

Professor: Prof. Carlos Eduardo Souza - Cadu

Sala: A2-15 (IF, andar 1P)
Email: carlooseduardosouza@id.uff.br

Panorama da Disciplina

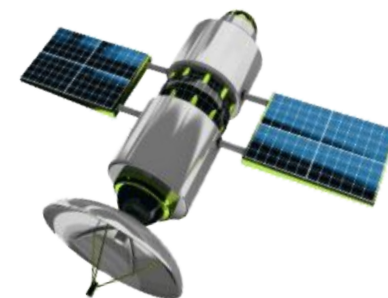
A **Força elétrica** é uma força fundamental da natureza.

Algumas vezes, ela pode ser incontrolável...



Outras vezes ela pode ser controlada...

O controle da eletricidade é a base da sociedade moderna...





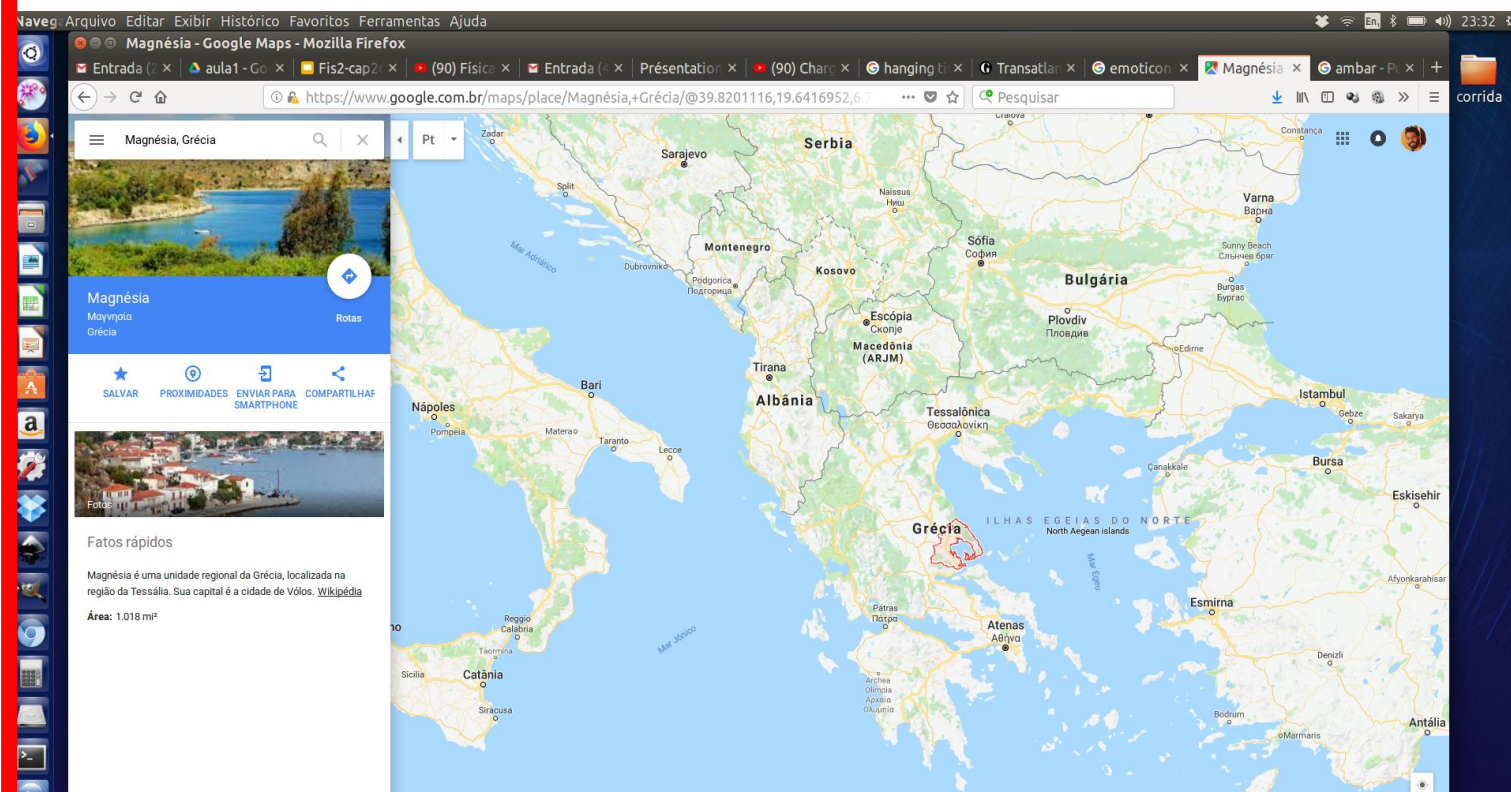
Primórdios da **Eletricidade e Magnetismo...**



Thales de Mileto 600aC.
- pioneiro no estudo da eletricidade.

Historicamente, a **Eletricidade** e o **Magnetismo** são conhecidos desde a antiguidade nas sociedades pré-científicas. Os filósofos gregos que estudavam as características elétricas do âmbar (resina de árvore fossilizada) e magnéticas das pedras de uma região que eles chamavam de Magnésia.

Magnésia- Grécia



âmbar



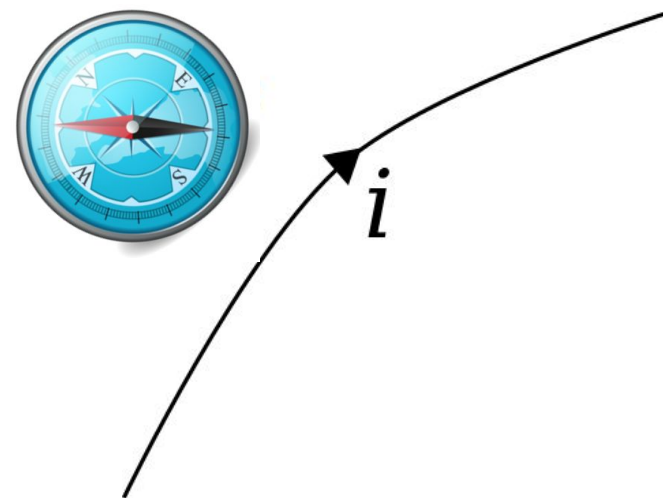
magnetita



Eletricidade e Magnetismo...

Eletricidade e Magnetismo caminharam de forma independente por séculos, como se não fossem relacionadas, até ~1820, qdo **Christian Oersted** descobriu uma relação entre elas: **uma corrente elétrica num fio influencia a direção da agulha em uma bússula.**

Uma corrente no fio gera um campo magnético...



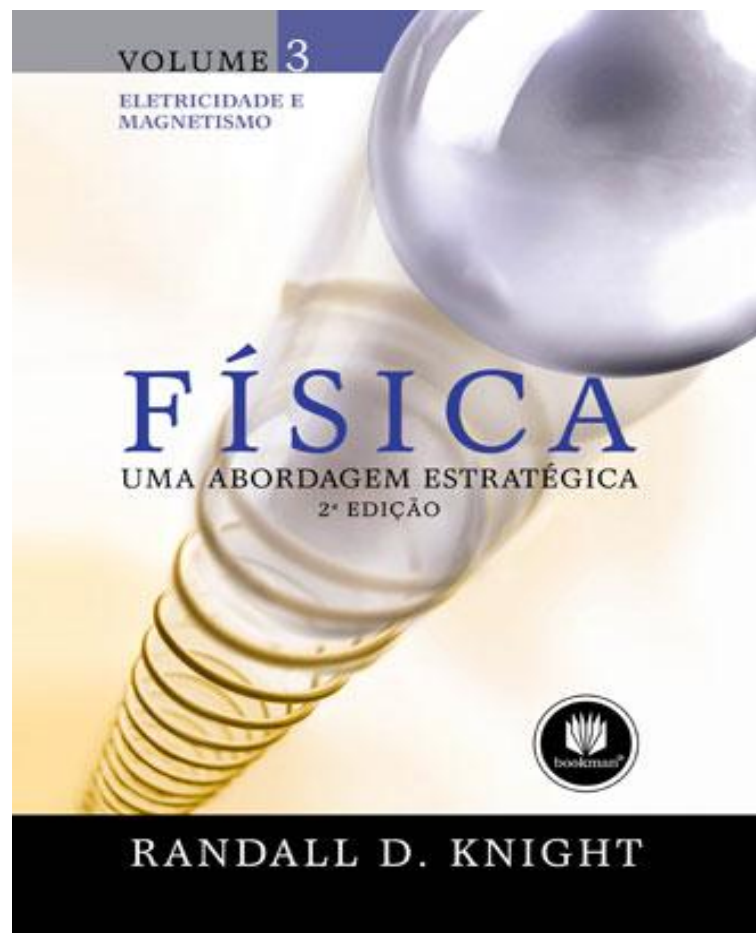
Trata-se de uma observação revolucionária, que despertou o interesse de muitos pesquisadores (Biot-Savart, Faraday e Maxwell...) que dedicaram muito tempo e trabalho no entendimento destes efeitos.

Caps 26 e 27 - Cargas, campo e interação a distância.

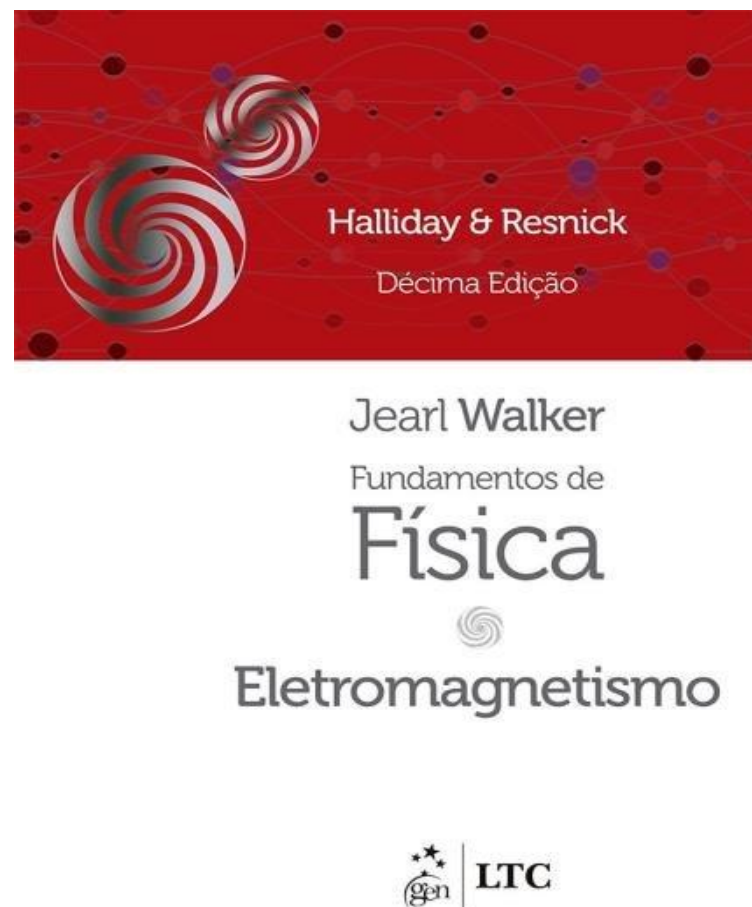


De forma objetiva, estudaremos com bastante detalhes o conceitos de **cargas** e **campo**. Veremos que o conceito de campo será fundamental para entender a interação (interação a distância) entre cargas.

Bibliografia:



livro-texto principal



Critério de avaliação:

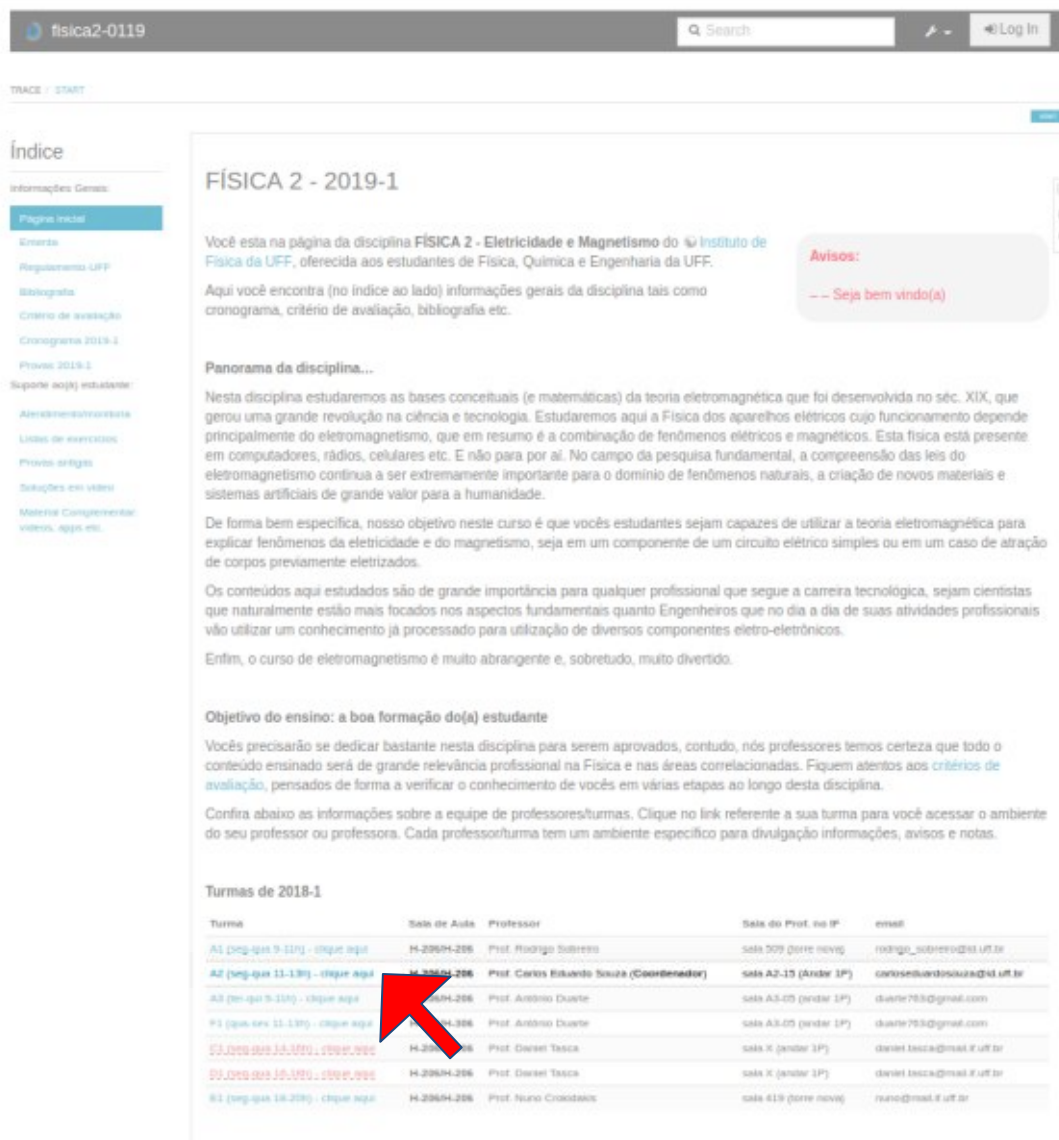
- **Provas (3)** – 15 questões de Múltipla Escolha
- **Minitestes (6)** - Problema a ser resolvido em 20 min, durante a aula (ver datas no calendário no Google classroom)
- **Testes Pré-aula (10)** - Teste de Leitura Prévia, realizado antes da aula.

$$\begin{aligned} \text{Nota Final} = & \{\text{MédiaProvas}\} \cdot 80\% + \\ & + \{\text{MédiaMinitestes}\} \cdot 15\% + \\ & + \{\text{MédiaTestesPré-aula}\} \cdot 5\%. \end{aligned}$$

Presença

A presença nas aulas será anotada!

Site da disciplina:
<https://cursos.if.uff.br/!fisica2-0219>



FÍSICA 2 - 2019-1

Você está na página da disciplina FÍSICA 2 - Eletricidade e Magnetismo do Instituto de Física da UFF, oferecida aos estudantes de Física, Química e Engenharia da UFF.

Aqui você encontra (no índice ao lado) informações gerais da disciplina tais como cronograma, critério de avaliação, bibliografia etc.

Avisos:
-- Seja bem vindo(a)

Panorama da disciplina...

Nesta disciplina estudaremos as bases conceituais (e matemáticas) da teoria eletromagnética que foi desenvolvida no séc. XIX, que gerou uma grande revolução na ciência e tecnologia. Estudaremos aqui a Física dos aparelhos elétricos cujo funcionamento depende principalmente do eletromagnetismo, que em resumo é a combinação de fenômenos elétricos e magnéticos. Esta física está presente em computadores, rádios, celulares etc. E não para por aí. No campo da pesquisa fundamental, a compreensão das leis do eletromagnetismo continua a ser extremamente importante para o domínio de fenômenos naturais, a criação de novos materiais e sistemas artificiais de grande valor para a humanidade.

De forma bem específica, nosso objetivo neste curso é que vocês estudantes sejam capazes de utilizar a teoria eletromagnética para explicar fenômenos da eletricidade e do magnetismo, seja em um componente de um circuito elétrico simples ou em um caso de atração de corpos previamente eletrizados.

Os conteúdos aqui estudados são de grande importância para qualquer profissional que segue a carreira tecnológica, sejam cientistas que naturalmente estão mais focados nos aspectos fundamentais quanto Engenheiros que no dia a dia de suas atividades profissionais vão utilizar um conhecimento já processado para utilização de diversos componentes eletro-eletrônicos.

Então, o curso de eletromagnetismo é muito abrangente e, sobretudo, muito divertido.

Objetivo do ensino: a boa formação do(a) estudante

Vocês precisarão se dedicar bastante nesta disciplina para serem aprovados, contudo, nós professores temos certeza que todo o conteúdo ensinado será de grande relevância profissional na Física e nas áreas correlacionadas. Fiquem atentos aos **critérios de avaliação**, pensados de forma a verificar o conhecimento de vocês em várias etapas ao longo desta disciplina.

Confira abaixo as informações sobre a equipe de professores/turmas. Clique no link referente a sua turma para você acessar o ambiente do seu professor ou professora. Cada professor/turma tem um ambiente específico para divulgação informações, avisos e notas.

Turmas de 2018-1

Turma	Sala de Aula	Professor	Sala do Prof. no IF	e-mail
A1 (seg-qua 9-11h) - clique aqui	H-206/H-206	Prof. Rodrigo Sobrinho	Sala 509 (porte novo)	rodrigo_sobrinho@if.uff.br
A2 (seg-qua 11-13h) - clique aqui	H-206/H-206	Prof. Carlos Eduardo Souza (Coordenador)	Sala A2-15 (Andar 1P)	carloseduardosouza@if.uff.br
A3 (ter-qua 9-11h) - clique aqui	H-206/H-206	Prof. Andréio Duarte	Sala A3-05 (andar 1P)	duarte753@gmail.com
F1 (seg-qua 11-13h) - clique aqui	H-206/H-206	Prof. Andréio Duarte	Sala A3-05 (andar 1P)	duarte753@gmail.com
01.020.000.000.000.000	H-206/H-206	Prof. Daniel Tasca	Sala X (andar 1P)	daniel.tasca@mail.if.uff.br
01.020.000.000.000.000	H-206/H-206	Prof. Daniel Tasca	Sala X (andar 1P)	daniel.tasca@mail.if.uff.br
B1 (seg-qua 14-16h) - clique aqui	H-206/H-206	Prof. Nuno Cródelas	Sala 419 (porte novo)	nuno@mail.if.uff.br

Turma A3

Google Sala de Aula

Todas as informações pertinentes à turma A2, incluindo notas, avisos e links para tarefas e testes serão disponibilizadas através da plataforma [Google Sala de Aula](#). Além do site (acessível pelo link ao lado), você poderá também acessar a plataforma por aplicativos para [Android](#) e [iOS](#).

Para acessar a plataforma, **é necessário se logar no Google usando seu UFFmail** (e-mail do IdUFF, terminando em @id.uff.br). Se você não tiver ou não lembrar do seu email do idUFF, [clique aqui](#) e siga as instruções. Em alguns casos, pode ser necessário você primeiro se deslogar de outras contas gmail que esteja usando no seu dispositivo.

Ao se logar, a turma «Física 2 1-2019 - Turmas: A3» já deve estar automaticamente disponível para você. Caso a turma não apareça para você, você pode se juntar a ela com o seguinte procedimento:

1. [Acesse a página inicial Google Sala de Aula](#)
2. Clique no símbolo de soma (+) no alto da tela e depois em "Participar da turma"
3. Insira o código **gm4sl1**

Em caso de dúvidas, contacte o Prof. Cadu (carloseduardosouza@id.uff.br) indicando seu e-mail (@id.uff.br).



Fis2 2019-2
Turma A3
18 alunos

Data de entrega: 26 de ago
09:30 – Miniteste 1

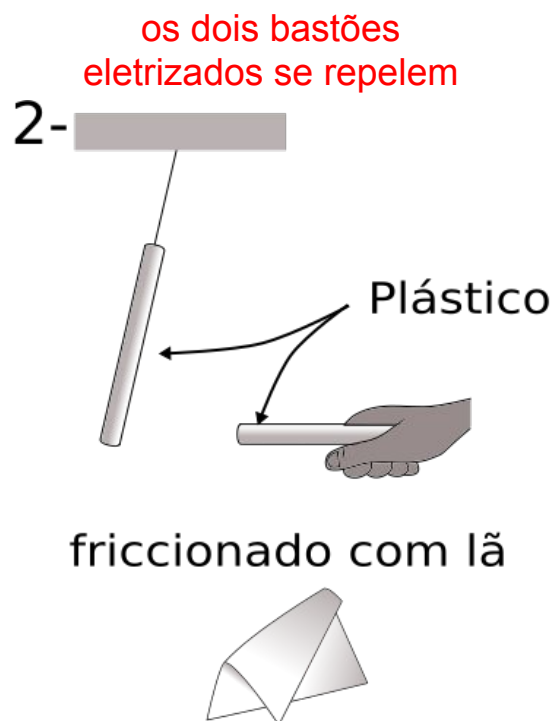
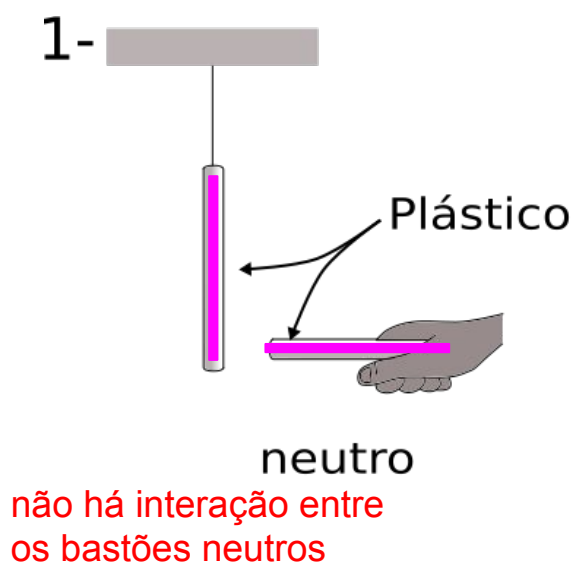
O conceito de carga elétrica

O que é a carga elétrica???

O conceito de carga elétrica

O que é a carga elétrica???

Alguns experimentos...



OBS:

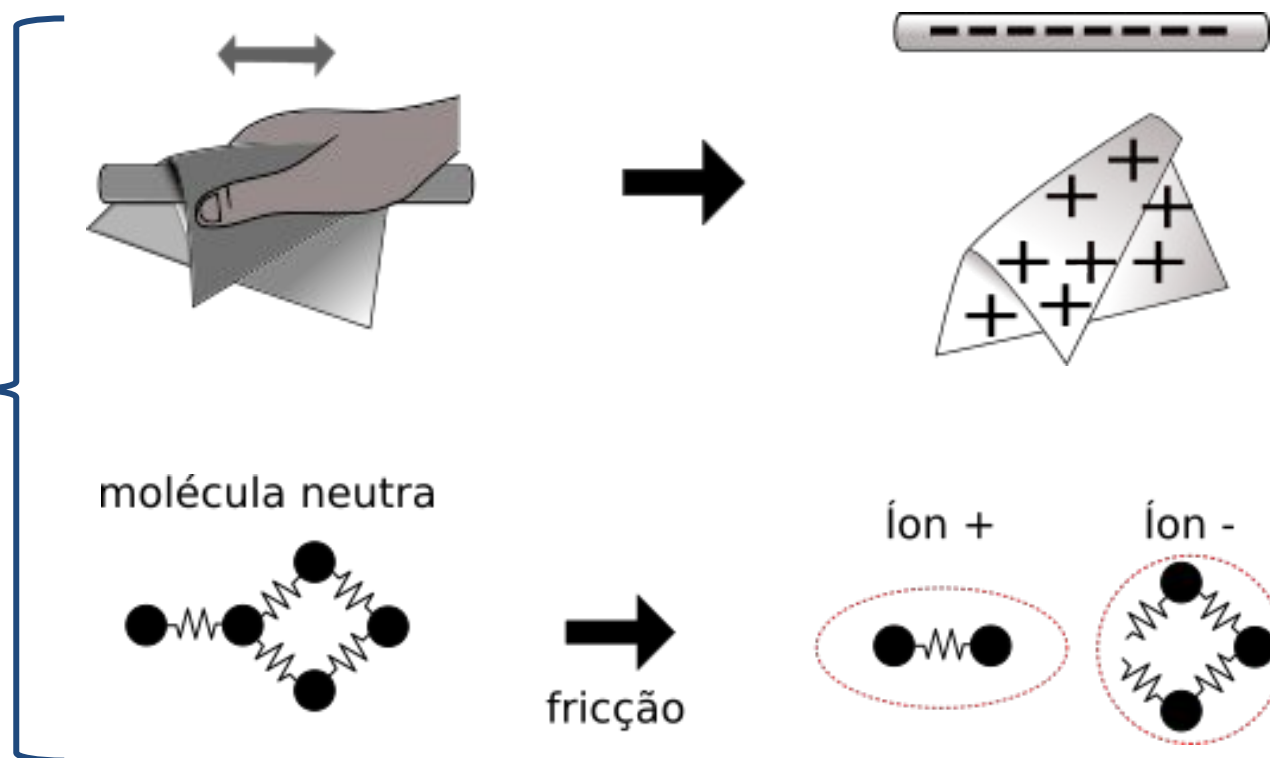
- i) Forças maiores para bastões friccionados mais vigorosamente
- ii) Intensidade das forças diminui com aumento da distância dos bastões

O conceito de carga elétrica

Átomos e eletricidade

Como explicar microscopicamente a eletrização

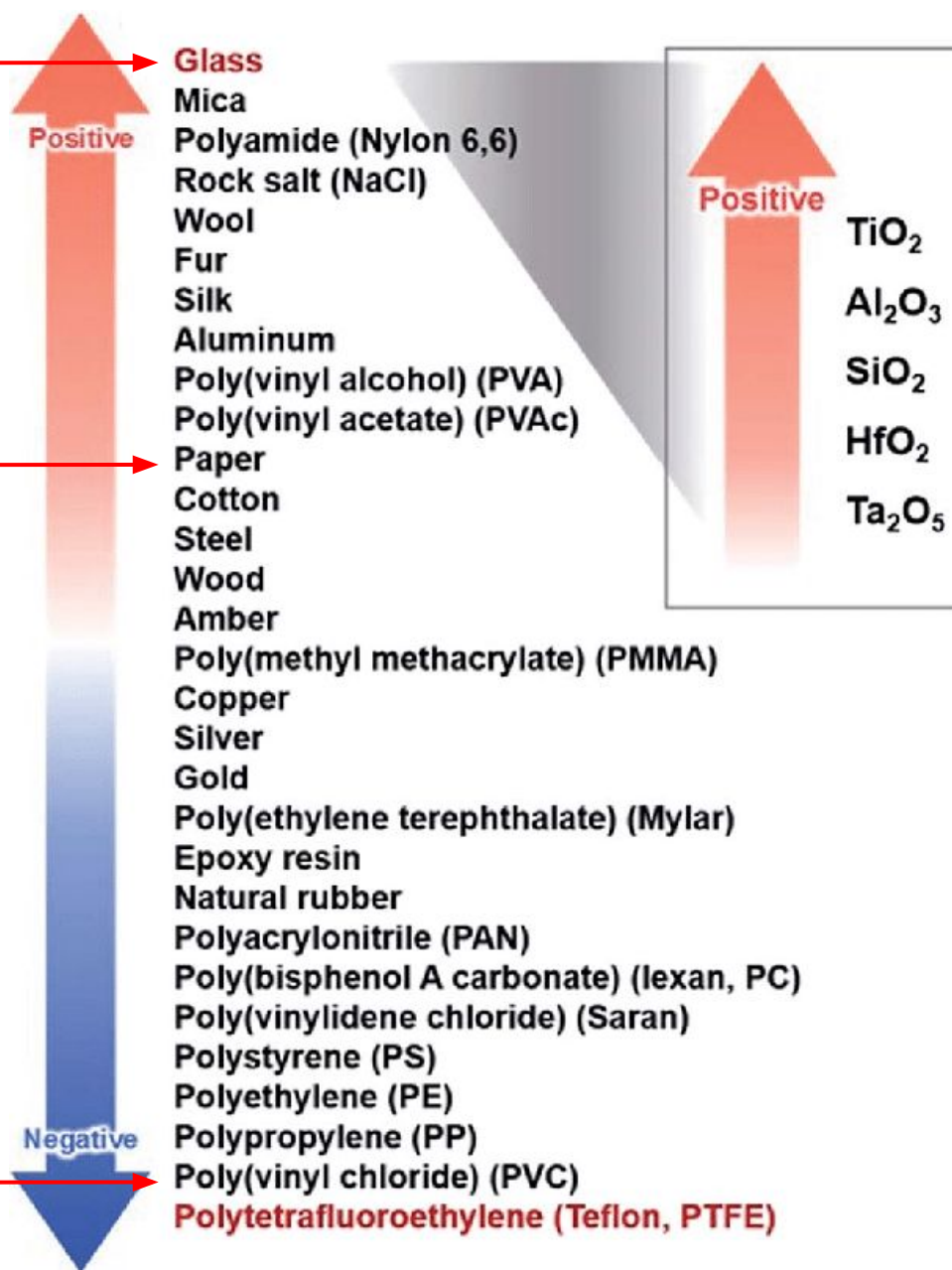
Conexão
micro-macro:



No processo de eletrização por atrito, as moléculas se partem formando íons carregados.

O conceito de carga elétrica

Série triboelétrica



O conceito de carga elétrica

O que é a carga elétrica???

Um modelo para explicar essas observações:

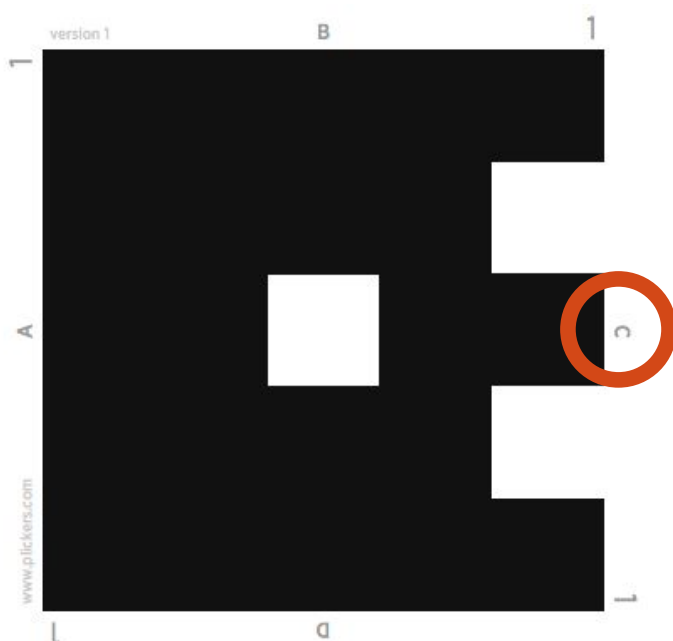
1. Forças de atrito, como a fricção, adicionam algo chamado de carga elétrica a um objeto. O processo é chamado de eletrização. Qto maior a fricção (eletrização), maior é a carga produzida no processo.
2. **Há somente dois tipos de cargas. A carga *positiva* e a carga *negativa*.**
3. Duas cargas de mesmo tipo se repelem. Cargas diferentes se atraem.
4. A força entre duas cargas é do tipo ação a distância, aumentando com o aumento da qtd de carga e com a diminuição da distância.
5. Os neutros são materiais que possuem uma mistura igual de cargas positivas e negativas. A eletrização separa esses dois tipos.

Teste Conceitual

TC1 - Dois objetos carregados positivamente estão separados por uma distância d . A carga do primeiro objeto é maior em magnitude do que a carga do segundo objeto.

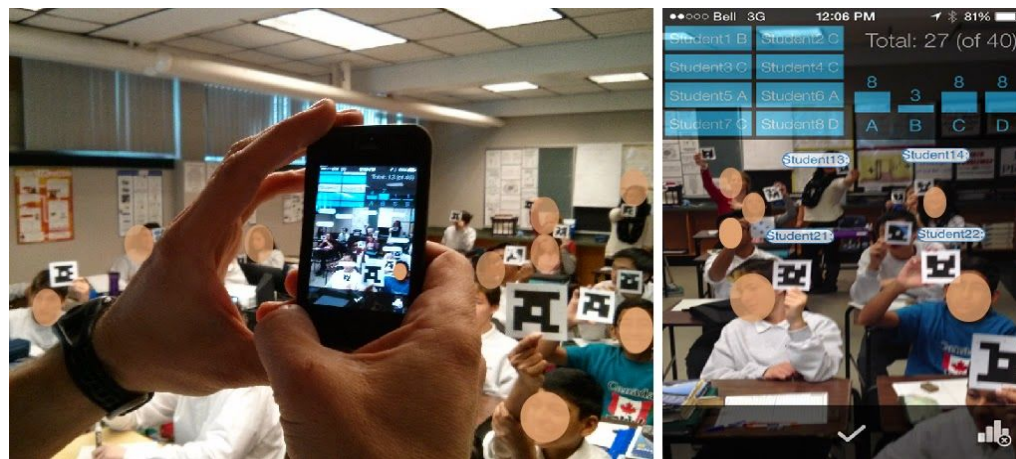
- A)** O primeiro objeto exerce uma força maior no segundo objeto, na mesma direção e em sentidos opostos.
- B)** O segundo objeto exerce uma força maior no primeiro objeto, na mesma direção e em sentidos opostos.
- C)** Os objetos exercem forças uns sobre os outros, iguais em magnitude, na mesma direção e em sentidos opostos.
- D)** Os objetos exercem forças uns sobre os outros, iguais em magnitude, na mesma direção e no mesmo sentido.

Plickers – resposta em tempo real...



- 64 cartões, todos diferentes
- Responda levantando o cartão com sua resposta virada pra cima
- Letras pequenas de propósito (p/ seu colega não ver sua resposta!)

"Eu escaneio a turma usando um aplicativo no celular"

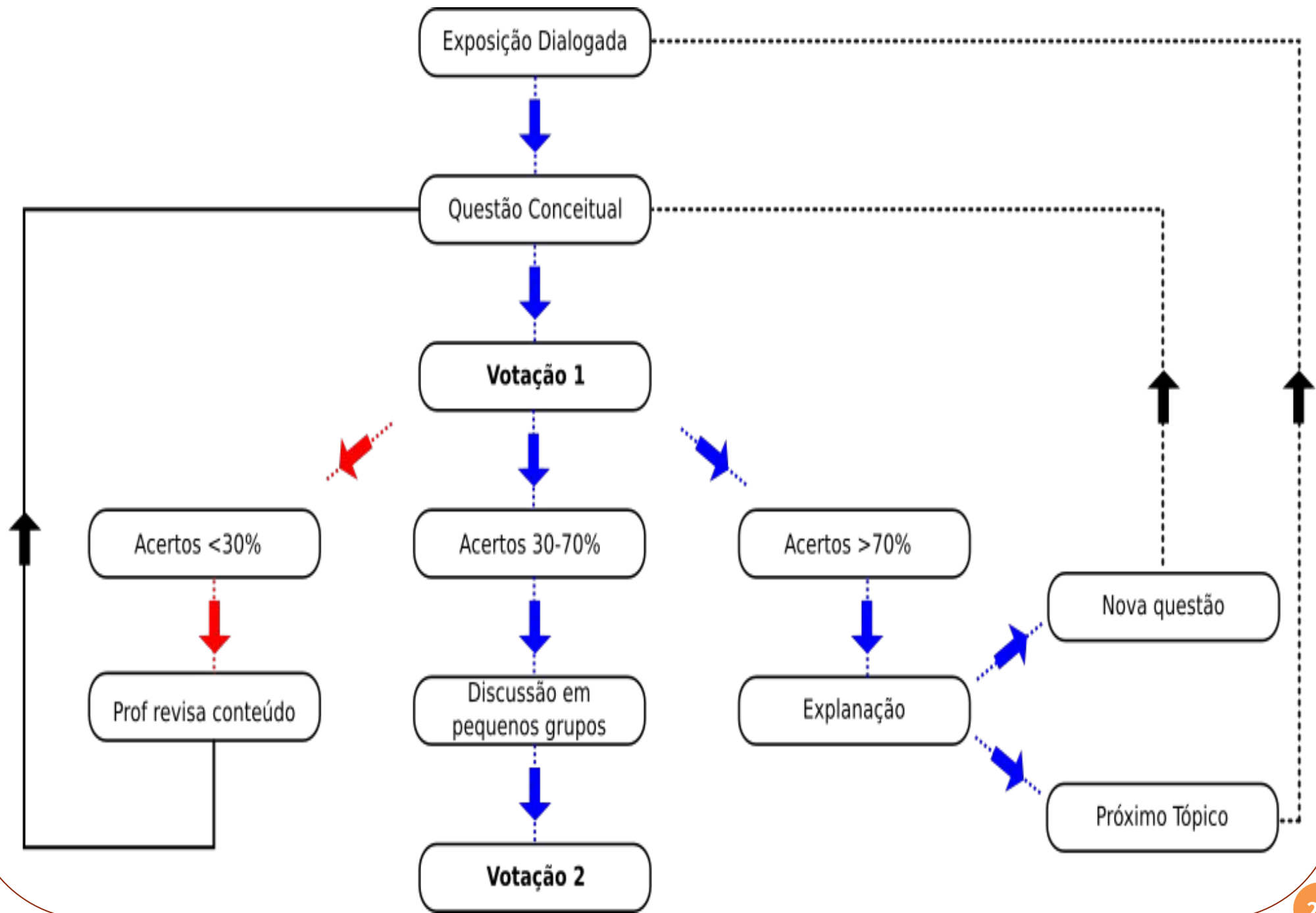


Método do curso: *peer instruction* (*instrução pelos colegas*)

Funciona assim:

- i) **Eu apresento um problema**, você tem um tempo para pensar, e depois uma votação é feita usando cartões-resposta especiais
- ii) **Você discute com um colega**, cada um tenta convencer o outro de que a sua resposta é a correta
- iii) **Fazemos uma segunda votação**. Se agora a maioria acertar, passamos para o próximo tópico. Se a maioria erra discutimos a resposta correta, e se possível, eu apresento outra questão conceitual sobre o mesmo tema.

Como faremos:



Teste Conceitual

TC1 - Dois objetos carregados positivamente estão separados por uma distância d . A carga do primeiro objeto é maior em magnitude do que a carga do segundo objeto.

- A)** O primeiro objeto exerce uma força maior no segundo objeto, na mesma direção e em sentidos opostos.
- B)** O segundo objeto exerce uma força maior no primeiro objeto, na mesma direção e em sentidos opostos.
- C)** Os objetos exercem forças uns sobre os outros, iguais em magnitude, na mesma direção e em sentidos opostos.
- D)** Os objetos exercem forças uns sobre os outros, iguais em magnitude, na mesma direção e no mesmo sentido.

Teste Conceitual

TC1 - Dois objetos carregados positivamente estão separados por uma distância d . A carga do primeiro objeto é maior em magnitude do que a carga do segundo objeto.

A) O primeiro objeto exerce uma força maior no segundo objeto, na mesma direção e em sentidos opostos.

B) O segundo objeto exerce uma força maior no primeiro objeto, na mesma direção e em sentidos opostos.

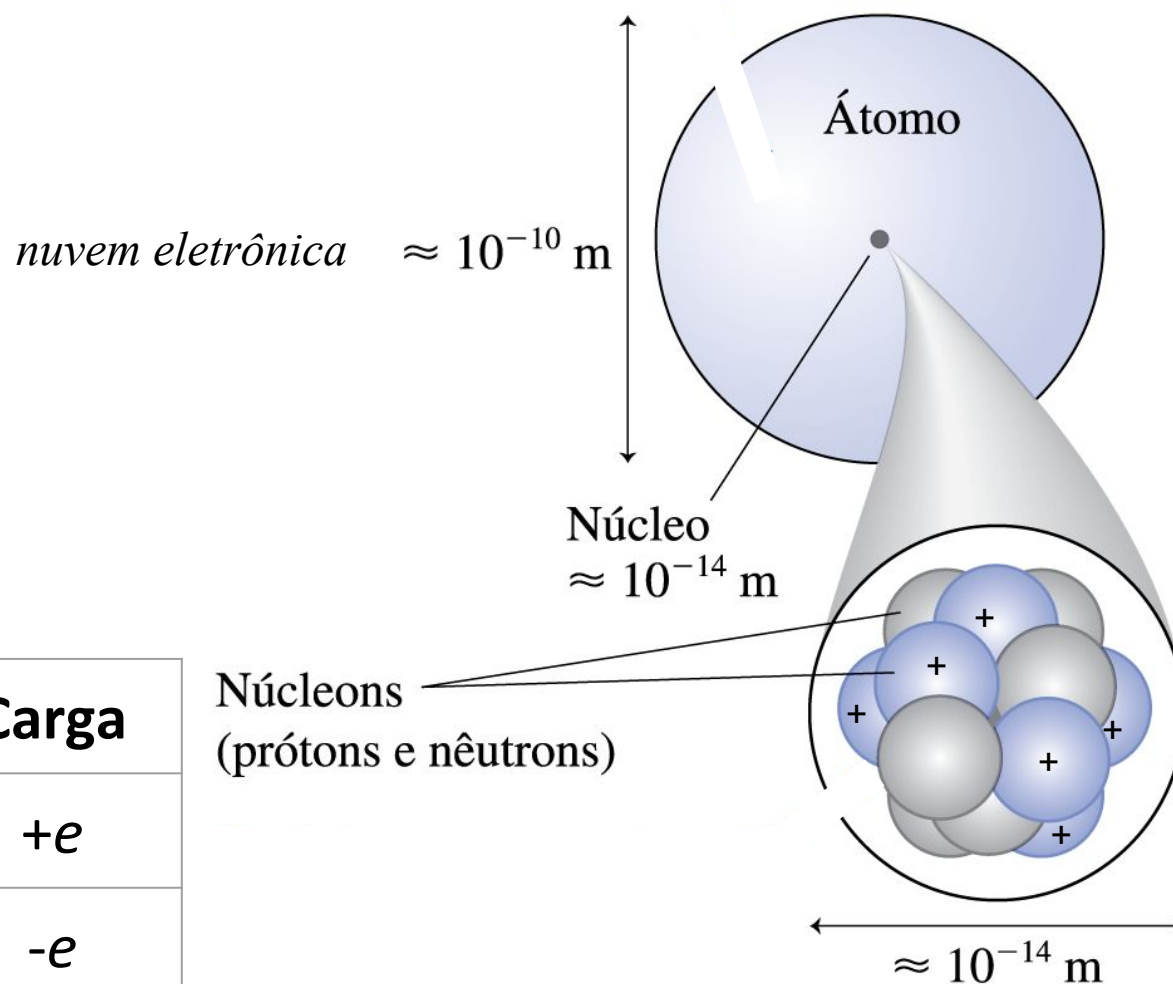
C) Os objetos exercem forças uns sobre os outros, iguais em magnitude, na mesma direção e em sentidos opostos.

D) Os objetos exercem forças uns sobre os outros, iguais em magnitude, na mesma direção e no mesmo sentido.

O conceito de carga elétrica

Átomos e eletricidade

A eletricidade em uma descrição moderna, levando em conta a natureza atômica da matéria



Partícula	Massa (Kg)	Carga
Próton	$1,67 \times 10^{-27}$	$+e$
Elétron	$9,11 \times 10^{-31}$	$-e$

O conceito de carga elétrica

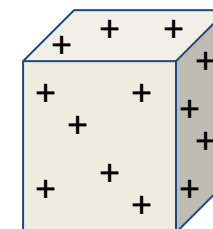
Átomos e eletricidade

Conexão micro-macro

Macroscopicamente, um corpo tem carga

$$q = (N_p - N_e)e,$$

onde N_p = #prótons e N_e = #elétrons

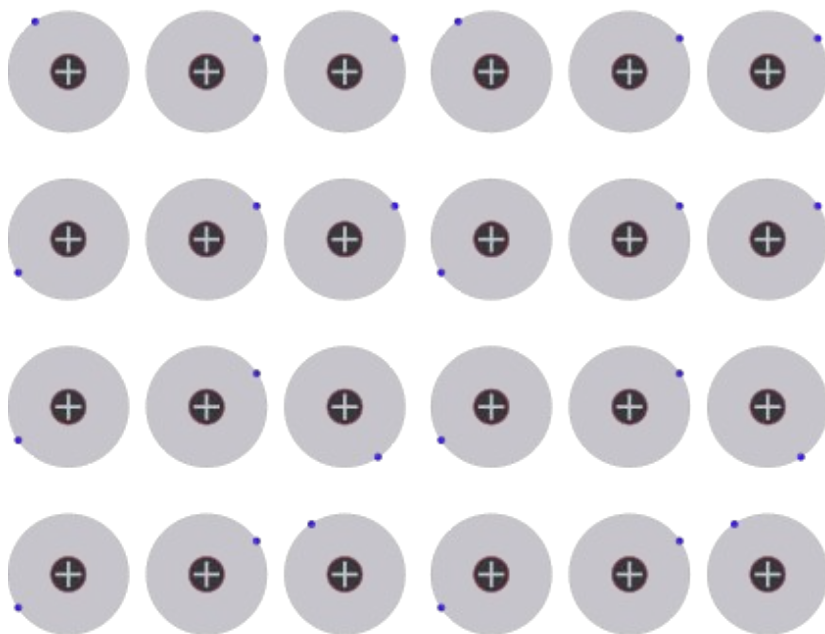


Atenção: um corpo neutro não é um corpo sem cargas, mas sim um corpo com carga líquida nula, ou seja, $N_p - N_e = 0$.

O conceito de carga elétrica

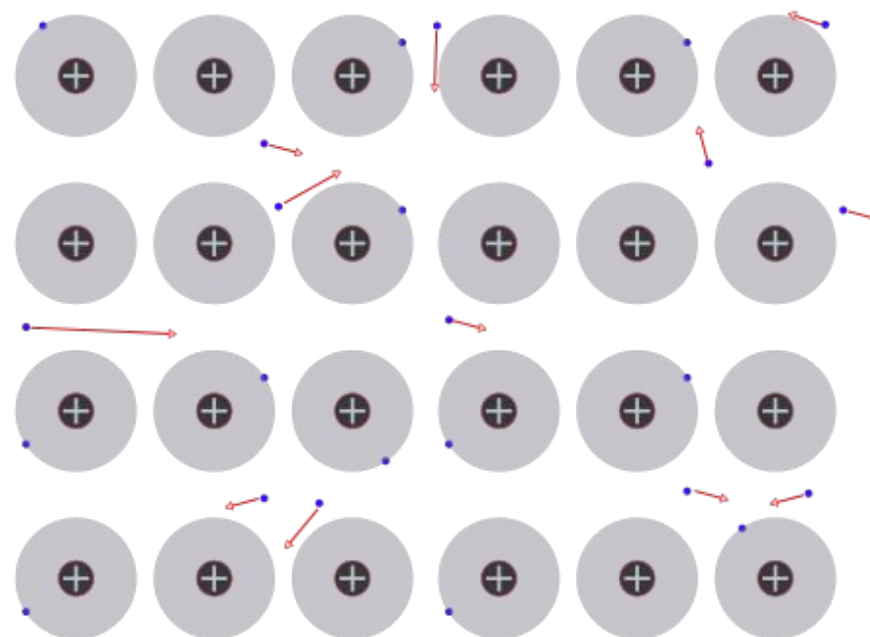
Átomos e eletricidade

Isolante

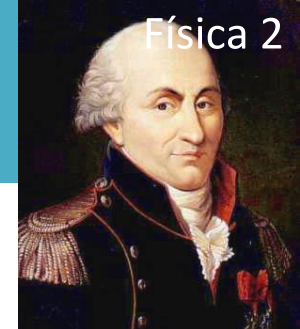


Elétrons **fortemente** ligados aos núcleos.
Não podem se locomover no condutor.

Condutor



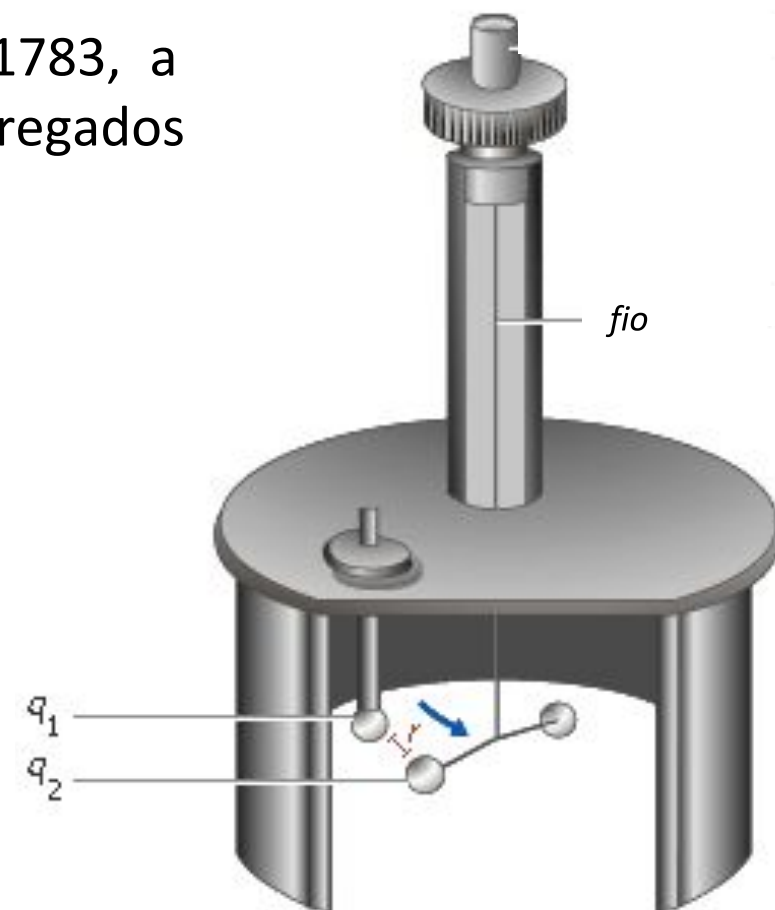
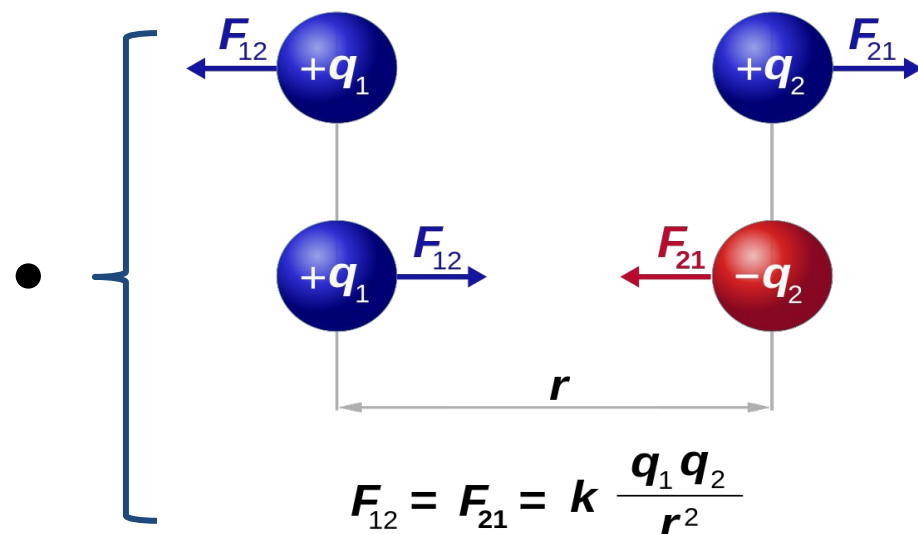
Elétrons **fracamente** ligados aos núcleos.
Podem se locomover no condutor.



A Lei de Coulomb

Um modelo quantitativo para estudo dos fenômenos elétricos...

- *Charles Augustin de Coulomb* mediu, em 1783, a magnitude da interação entre objetos carregados usando uma balança de torção.



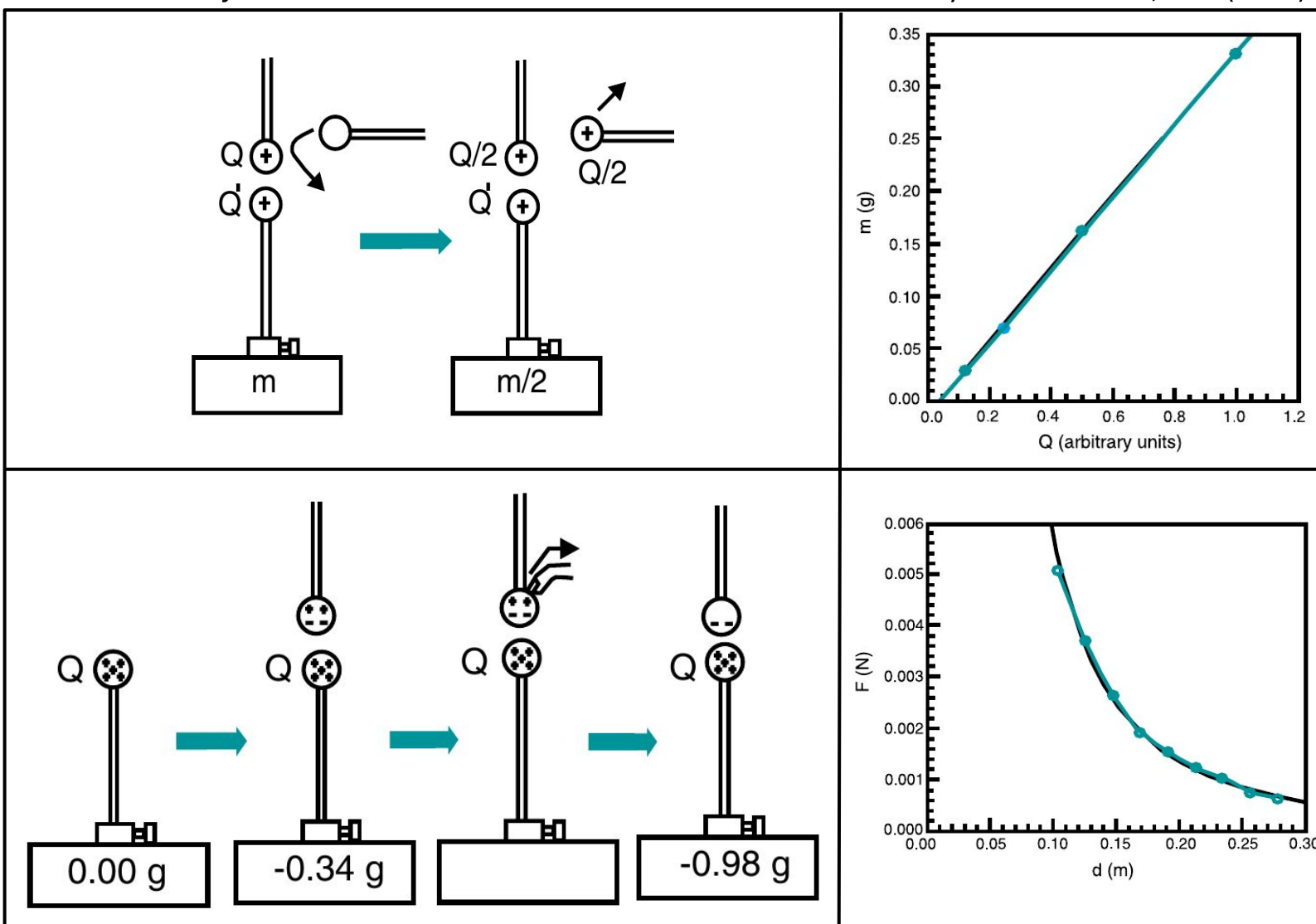
- $K = 8,99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \rightarrow$ **cte eletrostática**
- $q \propto e$, carga elementar, dada por $1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Interação elétrica

A Lei de Coulomb

Uma demonstração experimental moderna.

Demonstrations of Coulomb's Law with an Electronic Balance: A. Cortel - Physics Teacher **37**, Oct. (1999)



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

"A força elétrica é proporcional a carga e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre as cargas."

Interação elétrica

Telecinese???



Wikipedia: Fenômeno estudado por parapsicólogos - capacidade de uma pessoa movimentar, manipular, abalar ou exercer força sobre um [sistema físico](#) sem interação física, apenas usando a [mente](#).

Interação elétrica

Telecinese???



Interação elétrica

Interação a distância:

O modelo de campo.

Interação elétrica

O modelo de campo

Uma explicação para forças de *ação a distância*.

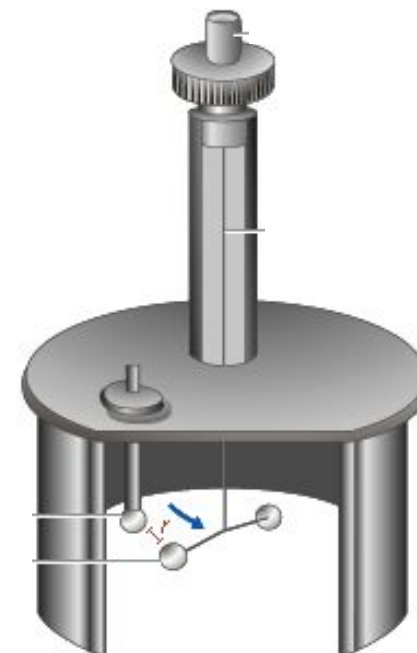
As forças de ação a distância atuam em diferentes corpos sem a necessidade do contato entre eles



Força gravitacional

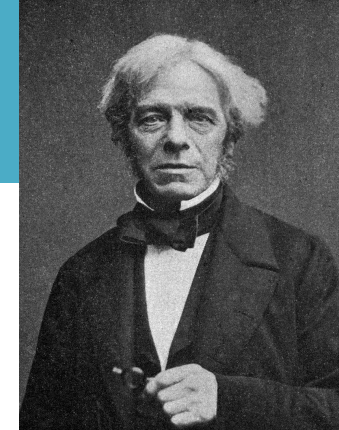


Força magnética



Força elétrica

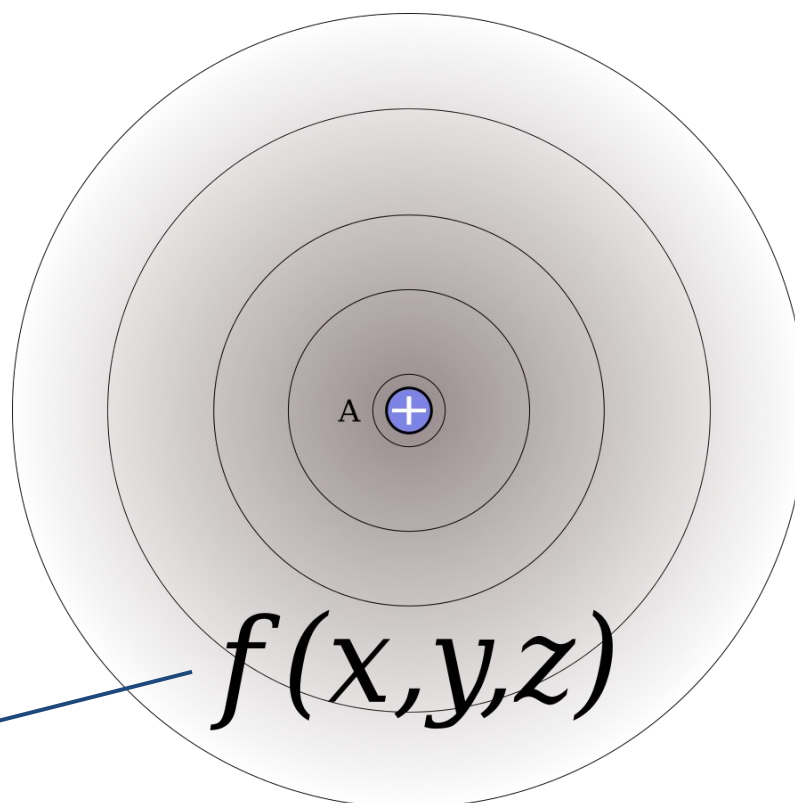
Qual o mecanismo por meio do qual a força atua sem o contato??



O modelo de campo

Michael Faraday

"O espaço, nas proximidades de uma carga elétrica, ou de um ímã é alterado. Existe uma influência que se manifesta provocando uma força em outros objetos..."



Outras cargas respondem a alteração do espaço nos lugares em que estão.

Uma função matemática que representa o campo.

Isso explica a interação a distância.

Interação elétrica

O modelo de campo

Como utilizaremos isso na nossa disciplina?

Postulados do modelo de campo:

1. Algumas cargas, que denominamos cargas-fonte, alteram o espaço ao redor de si pela criação de um campo elétrico $\vec{E}$.
2. Toda carga isolada dentro de um campo elétrico, experimenta uma força $\vec{F}$ exercida pelo campo.

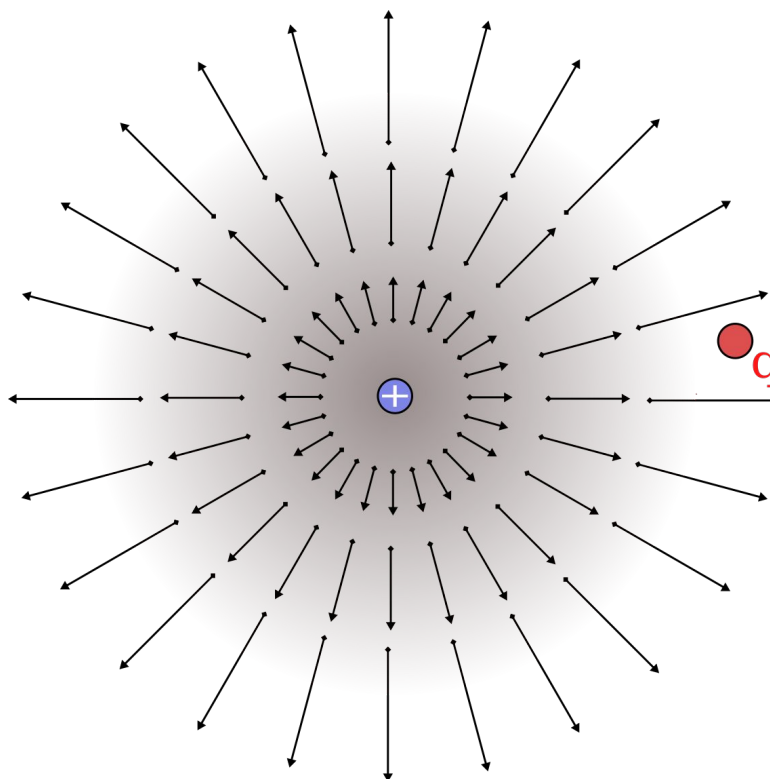
$$\vec{E} \equiv \frac{\vec{F}_{\text{em } q}(x,y,z)}{q}$$

Interação elétrica

Determinando o campo elétrico

Postulados do modelo de campo:

1. Algumas cargas, que denominamos cargas-fonte, alteram o espaço ao redor de si pela criação de um campo elétrico $\vec{E}$.
2. Toda carga isolada dentro de um campo elétrico, experimenta uma força $\vec{F}$ exercida pelo campo.



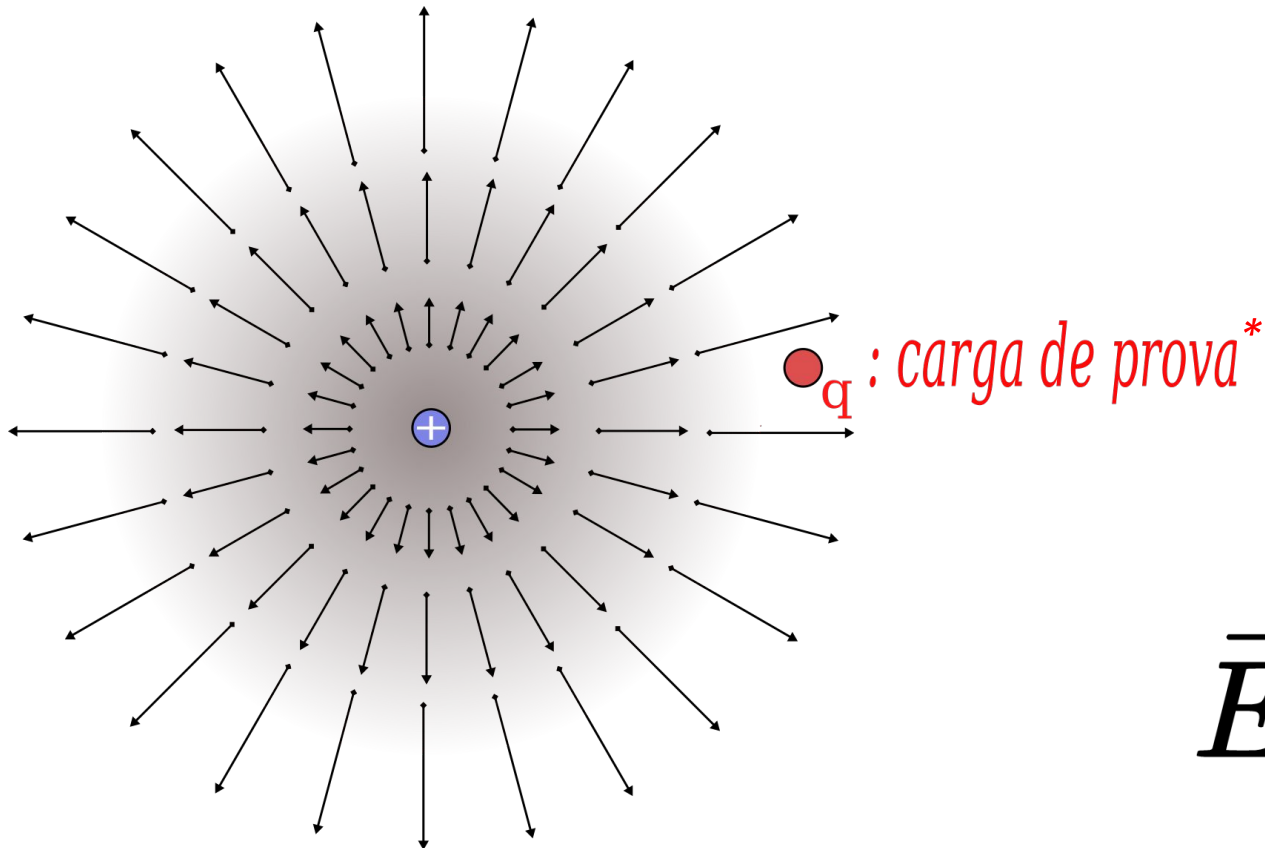
$\bullet_q$: carga de prova*

* indica a
existência de um
campo elétrico.

$$\vec{E} \equiv \frac{\vec{F}_{\text{em } q}(x,y,z)}{q_{\text{prova}}}$$

Interação elétrica

O campo elétrico de uma carga puntiforme



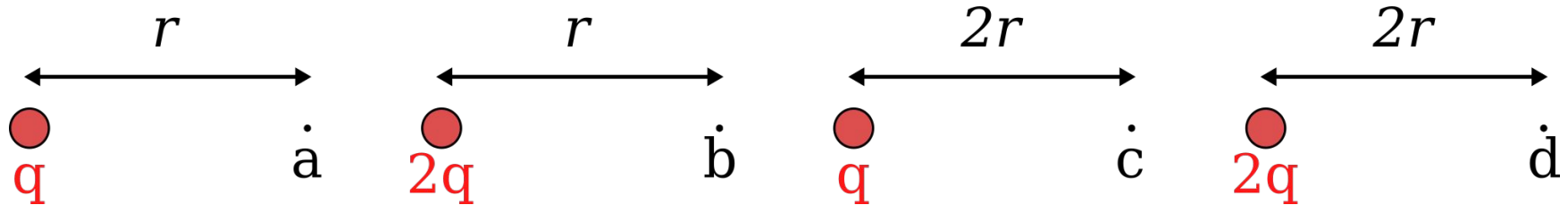
$$\vec{E} = K \frac{q_+}{r^2} \hat{r}$$

** não depende da carga de prova*

Interação elétrica

Teste Conceitual (Extra)

Qual a alternativa melhor representa a sequência dos campos elétricos?



- A) $E_a > E_b > E_c > E_d$.
- B) $E_b > E_a > E_d > E_c$.
- C) $E_d > E_c > E_a > E_b$.
- D) $E_b > E_d > E_a > E_c$.

Lista: Problema complementar (Extra)

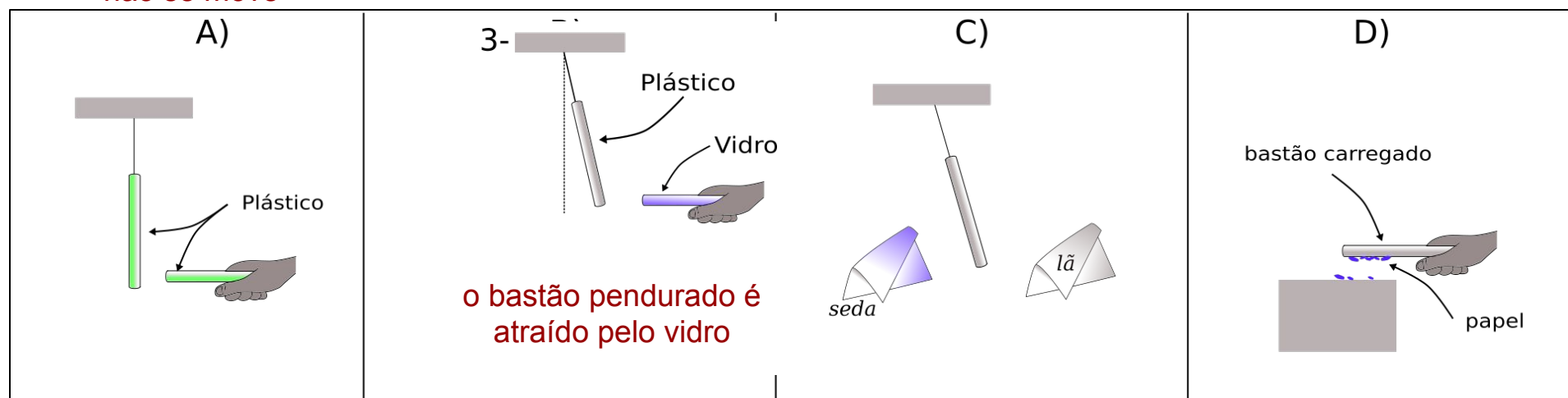
Considere o postulado 5 (que vimos no início da aula)

"5- Os neutros são materiais que possuem uma mistura igual de cargas positivas e negativas. A eletrização separa esses dois tipos."

Esse postulado é resultado da observação de qual experimento abaixo? Justifique.

o bastão pendurado
não se move

o bastão é simultaneamente atraído
pela lã e repelido pela seda



Legenda:

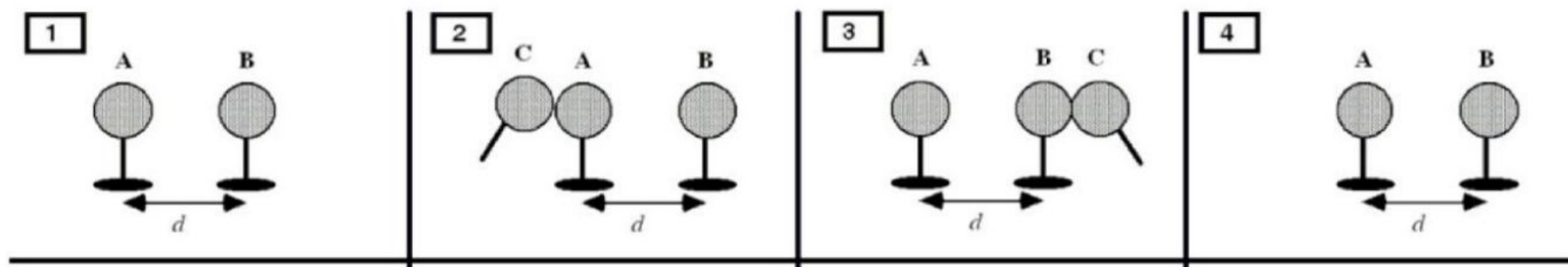
-  bastão neutro
-  vidro friccionado com seda
-  plástico friccionado com lã

 **seda**
seda friccionada c/ vidro

 **lã**
lã friccionada c/ plástico

Lista: Problema complementar (Extra)

No quadro 1, duas esferas condutoras idênticas e carregadas, A e B, possuem a mesma quantidade de carga e têm o mesmo sinal. As esferas são separadas por uma distância d ; e a esfera A exerce uma força eletrostática sobre a esfera B que tem uma magnitude F . Uma terceira esfera, C, presa a uma haste isolante é introduzida no quadro 2. A esfera C é idêntica às esferas A e B, exceto por inicialmente estar neutra. A esfera C toca primeiro a esfera A, no quadro 2, e depois toca a esfera B, no quadro 3, e é finalmente removida no quadro 4. **Qual a magnitude da força eletrostática que a esfera A exerce na esfera B no quadro 4?**



Uma pequena esfera contém carga Q .

Na sequência, parte desta carga (q) é transferida para uma outra esfera, inicialmente neutra. A uma dada distância d , as esferas interagem uma com a outra. As duas esferas podem ser consideradas como cargas puntiformes. Para que valor de q o valor da força entre as esferas é máxima?

Dica: desenhe o problema ilustrando as forças e as cargas separadas por uma distância d . Use a Lei de Coulomb e a maximização que você aprendeu lá no Cálculo 1.