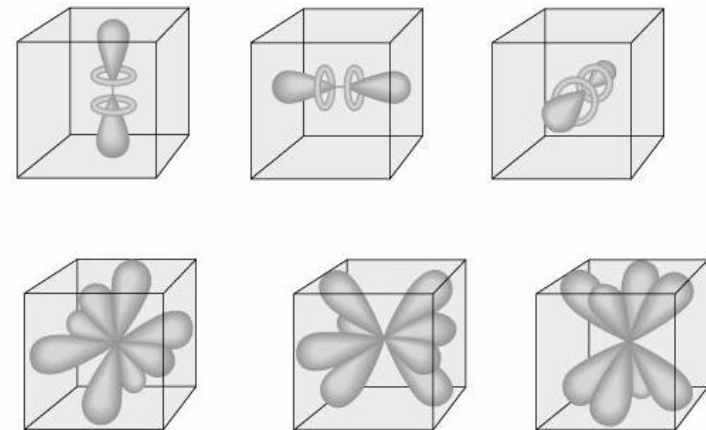
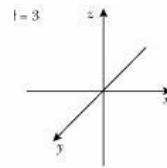
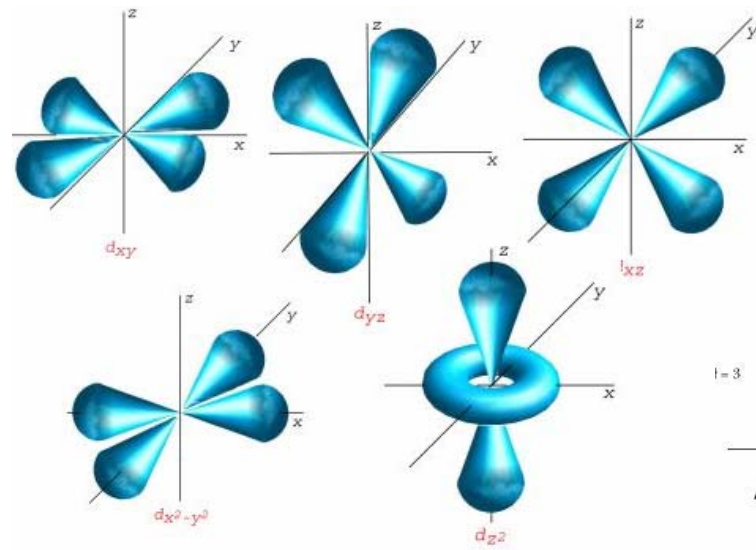
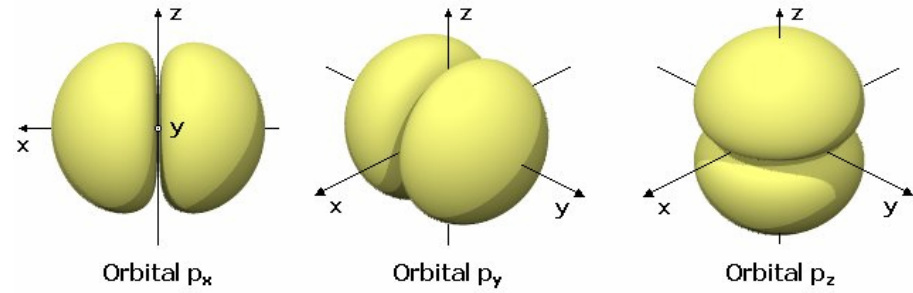


Figura 2 | Modelo atômico de Thomson



Orbitais Eletrônicos

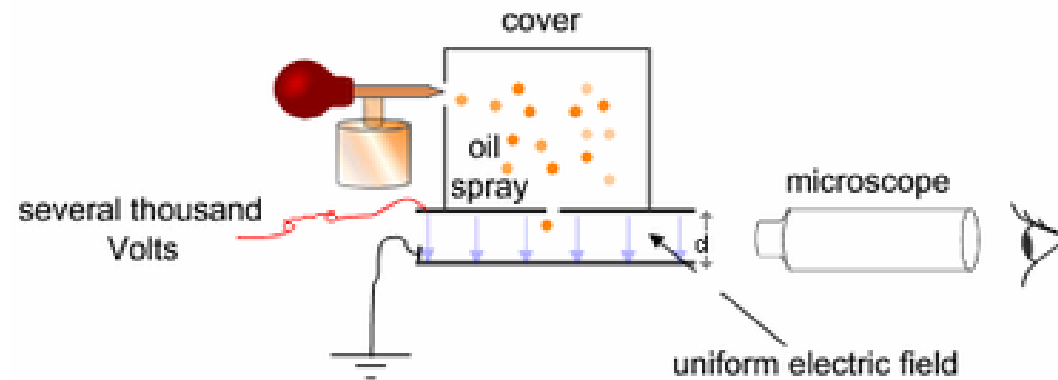
Mecânica Quântica





Robert Andrews Millikan (22 de Março de 1868, Morrison, Illinois - 19 de Dezembro de 1953, San Marino, Califórnia) foi um físico estadunidense.

Recebeu em 1923 o prémio nobel de Física, pelos trabalhos sobre cargas elétricas elementares e o efeito fotoelétrico.



A **experiência da gota de óleo** foi uma experiência conduzida por Robert Millikan para medir a carga elétrica do elétron. Ele conseguiu isso equilibrando cuidadosamente as forças elétricas e gravitacionais em minúsculas gotas de óleo carregadas e suspensas entre dois eletrodos de metal. Com isto descobriu-se que os valores medidos eram sempre múltiplos do mesmo número.

Eles interpretaram esse número como sendo a carga de um único elétron:

$1,602 \times 10^{-19}$ Coulomb's (no SI de cargas elétricas).

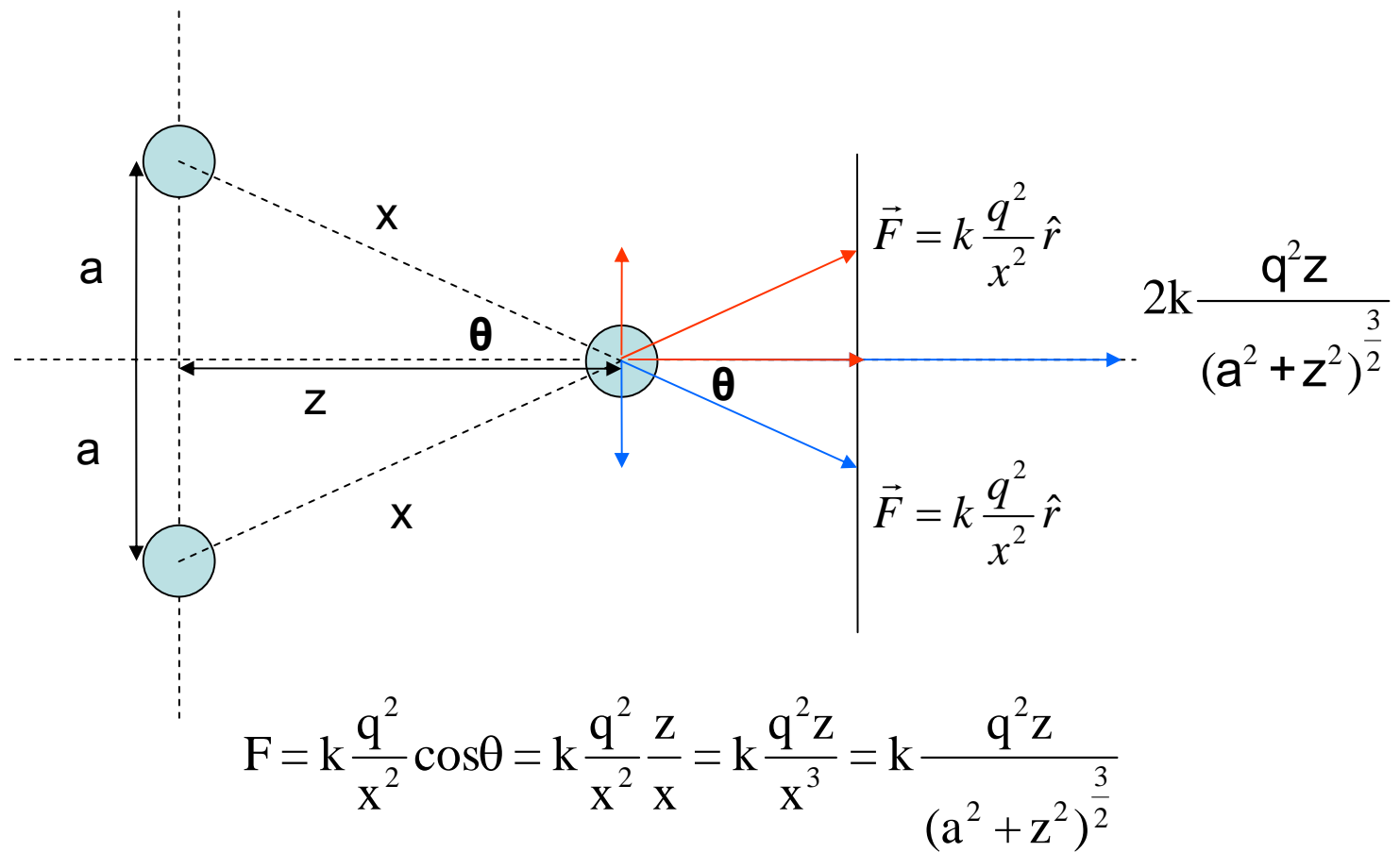
1 Coulomb – Quantidade de carga que passa num condutor a uma corrente de 1 Ampère em 1 segundo



$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r} \quad \mathbf{K} = 8,9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$$

$$\text{Se } q_1 = q_2 = 1\text{C} \Rightarrow \mathbf{F} = 8,9 \times 10^9 \text{ N}$$

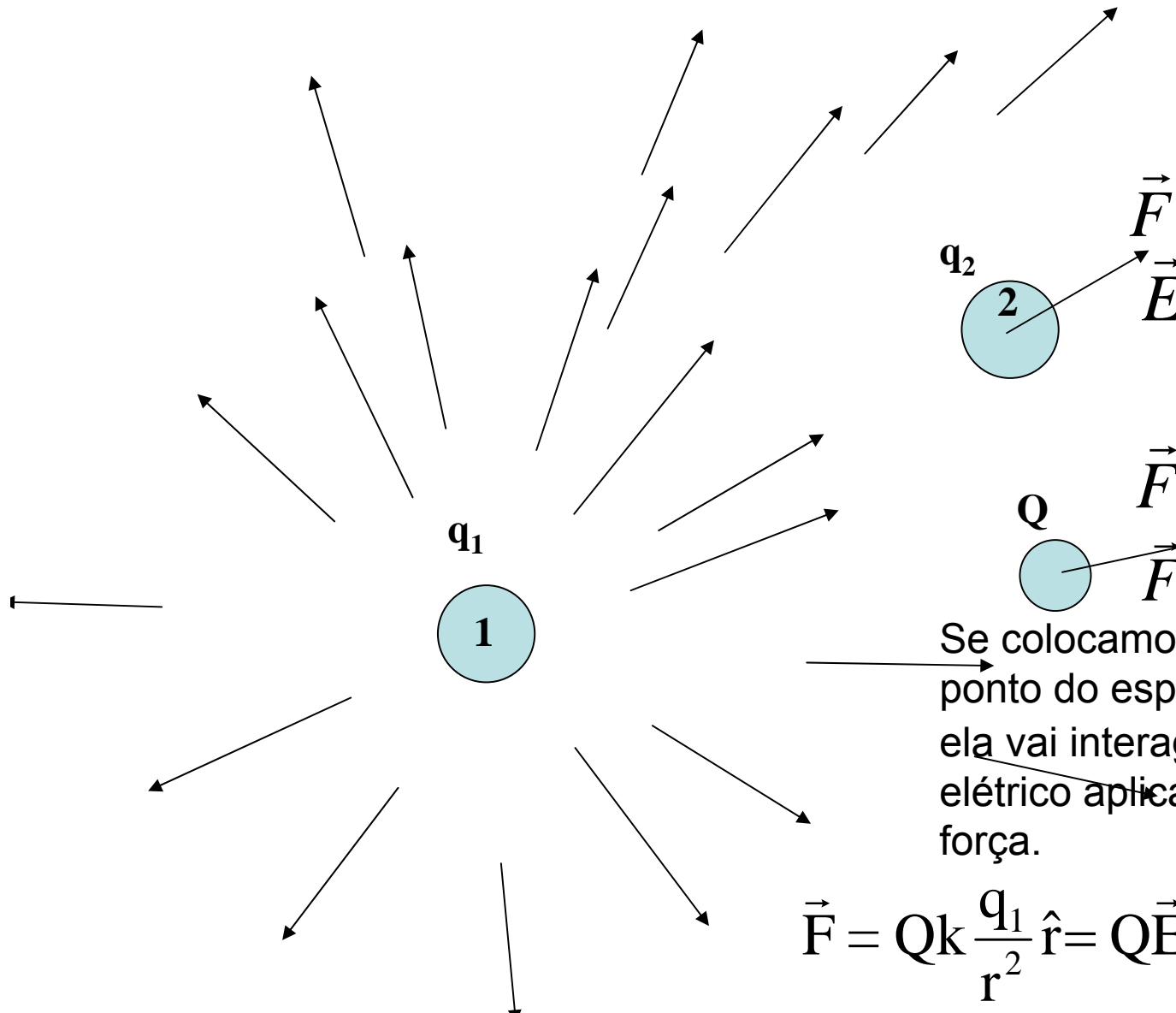
Forças Elétricas obedecem ao princípio de superposição



O campo Elétrico

A carga 1 exerce força na carga 2.

A carga 1 gera campo elétrico em todo o espaço.



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

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

Se colocamos uma carga Q num ponto do espaço, ela vai interagir com o campo elétrico aplicando sobre ela uma força.

$$\vec{F} = Qk \frac{q_1}{r^2} \hat{r} = Q\vec{E} \Rightarrow \vec{E} = k \frac{q_1}{r^2} \hat{r}$$