

Instrutor: Prof. Carlos Eduardo Souza - Cadu

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

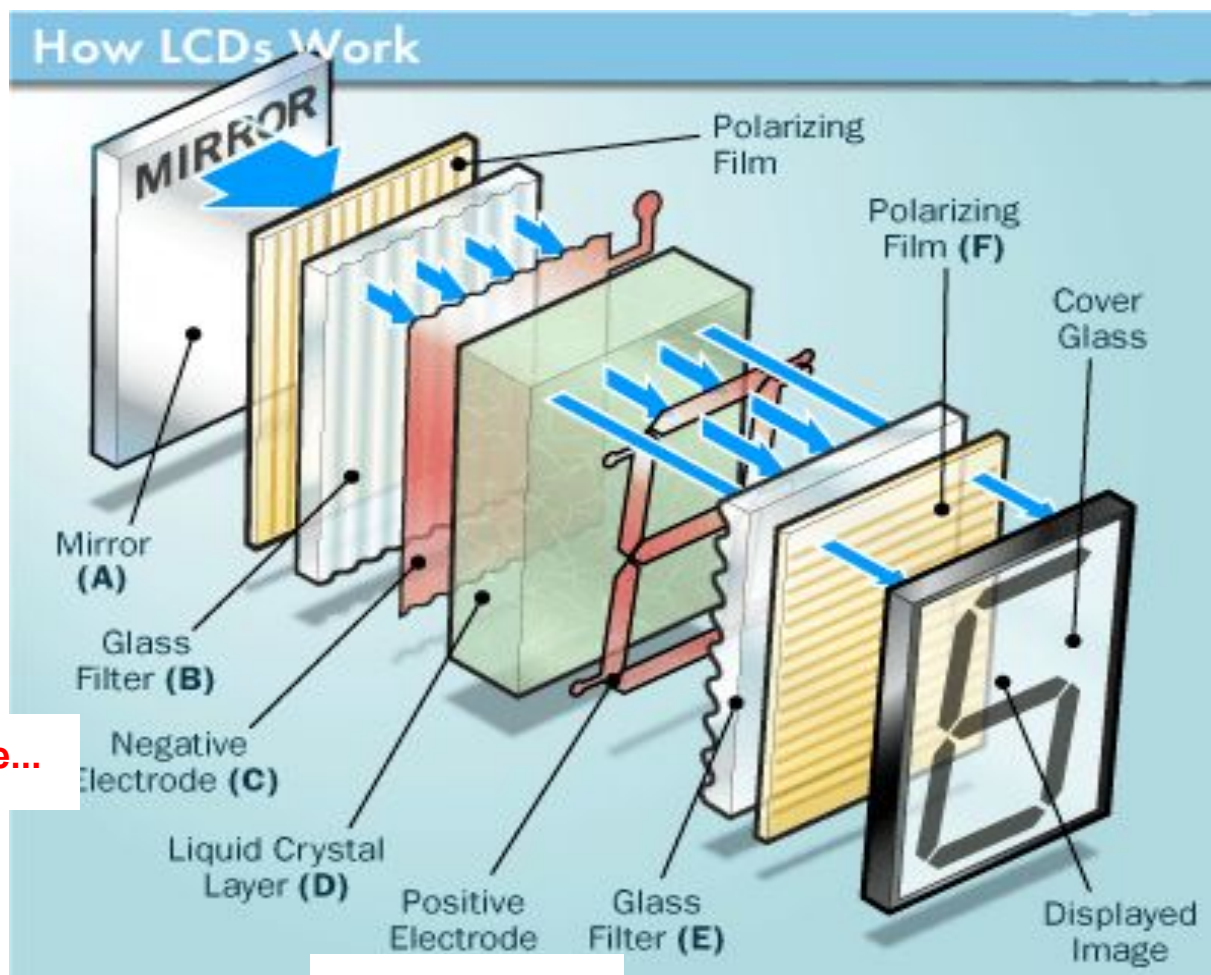


● Objetivos desta aula:

- 1- Calcular o campo elétrico devido a múltiplas cargas ✓
- 2- Calcular o campo elétrico devido a uma distribuição contínua de cargas
- 3- Usar o campo elétrico de dipolos, linhas e planos de cargas.
- 4- Gerar um campo elétrico uniforme por meio de um capacitor.
- 5- Calcular o movimento de cargas e dipolos em um campo elétrico.

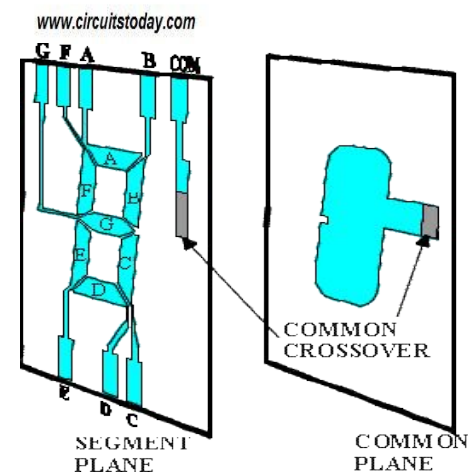
● Uma aplicação cotidiana do controle do campo elétrico

LCD: Liquid Crystal Display



transparente...

transparente...

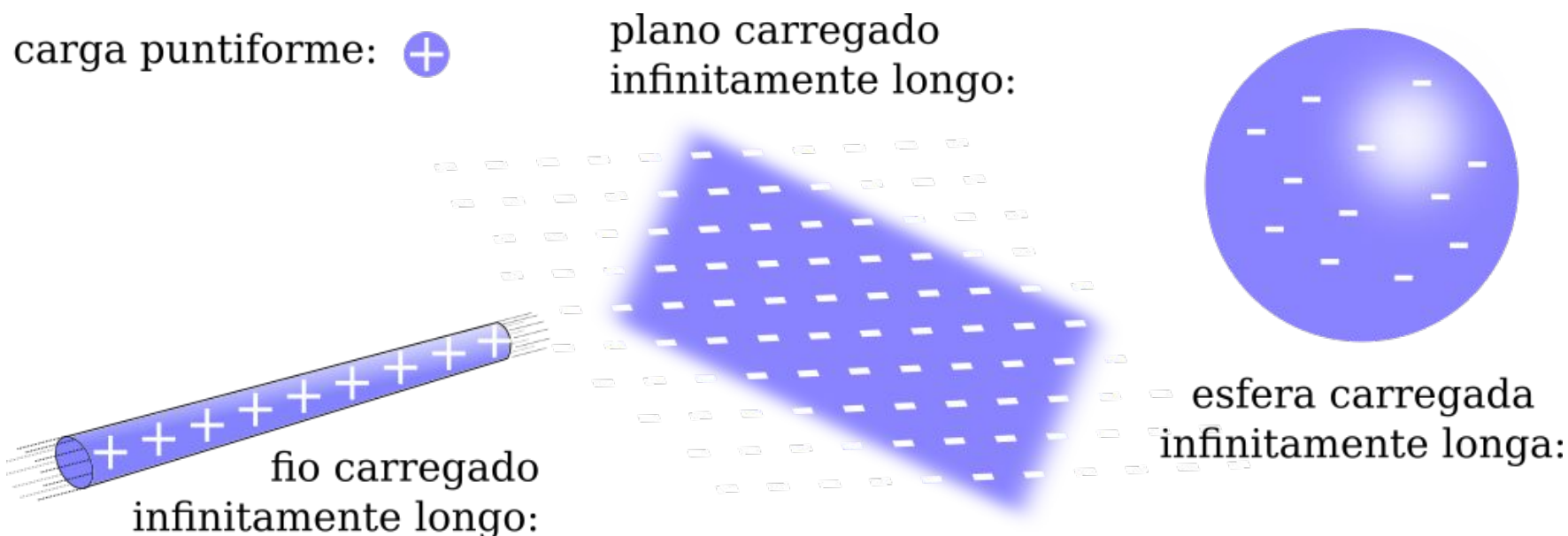




Disciplina: Física II – Eletromagnetismo

- A maior parte dos campos elétricos utilizados na ciência e na engenharia são produzidos por distribuições de carga complicadas, mas que geralmente podem ser tratados com modelos simplificados.

Vejamos alguns desses modelos:





Ponto de partida: 2 preceitos básicos:

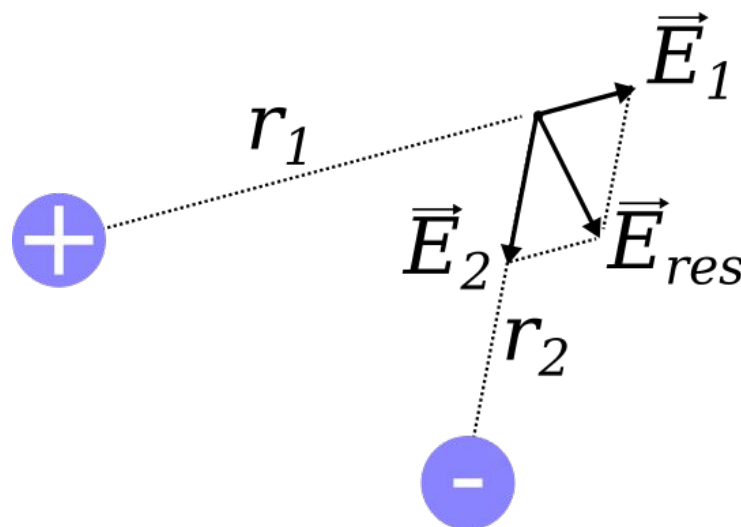
- Campo gerado por uma carga pontual

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r}$$



- Princípio da superposição

$$\vec{E}_{res} = \frac{\vec{F}_1}{q} + \frac{\vec{F}_2}{q} + \dots = \sum_i \vec{E}_i$$



os campos elétricos se somam



● Teste de leitura

1) O que significa dizer que o campo elétrico de uma distribuição de cargas pode ser calculado por meio do princípio da superposição?

Estudante 1- "Significa dizer q pode ser achado através de um somatório"

Estudante 2- "Significa dizer que o campo elétrico resultante é o vetor soma dos campos elétricos produzidos por cada carga. "

Estudante 3- "Significa que pode-se realizar uma soma vetorial com todas as cargas vetoriais"

Conteúdo discutido em classe em aula expositiva...

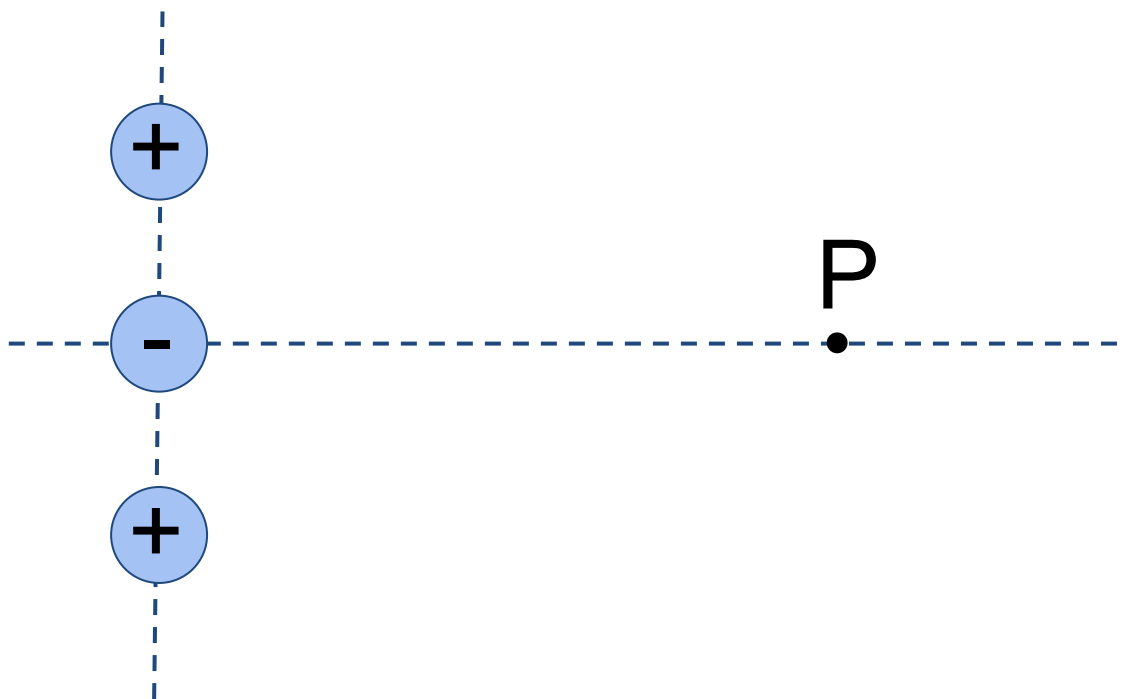
Tópicos:

1. *Campo elétrico criado por múltiplas cargas puntiformes*
2. *Campo elétrico criado por uma distribuição contínua de carga*



Imagem: suzuki cars

● Calculando o campo elétrico:



Estratégia:

1. Definir o sistema de referência e as posições das cargas;
2. Definir o ponto P no qual o campo será calculado;
3. Desenhar $E_1, E_2, \dots, E_n$;
4. Verificar por simetria se há componentes de E nulos.



● Teste de leitura

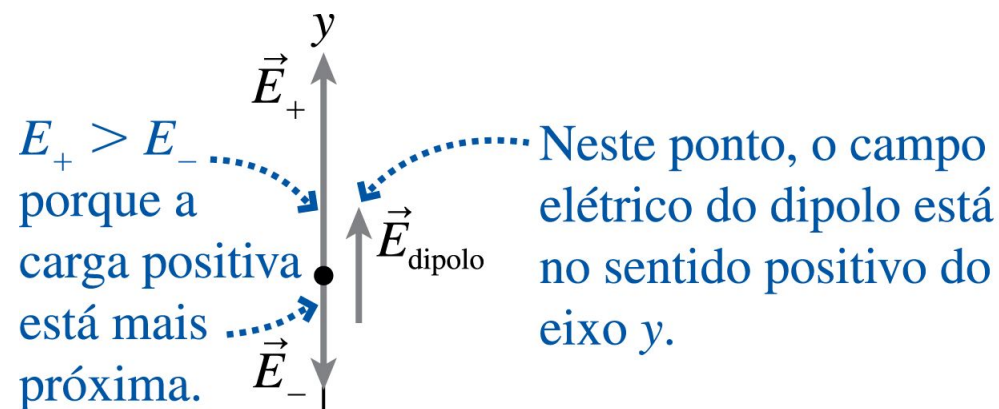
3) Um dos casos limites mais básicos do eletromagnetismo que nos permite checar os resultados dos cálculos de campo elétrico resultante é: "a uma grande distância, a intensidade do campo elétrico de um objeto carregado positivamente diminui com a distância". Verifique se essa afirmação está correta. Explique.

Estudante 1- "A afirmação é correta, pois a uma grande distância, o campo elétrico gerado por qualquer objeto finito deverá ser parecido ao campo de uma carga puntiforme. Logo, a medida que a distância aumenta, a intensidade do campo diminui."

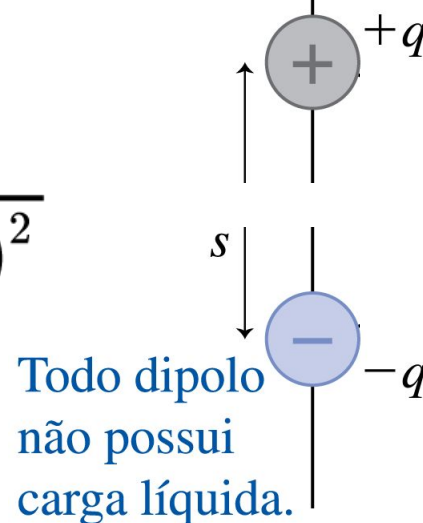
Estudante 2- "A grandes distancias o campo se comporta como o campo gerado por uma carga puntiforme. A partir da formula do campo elétrico, podemos observar que o campo de carga puntiforme depende do inverso da distancia ao quadrado, ou seja, conforme se aumenta a distancia , a intensidade do campo tende a diminuir."

● Aula passada com Prof. Daniel Rocco...

Dipolo elétrico: duas cargas separadas por uma pequena distância

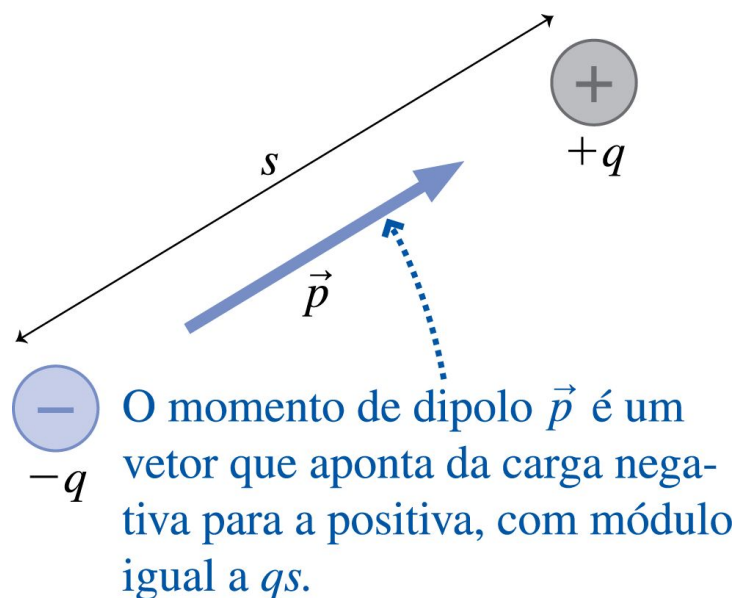


$$E_{dipolo} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{2ys}{(y-s/2)^2 (y+s/2)^2}$$

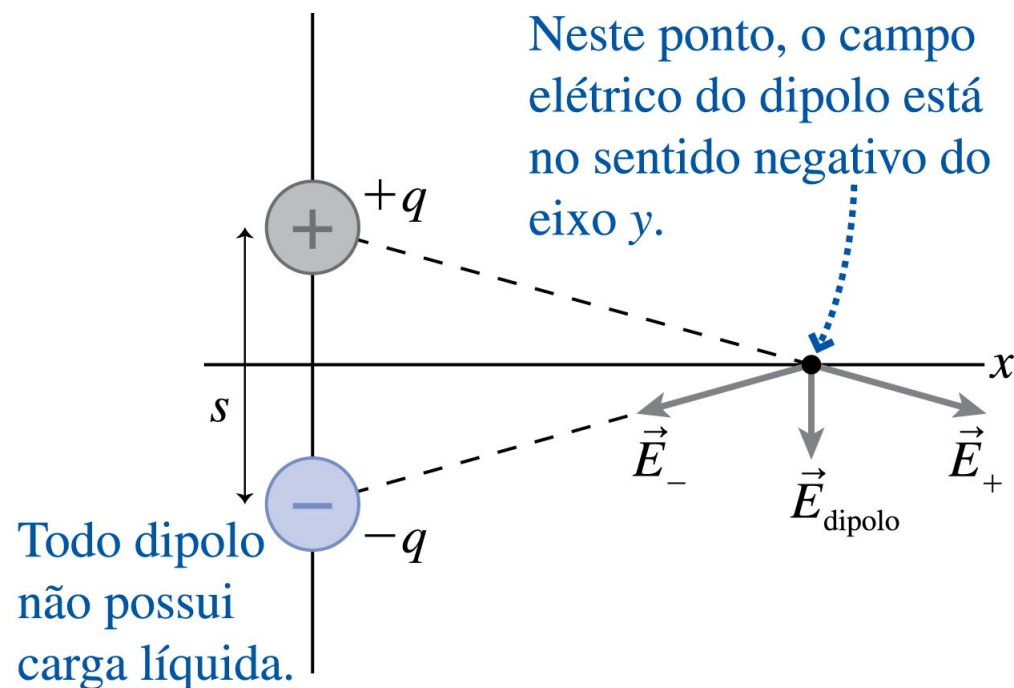


Aula passada com Prof. Daniel Rocco...

Dipolo elétrico: duas cargas separadas por uma pequena distância

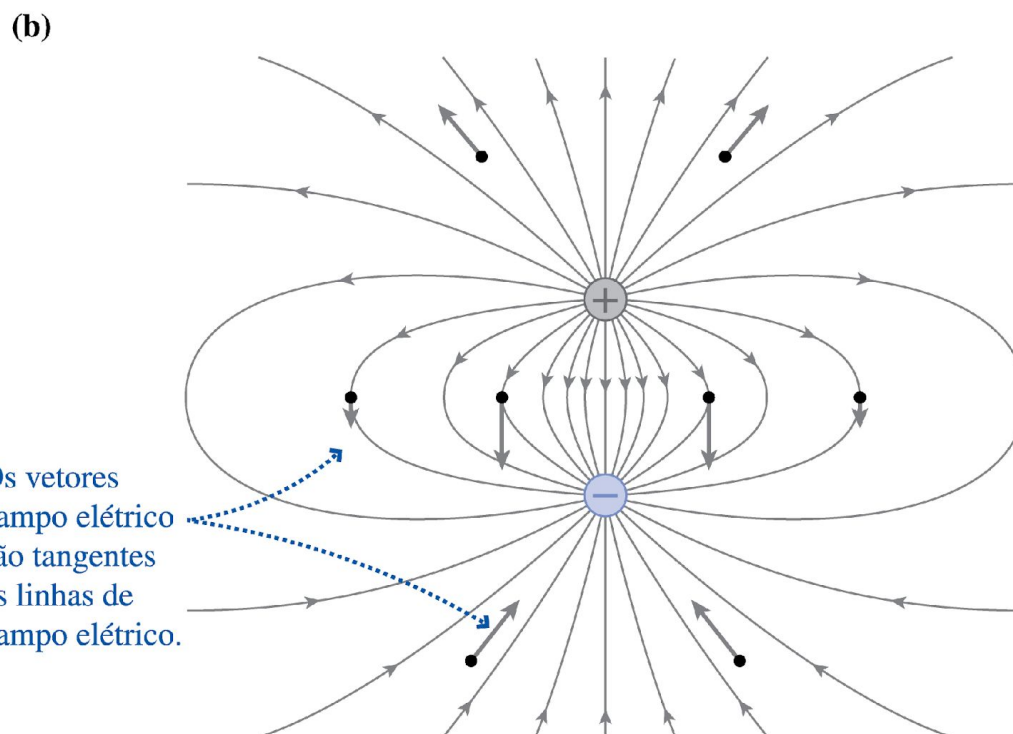
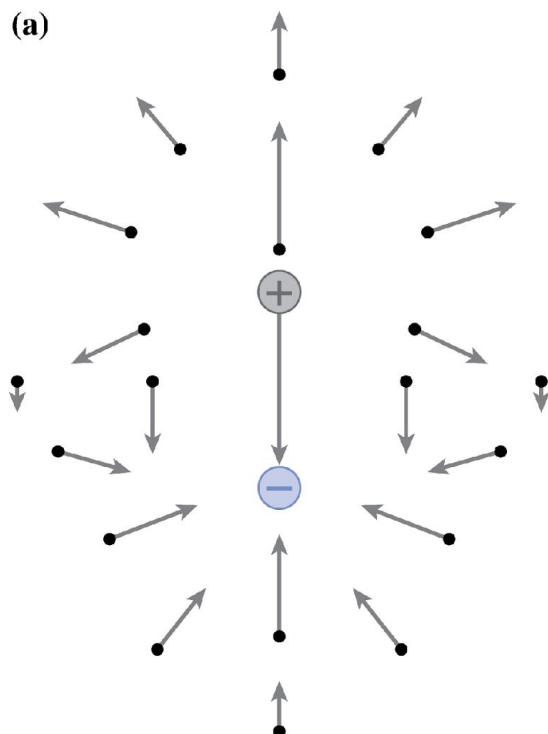


$$\vec{E}_{\text{dipolo}} = \frac{\vec{p}}{4\pi\epsilon_0 r^3}$$



● Aula passada com Prof. Daniel Rocco...

Ilustrando o campo elétrico

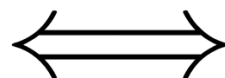
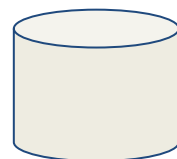


● Ainda na aula passada ...

Campo elétrico em uma distribuição contínua de cargas...

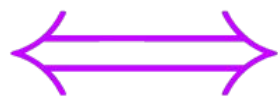
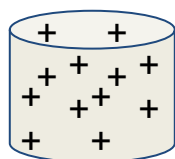
Modelo:

Matéria = meio contínuo que possui uma densidade



$$\rho = \frac{m}{V}$$

Analogamente, no caso elétrico

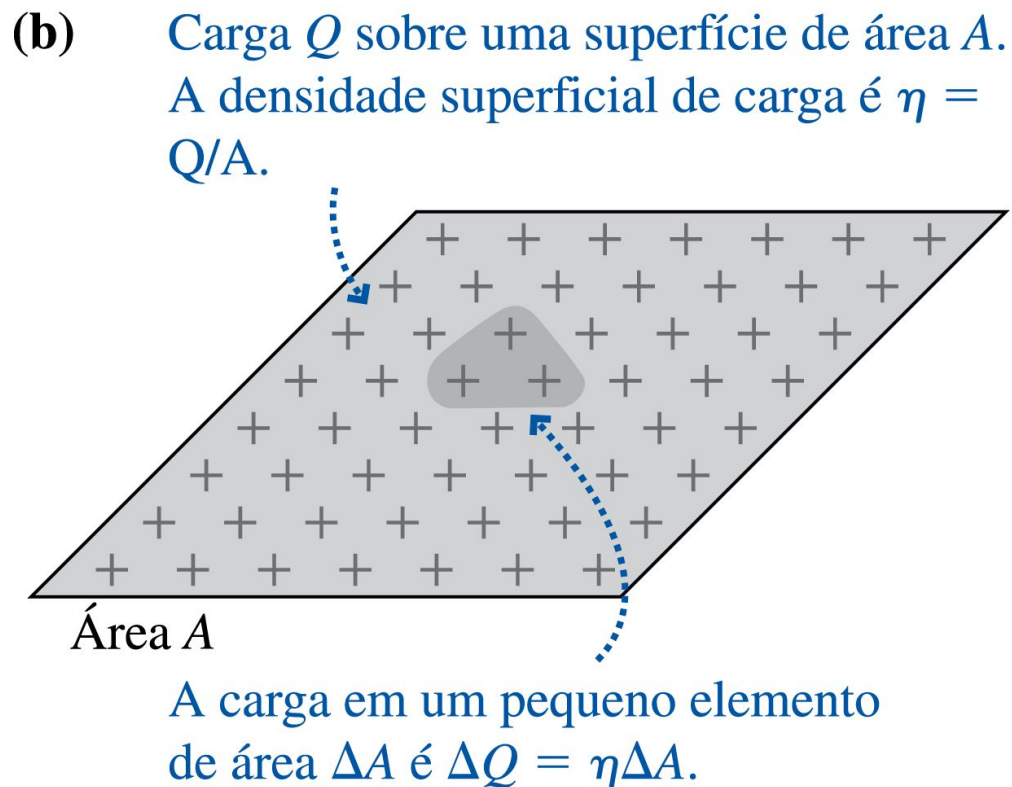
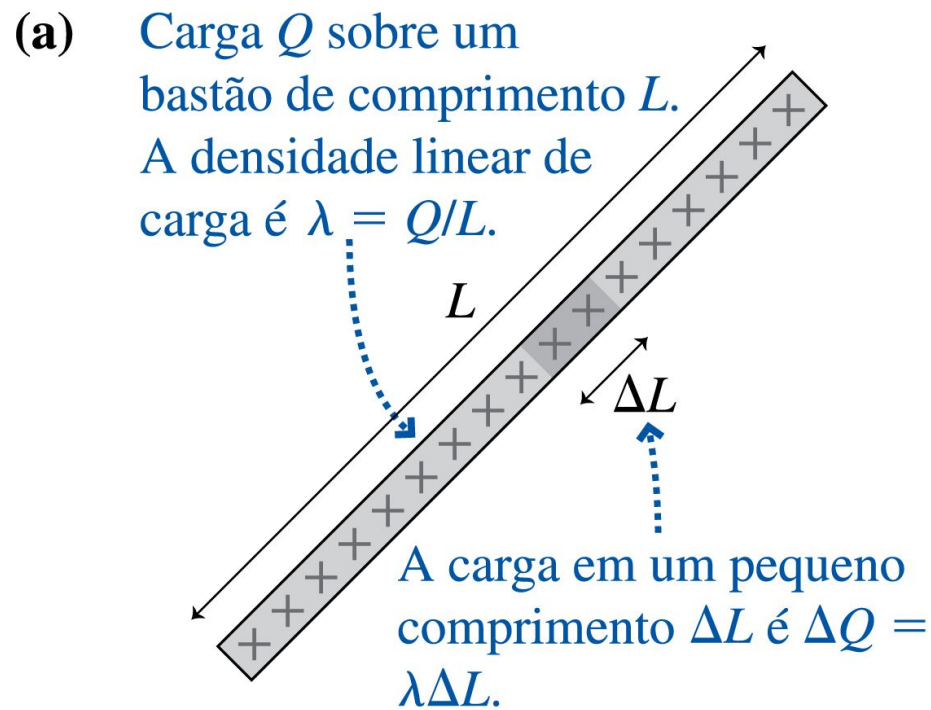


$$\rho_{eletric} = \frac{Q}{V}$$

Ainda na aula passada ...

Campo elétrico em uma distribuição contínua de cargas...

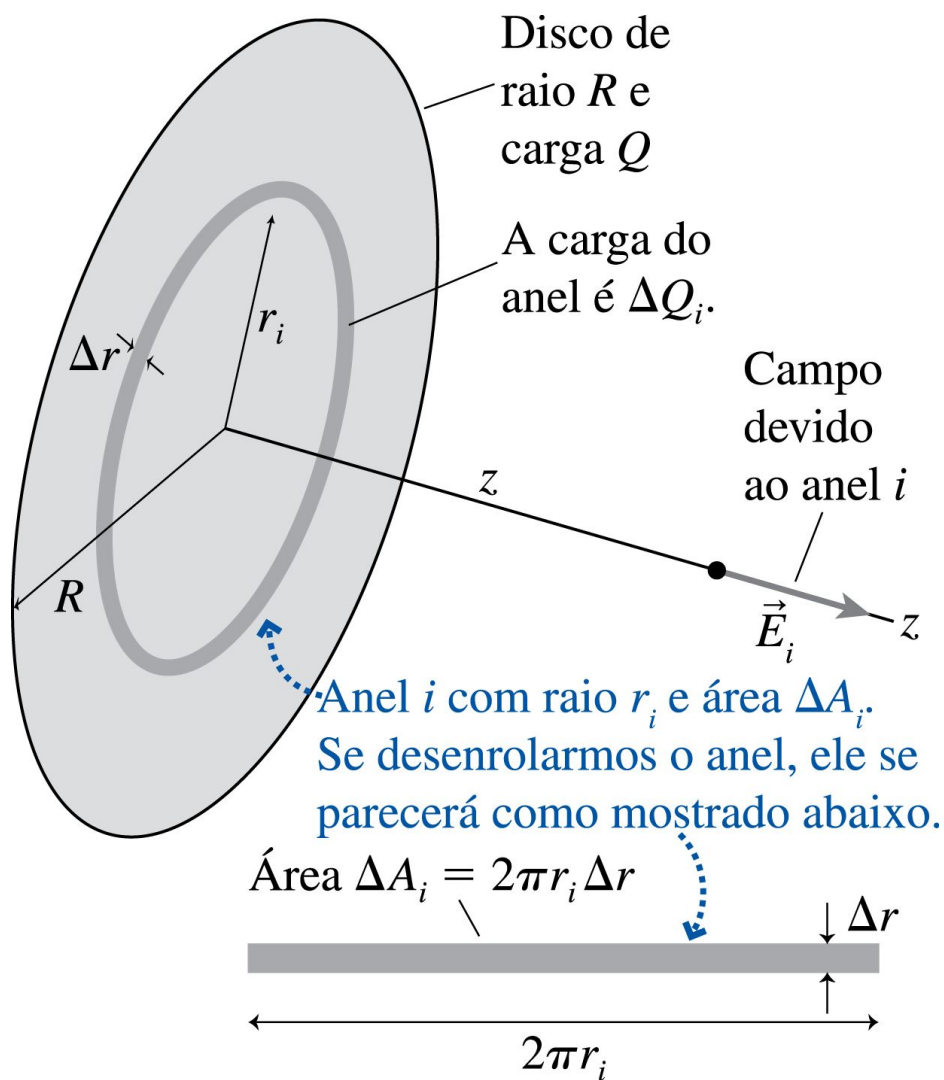
Exemplos tratados





Ainda na aula passada ...

Campo elétrico em uma distribuição contínua de cargas... Caso especial.

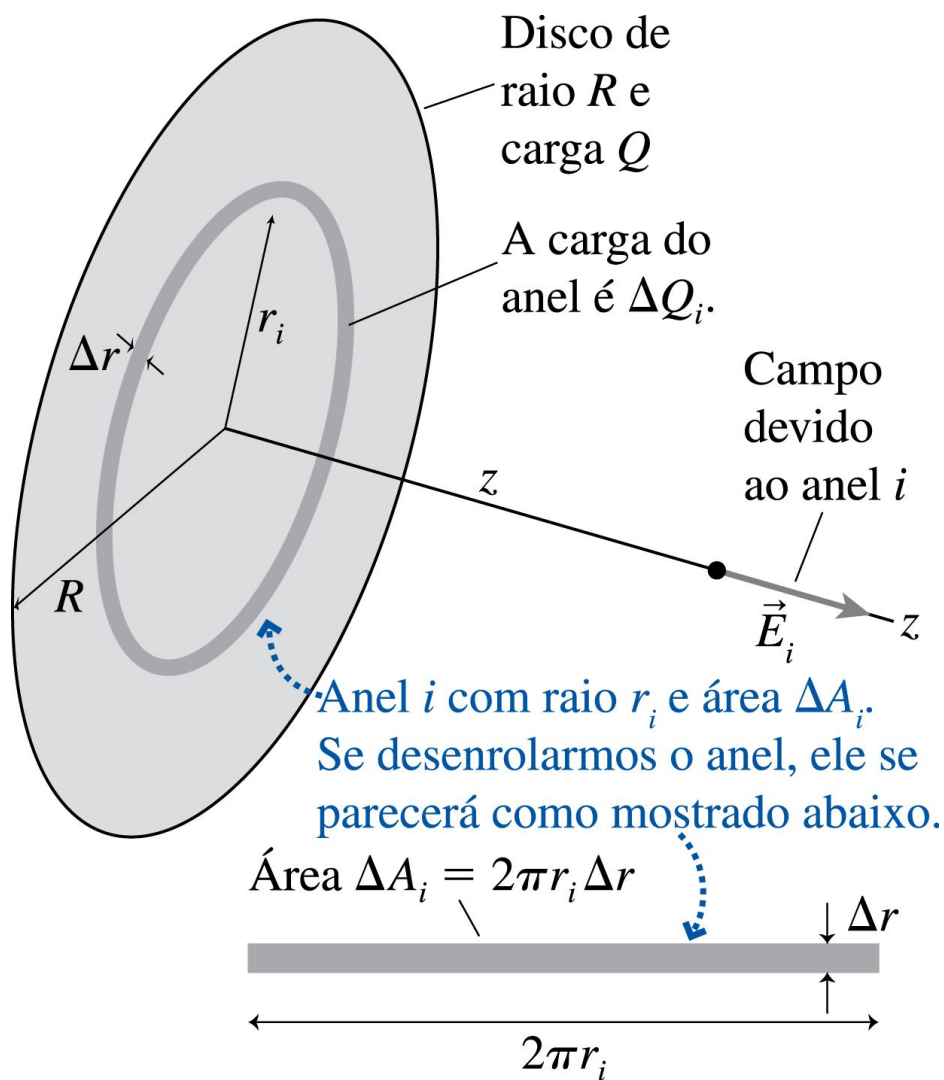


$$E_{disco} = \frac{\eta}{2\epsilon_0} \left[1 - \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} \right]$$



Ainda na aula passada ...

Campo elétrico em uma distribuição contínua de cargas... Caso especial.



$$E_{disco} = \frac{\eta}{2\epsilon_0} \left[1 - \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} \right]$$

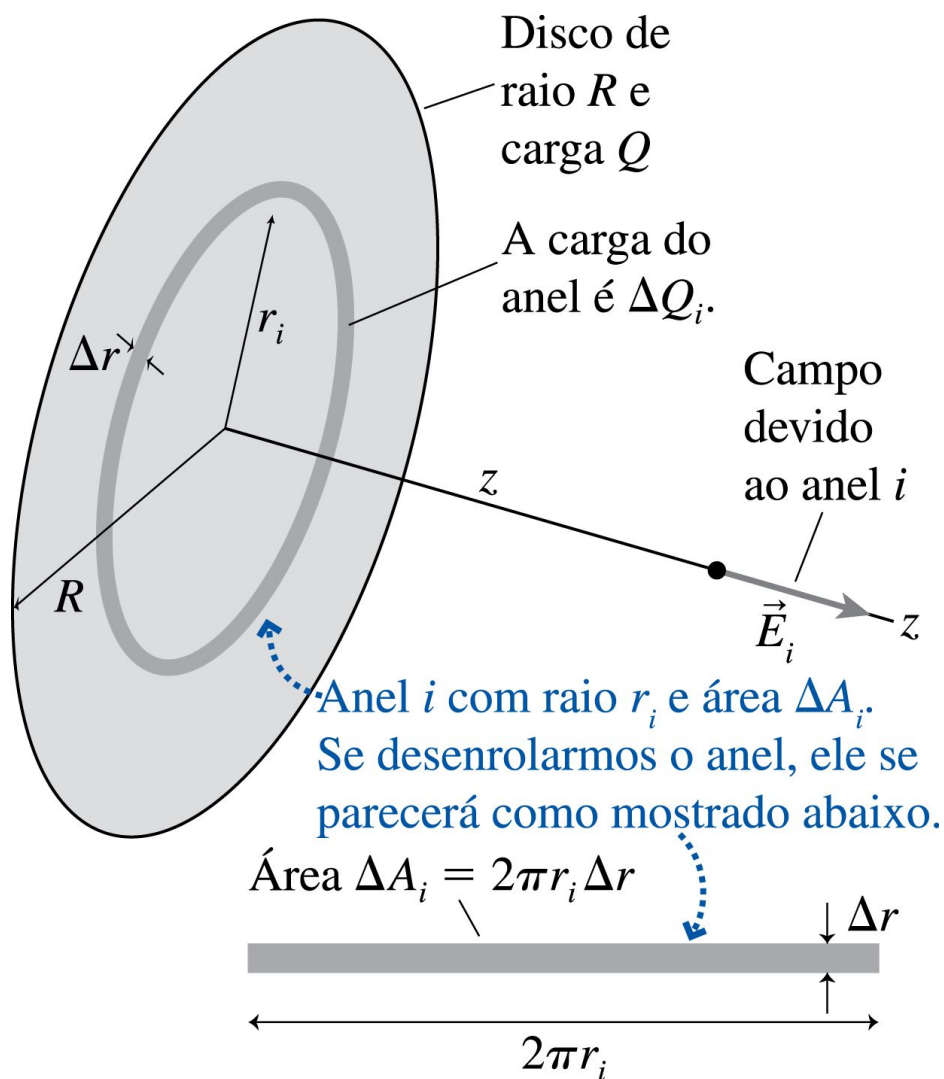
$$E_{disco} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2} \quad \text{se } z \gg R$$

(carga pontual)



Ainda na aula passada ...

Campo elétrico em uma distribuição contínua de cargas... Caso especial.



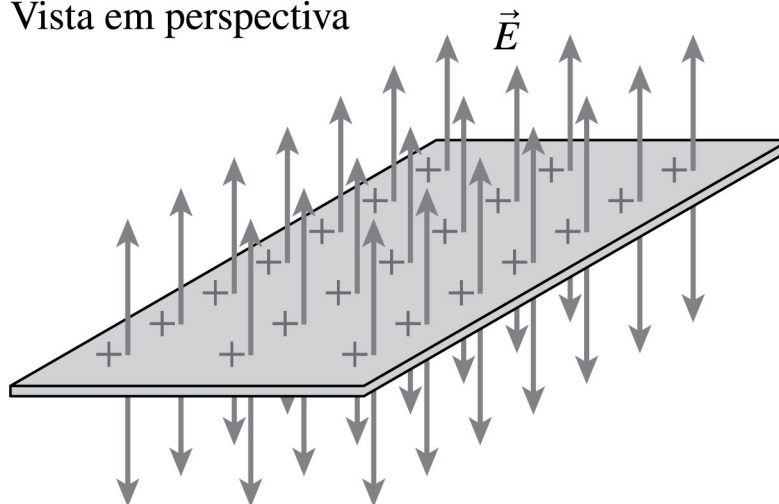
$$E_{disco} = \frac{\eta}{2\epsilon_0} \left[1 - \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} \right]$$

$$E_{disco} = \frac{\eta}{2\epsilon_0} \text{ se } R \rightarrow \infty$$

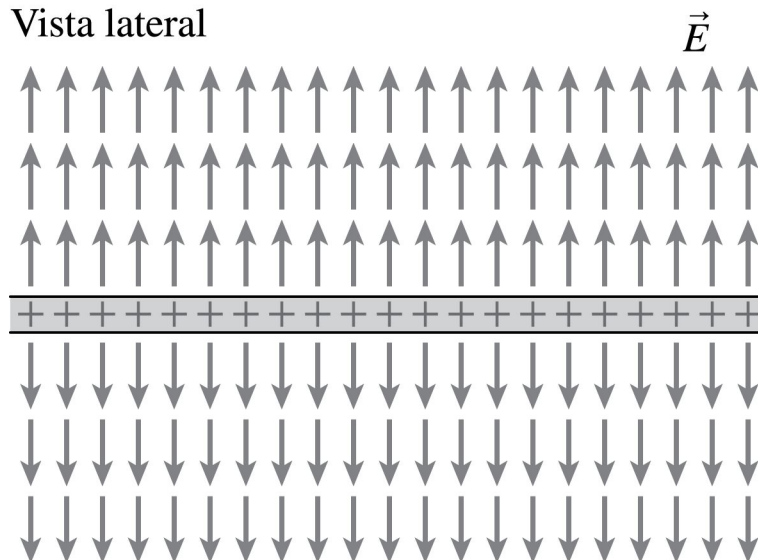
(plano infinito)

● O campo elétrico é constante

Vista em perspectiva

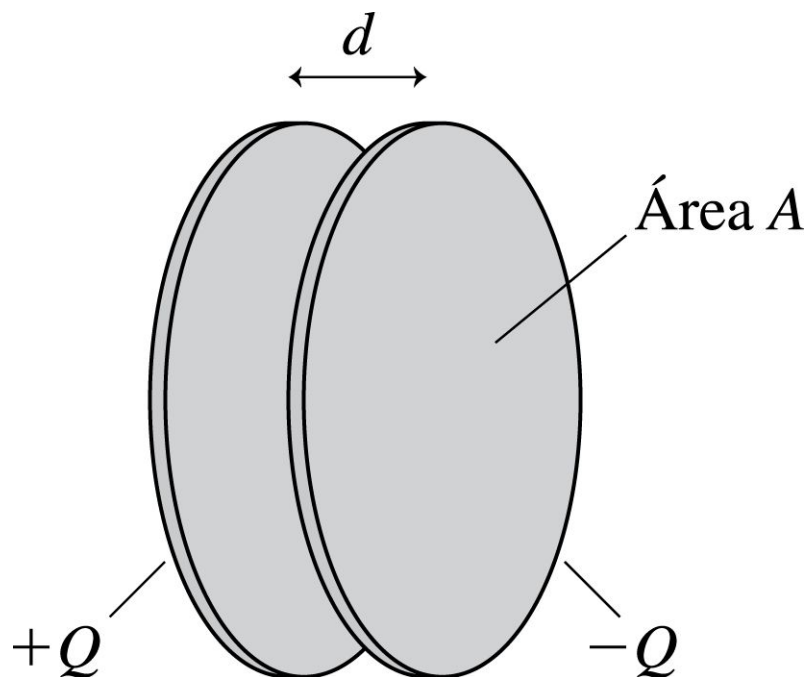


Vista lateral



Qual o campo elétrico entre as placas?

O capacitor de placas paralelas

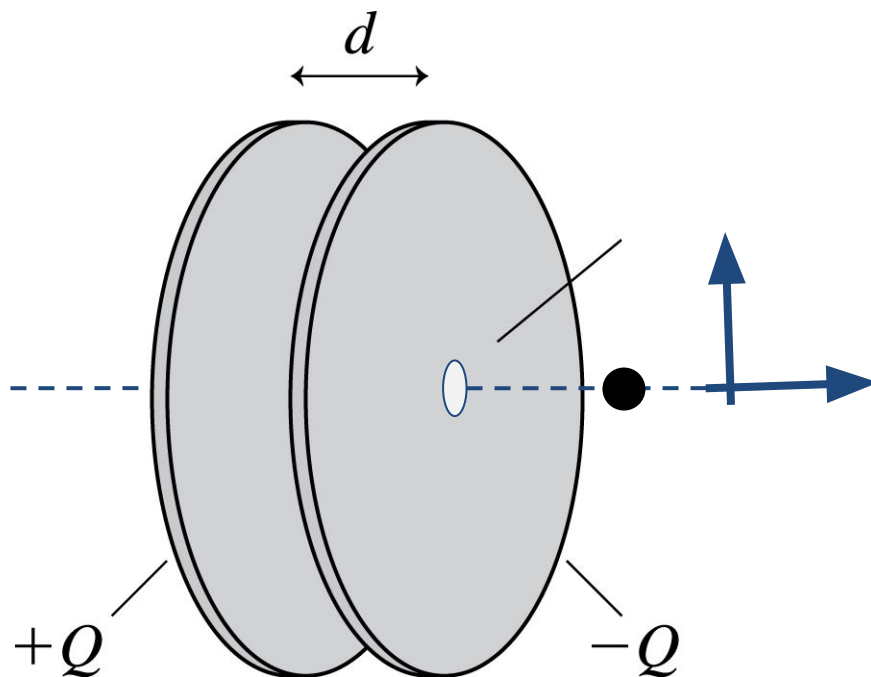


Dois eletrodos carregados colocados face a face e separados por uma distância d .

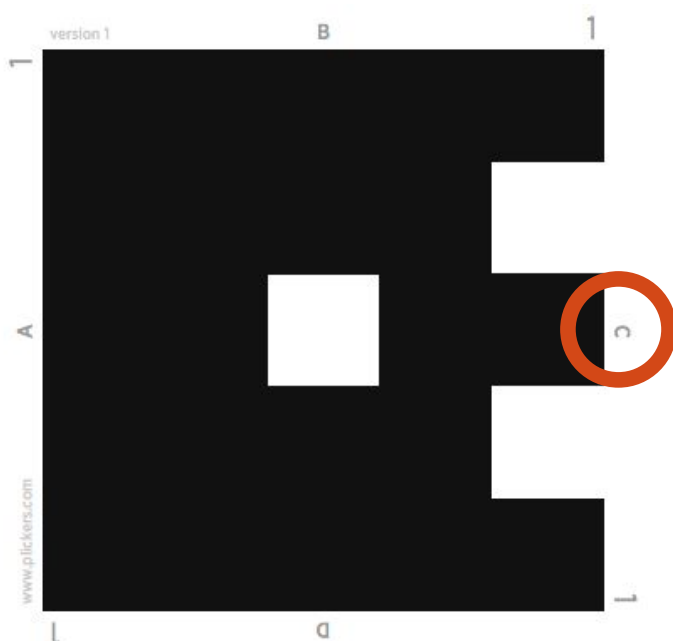
● Teste conceitual

Uma partícula **carregada positivamente** é abandonada nas proximidades um capacitor que contém dois pequenos furos. Com relação a interação elétrica entre a partícula e o capacitor, na situação ilustrada, após o abandono

- A) a partícula se afasta do capacitor com v constante.
- B) a partícula se afasta do capacitor com $a > 0$.
- C) a partícula se aproxima do capacitor com $a < 0$.
- D) a partícula permanece parada.



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"

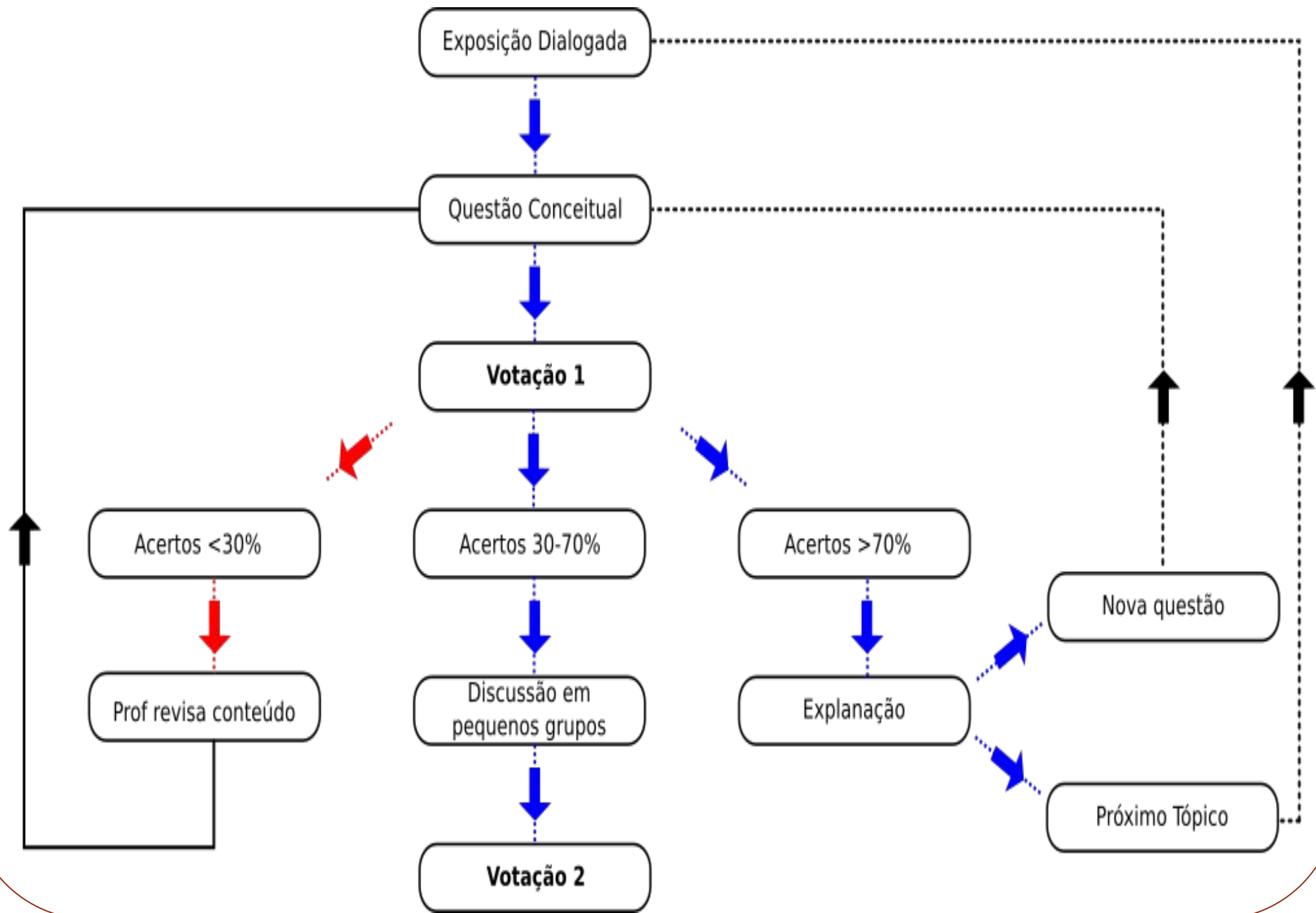


Método do curso: *peer instruction* (*instrução pelos colegas*)

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:

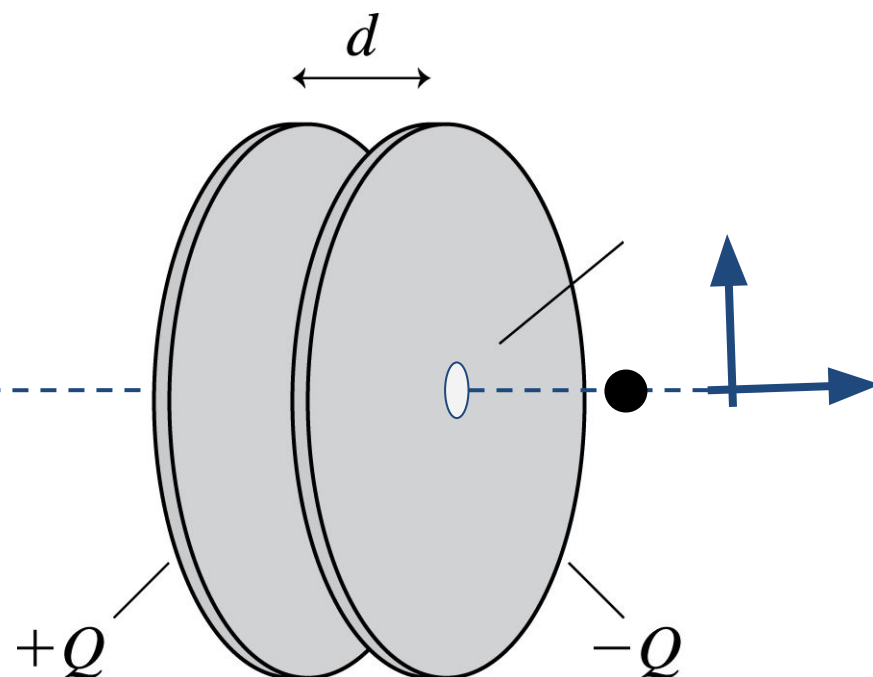




● Teste conceitual

Uma partícula **carregada positivamente** é abandonada nas proximidades um capacitor (infinito) que contém dois pequenos furos. Com relação a interação elétrica entre a partícula e o capacitor, na situação ilustrada, após o abandono

- A) a partícula se afasta do capacitor com v constante.
- B) a partícula se afasta do capacitor com $a > 0$.
- C) a partícula se aproxima do capacitor com $a < 0$.
- D) a partícula permanece parada.

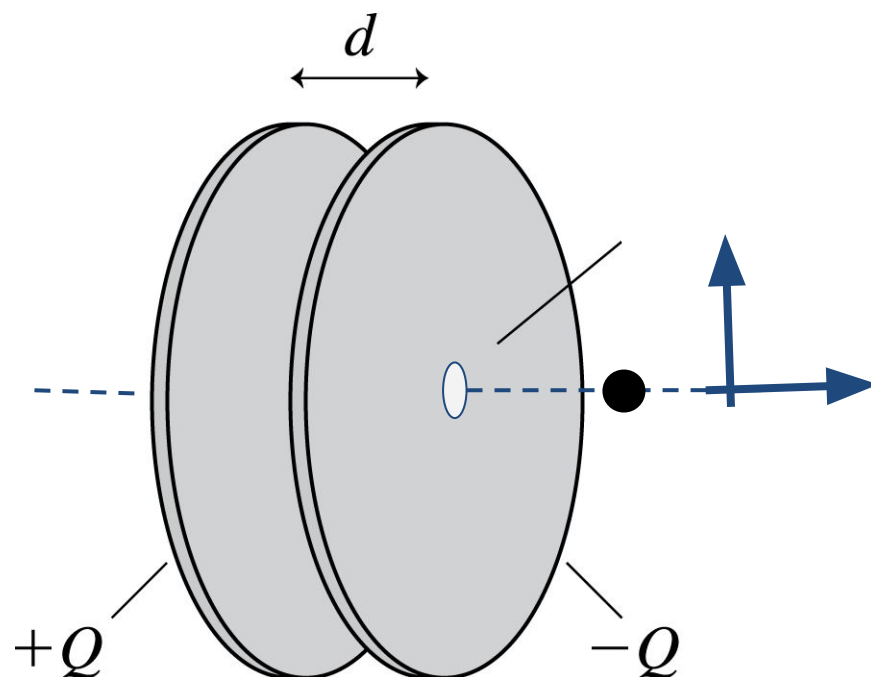




● Teste conceitual

Uma partícula **carregada positivamente** é abandonada nas proximidades um capacitor (infinito) que contém dois pequenos furos. Com relação a interação elétrica entre a partícula e o capacitor, na situação ilustrada, após o abandono

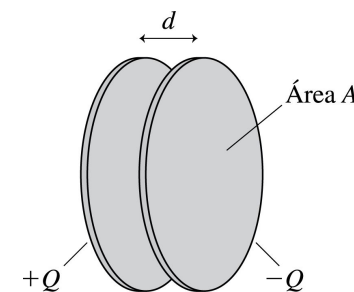
- A) a partícula se afasta do capacitor com v constante.
- B) a partícula se afasta do capacitor com $a > 0$.
- C) a partícula se aproxima do capacitor com $a < 0$.
- D) a partícula permanece parada.



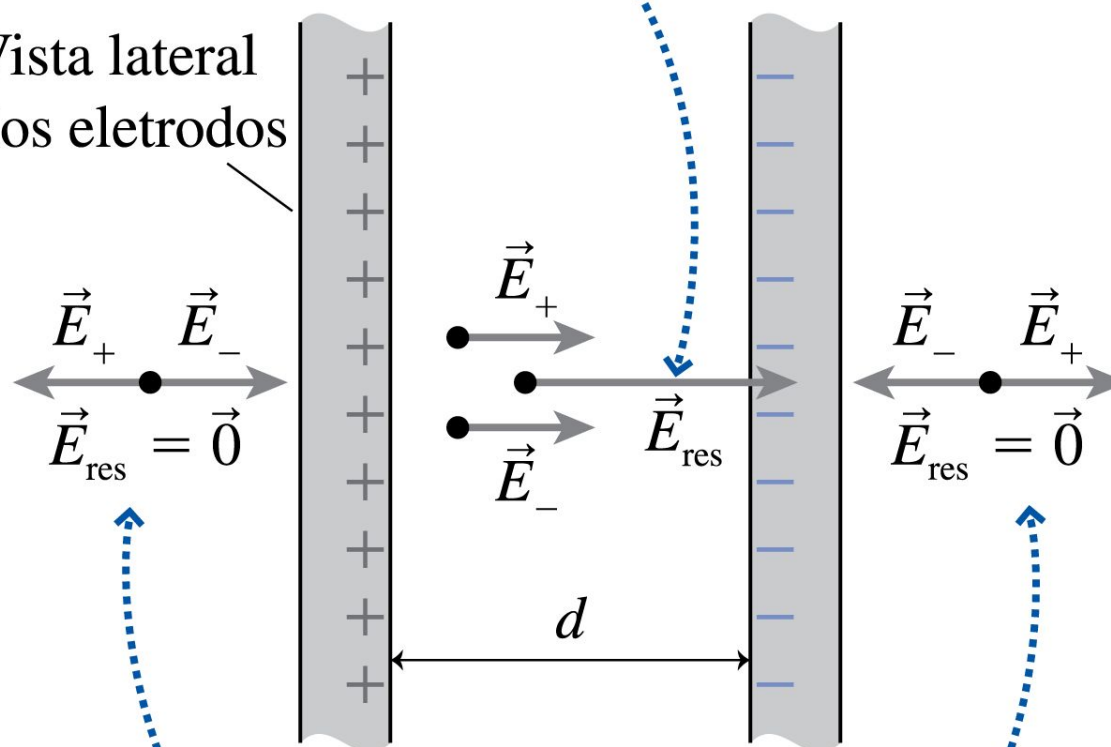


● O capacitor de placas paralelas

Dentro do capacitor, $\vec{E}_+$ e $\vec{E}_-$ são paralelos, de modo que o campo resultante é grande.



Vista lateral dos eletrodos



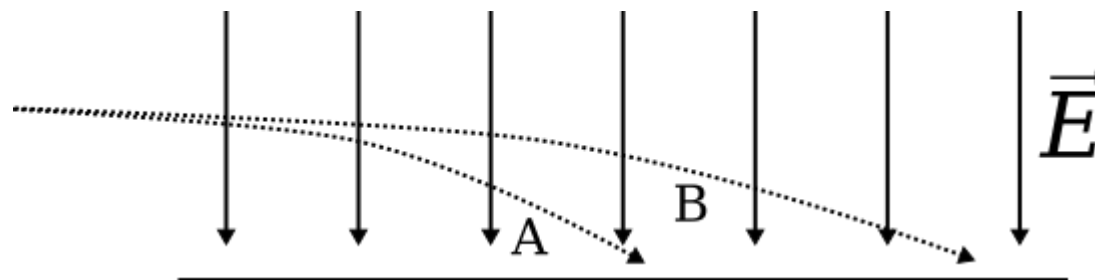
$$E_{res} = \frac{\eta}{\epsilon_0}$$

Fora do capacitor, $\vec{E}_+$ e $\vec{E}_-$ são opostos, de modo que o campo resultante ali é nulo.



● Teste online de leitura - 2

1) A figura abaixo representa a trajetória de duas partículas diferentes (que viajavam com $c=cte$) que entram em uma região de campo elétrico uniforme. Qual delas tem a maior razão carga-massa? Explique.

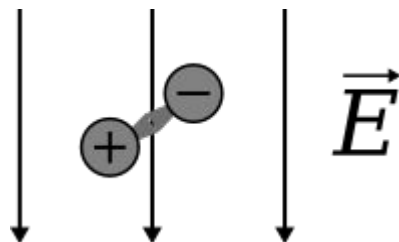


Estudante 1- "A partícula B tem maior razão carga massa, é ela quem adquire maior aceleração por isso chega mais longe do seu ponto Inicial."

Estudante 2- "A partir da figura é possível perceber que a partícula A cai mais rapidamente do que a partícula B ou seja, A possui maior aceleração, logo A tem a maior razão carga-massa, uma vez que essa razão é diretamente proporcional à aceleração ($a = q/m \cdot E$)."

● Teste online de leitura - 2

3) Um dipolo é colocado num campo uniforme como ilustrado na figura abaixo. O que ocorre com o dipolo? Explique.



Estudante 1- "O dipolo vai ir para o ponto de equilíbrio. Pois como o campo é uniforme, a força que o dipolo vai sofrer em algum momento o levará a um ponto onde as resultantes da força no campo sobre ele será nula."

Conteúdo discutido em classe em aula expositiva...

Tópico:

1. *Mov de um dipolo em um campo elétrico cte*

