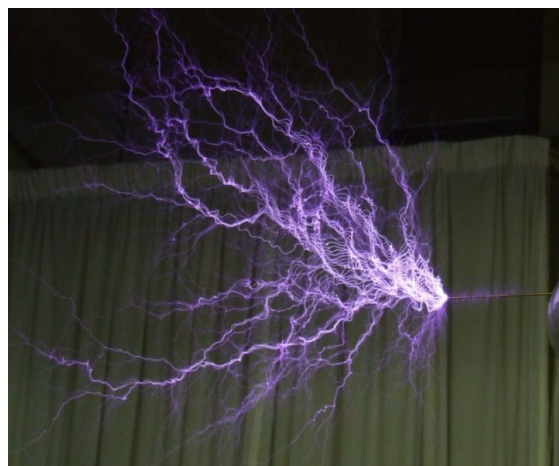


Ruptura dielétrica

Os materiais que comumente usamos no nosso dia-a-dia podem ser divididos em duas categorias: condutores e isolantes (dielétricos). Em materiais condutores, alguns dos elétrons do átomo estão fracamente ligados ao núcleo e tem a capacidade de se moverem com uma certa facilidade quando na presença de campos elétricos. Em materiais isolantes, pelo contrário, tal mobilidade é menos expressiva e costumamos dizer que nesse caso *os elétrons estão presos ao núcleo*.

Quando imersos em campos elétricos muito intensos, alguns materiais isolantes podem ser ionizados tornando-se condutores. Isso é muito comum de ocorrer, por exemplo no ar atmosférico. As faíscas e os relâmpagos são exemplos típicos fenômeno que chamamos de **ruptura dielétrica**. Para o ar, ele ocorre para campos elétricos da ordem de 3×10^6 V/m.

No ar, sempre há uma pequena porcentagem de moléculas ionizadas¹. Quando imersos em uma diferença de potencial, alguns desses íons são acelerados ganhando energia cinética. Como estes íons estão periodicamente sofrendo colisões com as moléculas de ar (devido ao movimento térmico), quando a diferença de potencial é grande o suficiente, a energia cinética do íon pode ser grande o suficiente para ionizar uma molécula em uma colisão. Isso pode gerar então um *efeito avalanche* onde cada molécula ionizada é acelerada pela diferença de potencial ionizando outra molécula e assim por diante, aumentando o número de íons a cada colisão.



Em cada processo de ionização, uma molécula de ar perde um elétron. Eventualmente, um outro elétron livre pode tomar o lugar deste elétron ionizado. É este processo que é responsável pela emissão de luz como as que vemos nas faíscas.

Como visto em sala de aula, em um condutor, podemos aproximar o campo elétrico bem próximo da superfície em um certo ponto como sendo $E = \sigma/\epsilon_0$. Vimos também que a densidade superficial de carga σ é inversamente proporcional ao raio de curvatura em cada ponto. Ou seja, regiões mais pontudas tem densidades maiores. Assim, é possível concluir que em regiões mais pontudas o **campo elétrico local** é mais intenso.

Por tal razão, é nas regiões mais pontudas que há uma probabilidade maior de ocorrer a ruptura dielétrica. Exemplos típicos disso são o para-raio ou o choque que se leva nos dedos quando tocamos em uma maçaneta metálica em dias secos.

Exemplo: Considere uma casca esférica metálica de raio $R = 30$ cm imersa em ar. Qual a maior carga Q que pode ser colocada na esfera antes que ocorra a ruptura dielétrica?

Como $E = \sigma/\epsilon_0 = Q/4\pi\epsilon_0 R^2$, então a carga máxima que pode ser colocada para que E seja menor que 3×10^6 V/m será: $Q = 3 \times 10^{-5}$ C.

No acelerador Pelletron do instituto de física, uma diferença de potencial da ordem de dezenas de Mega Volts é aplicada sobre o feixe de partículas com o intuito de acelera-lo em direção a um alvo. Caso o equipamento fosse colocado em ar, tal diferença de potencial nunca conseguiria ser alcançada. Por tal razão, usa-se hexafluoreto de enxofre (SF_6), um gás cuja **rigidez dielétrica** é expressivamente maior que a do ar.

¹ Por exemplo, devido a interação com a radiação cósmica.