

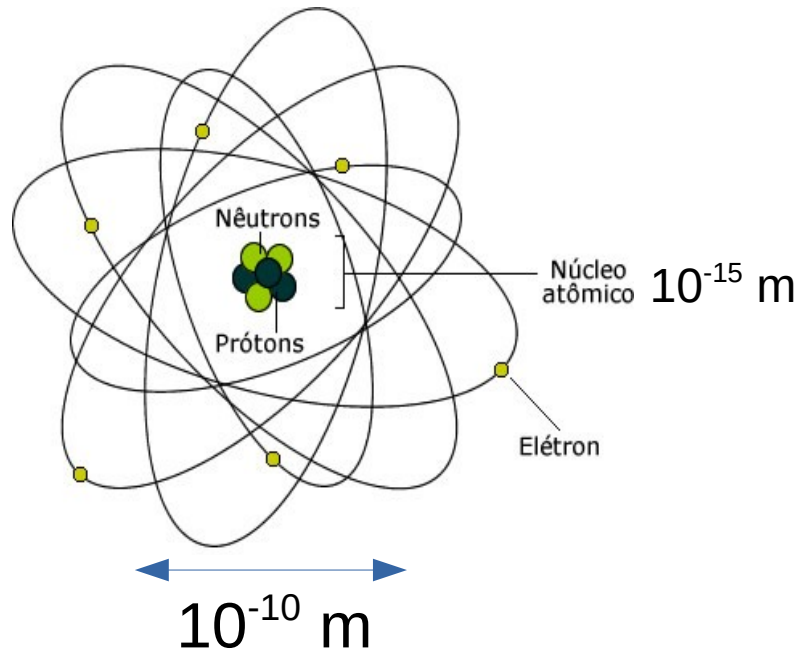
Física III 2022 (IQ) – Aula 2

Objetivos de aprendizagem

- Descrever em linhas gerais como são constituídos átomos e moléculas.
- Descrever em linhas gerais a matéria em seus diferentes estados
- Descrever em linhas gerais o que são condutores e isolantes (dielétricos).

A estrutura do átomo

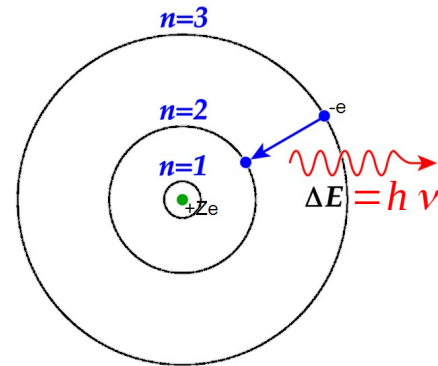
- Modelo “planetário”



Elétrons em órbita ao redor do campo Coulombiano nuclear

Níveis quantizados (órbitas eletrônicas)

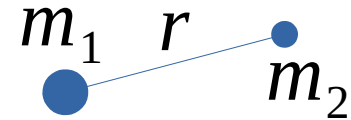
Transições – emissão de fótons



Energia potencial gravitacional e E.P. elétrica

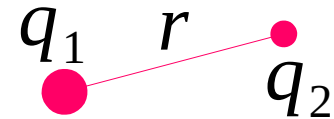
- Gravitacional

$$U_g(r) = -G \frac{m_1 m_2}{r}$$

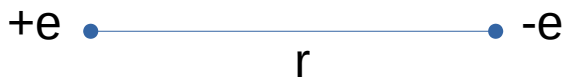


- Elétrica

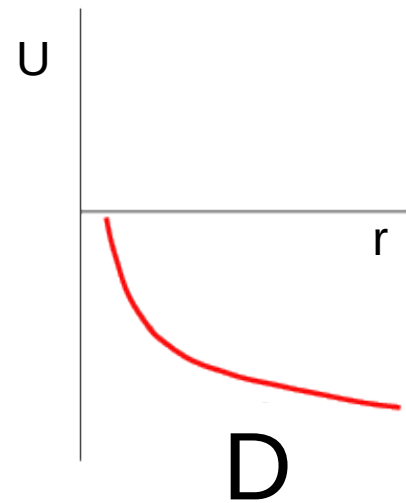
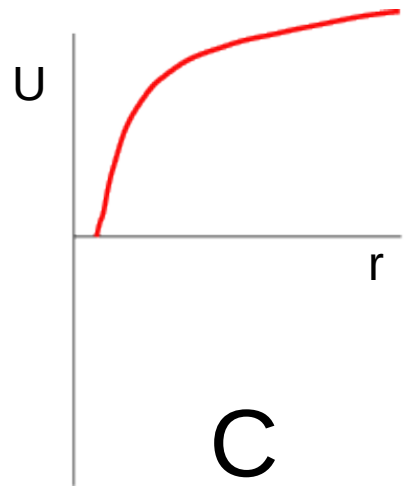
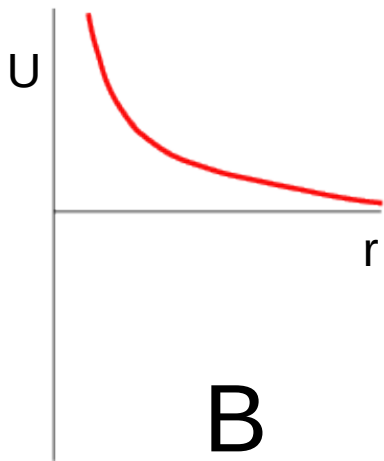
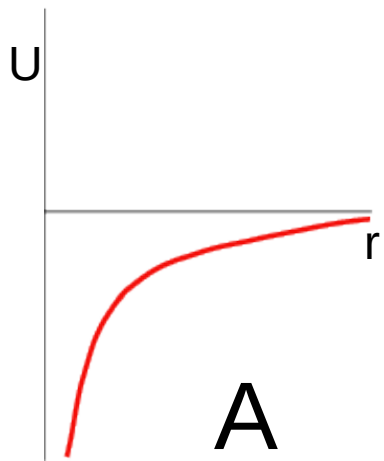
$$U_e(r) = k \frac{q_1 q_2}{r}$$

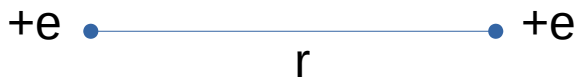


$$\left(\text{S.I.: } k = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} \right)$$

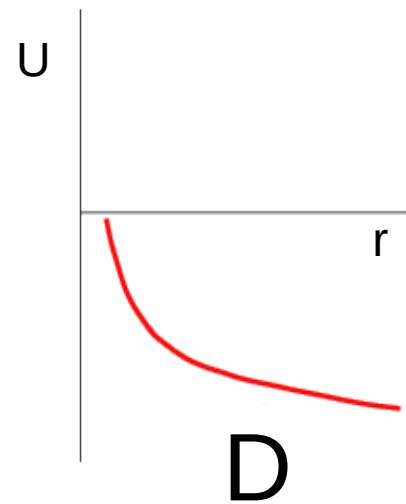
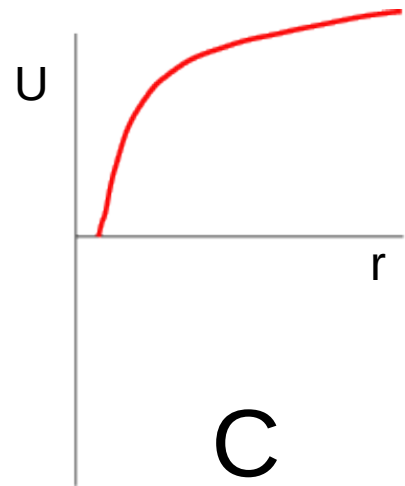
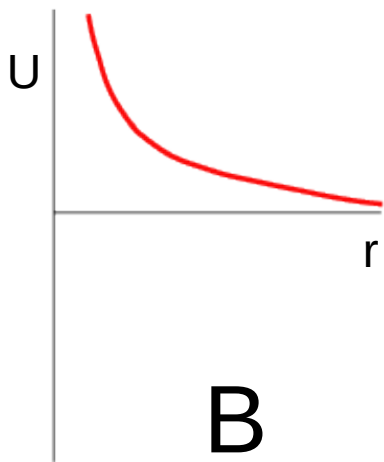
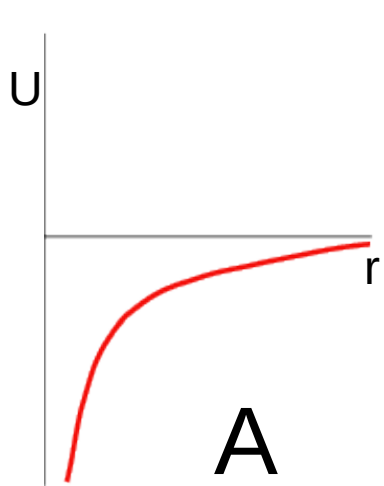


Qual gráfico mostra $U(r)$ corretamente para um próton ($q=+e$) e um elétron ($q=-e$)?





Qual gráfico mostra $U(r)$ corretamente para dois prótons interagindo?



Átomo de Hidrogênio

- Modelo de Bohr
- Níveis de energia

$$\frac{E(n)}{R_y} = -\frac{1}{n^2}, n=1,2,3\dots$$

$$\frac{U(r)}{R_y} = -\frac{a_0}{R} \quad \text{Potencial coulombiano}$$

Raio de Bohr: $a_0 \sim 0.05 \text{ nm}$

Energia de Rydberg: $R_y \sim 13,6 \text{ eV}$

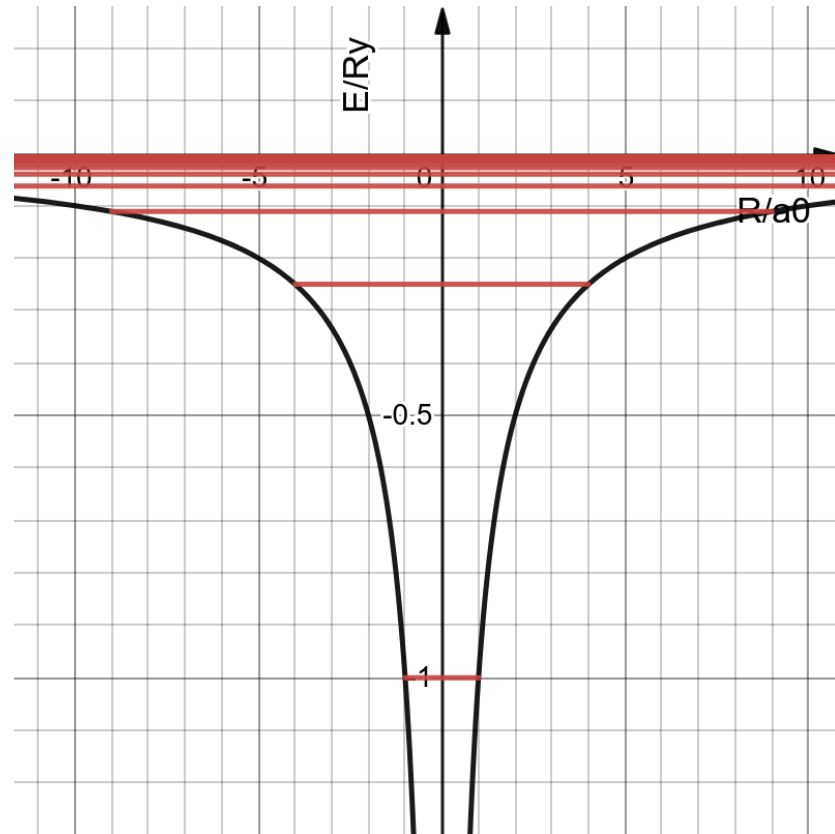
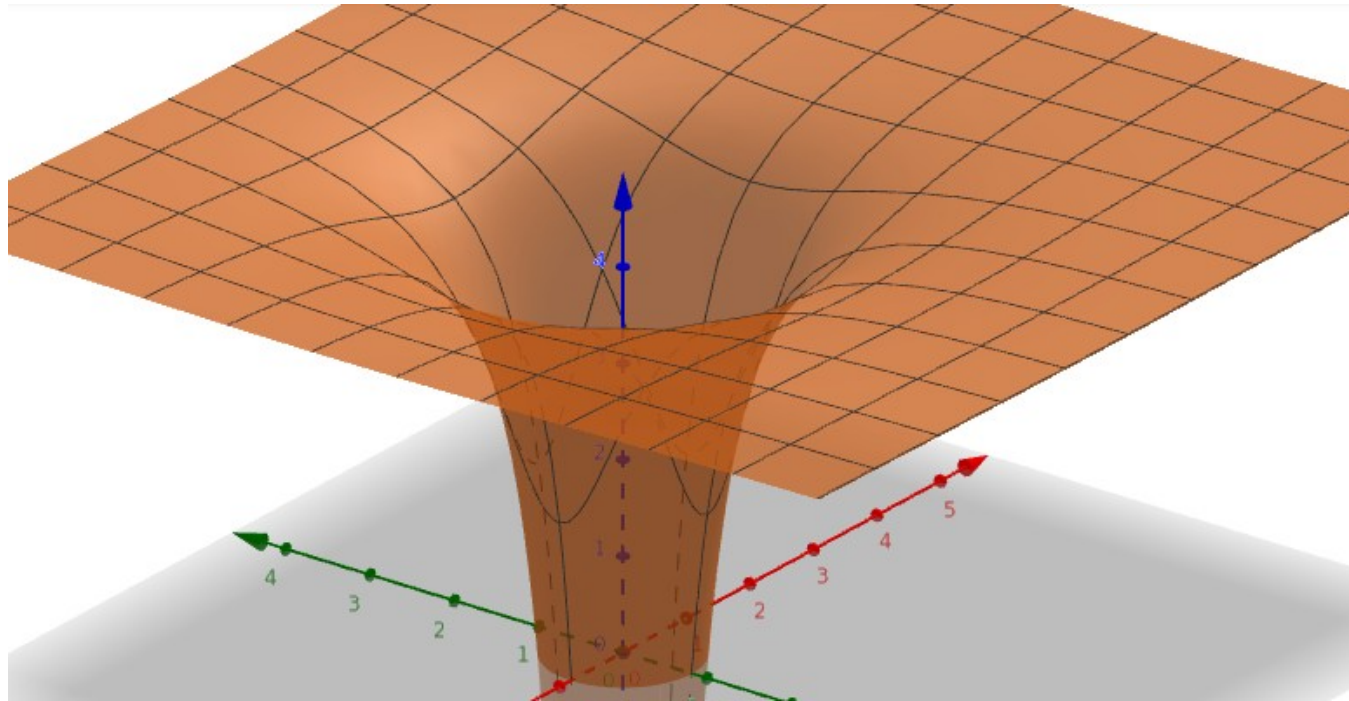


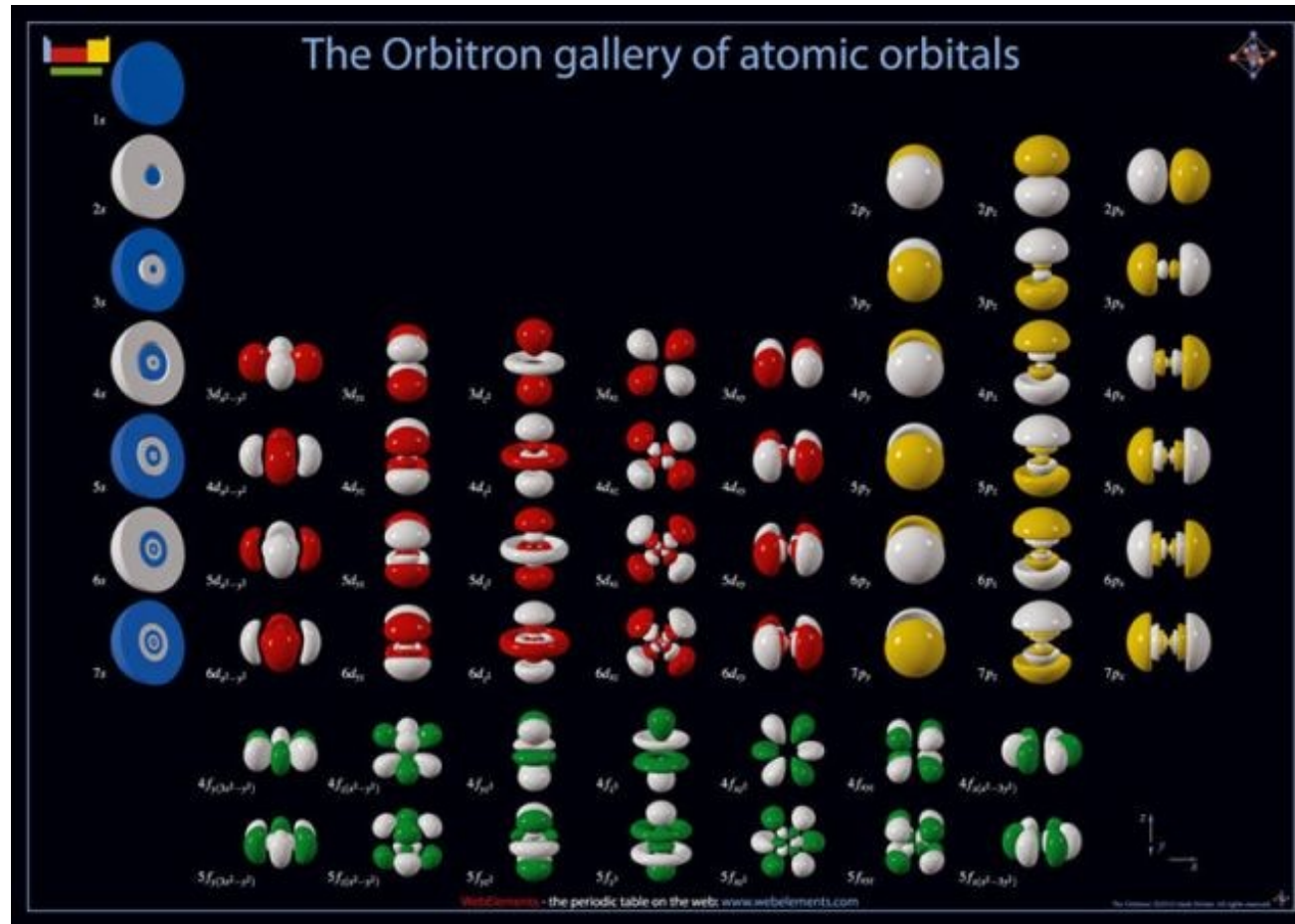
Figura no Desmos

Potencial Coulombiano em 3D (2D)

- <https://www.geogebra.org/3d/w5tpvkwkwh>

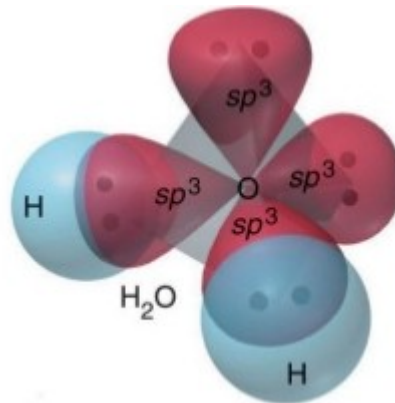
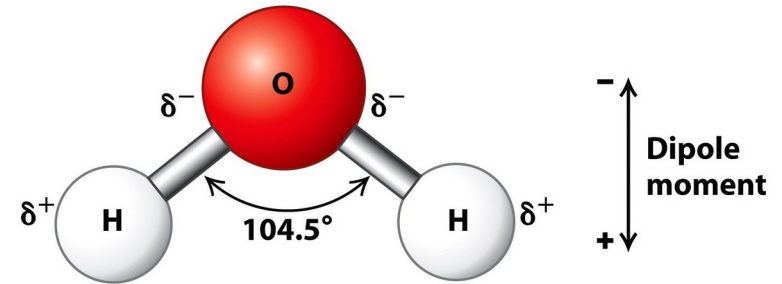
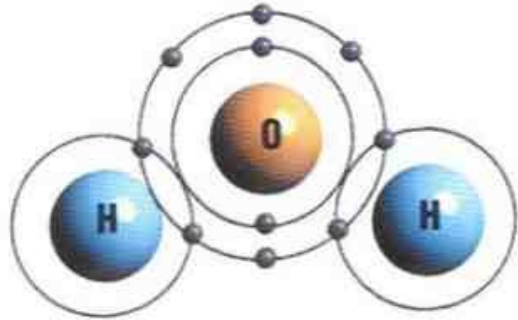


Funções de onda atômicas



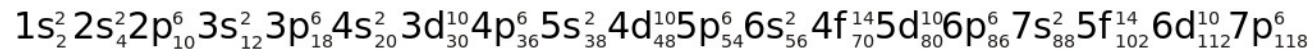
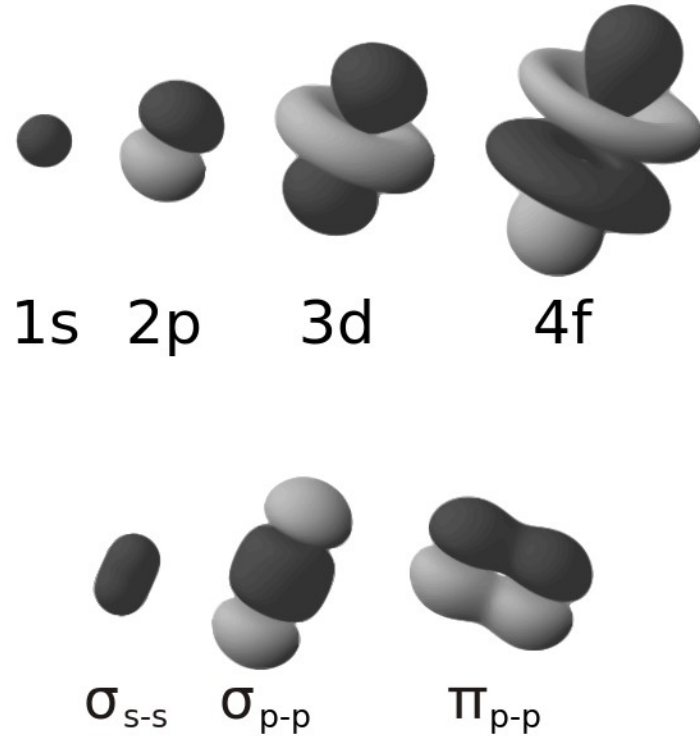
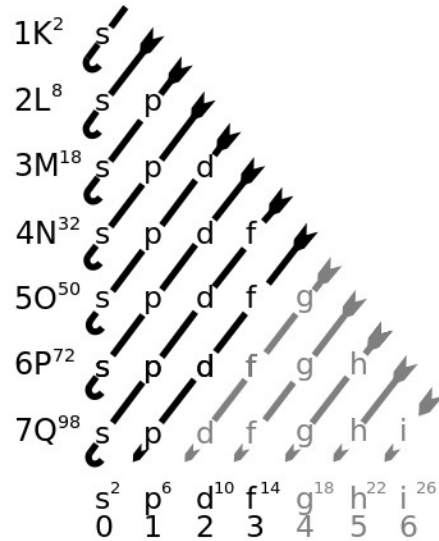
Molécula de água

representações

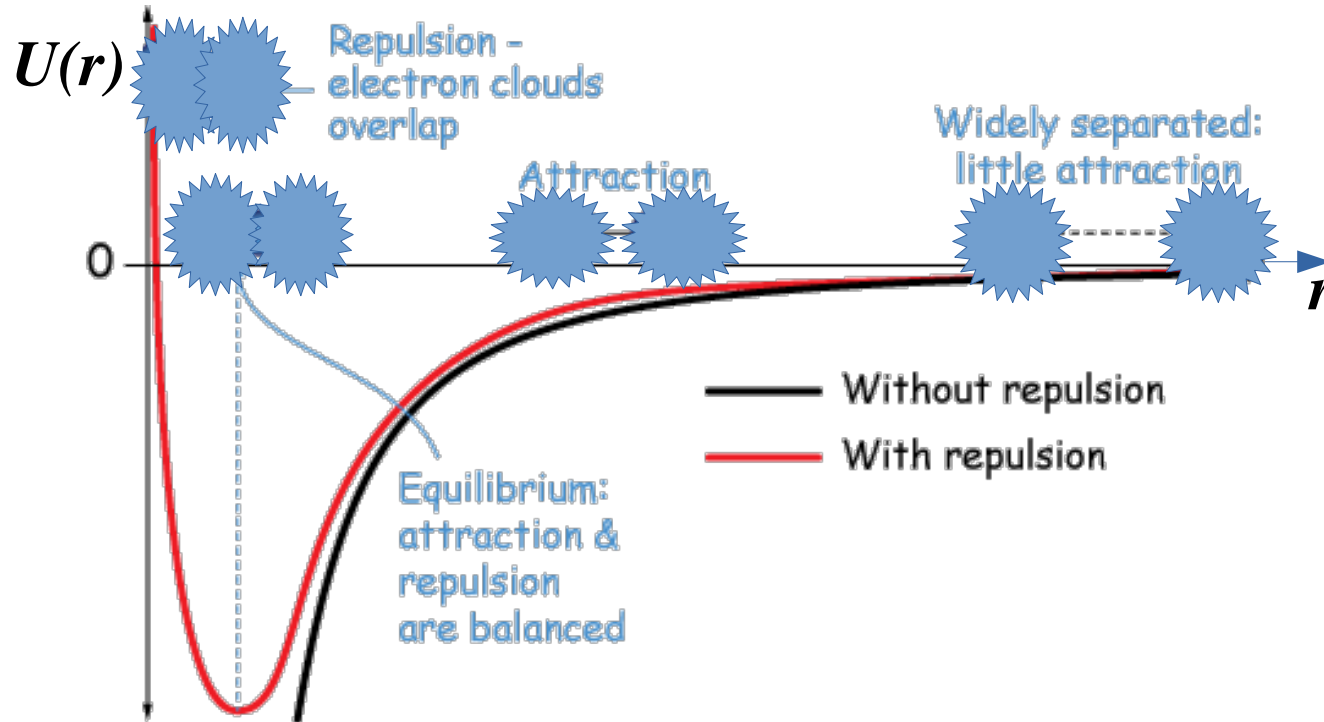


Preenchimento dos níveis eletrônicos

Obs.:
Princípio
de Pauli

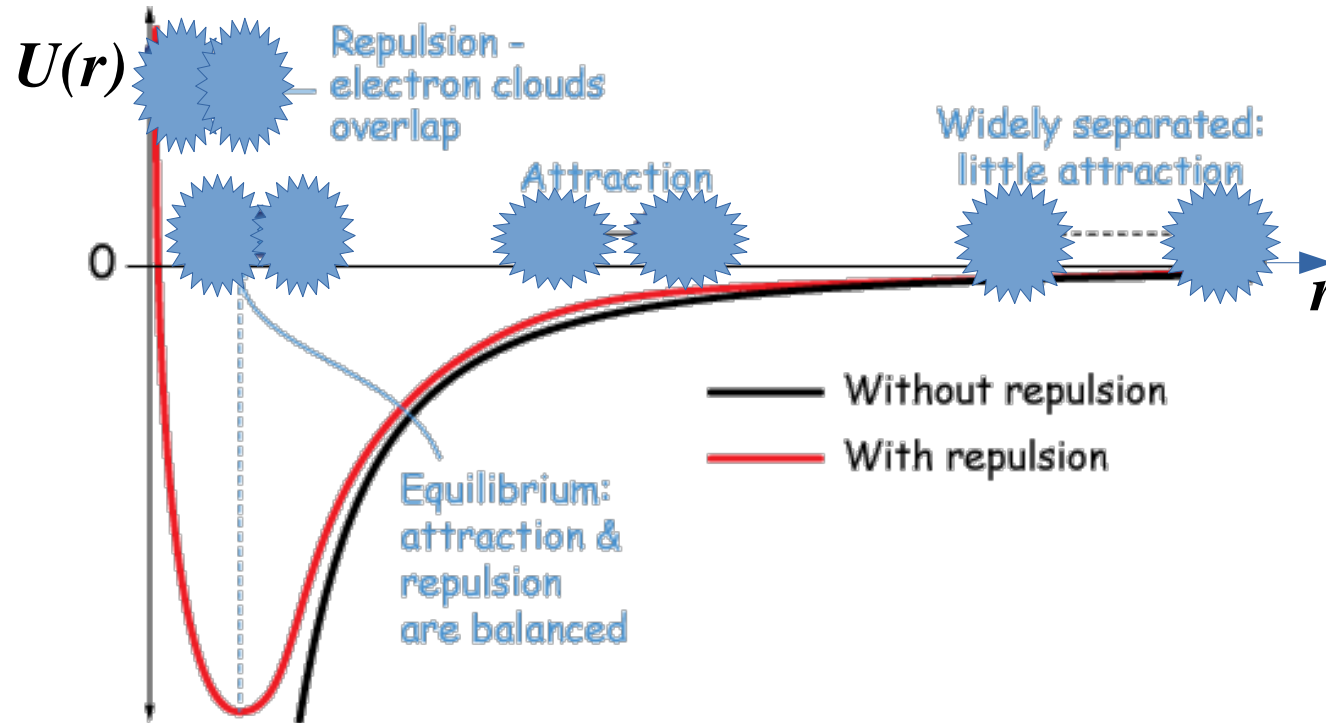


Forças interatômicas/intermoleculares



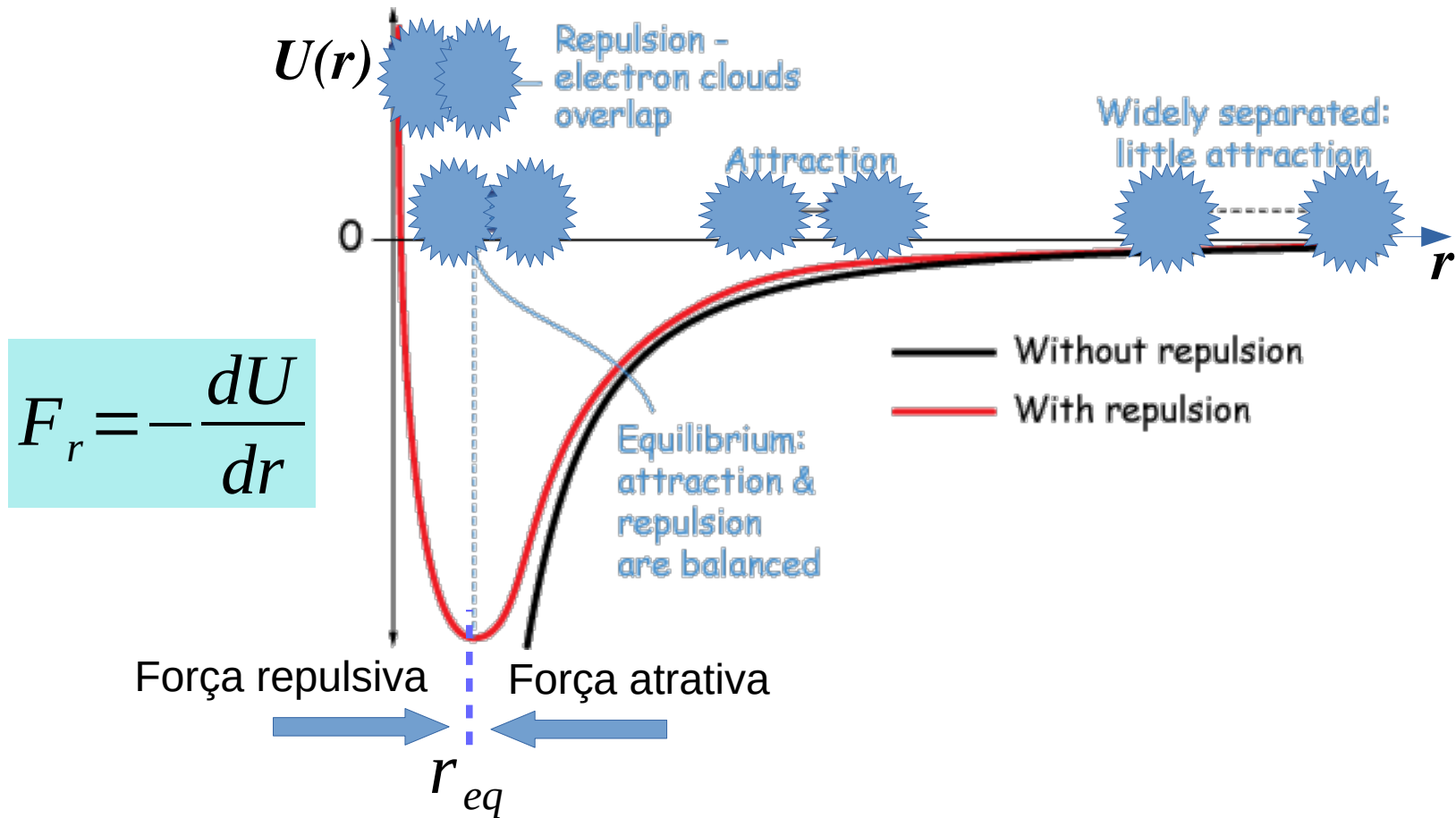
- e.g., Potenciais de
- Morse
 - Lennard- Johnes

Forças interatômicas/intermoleculares



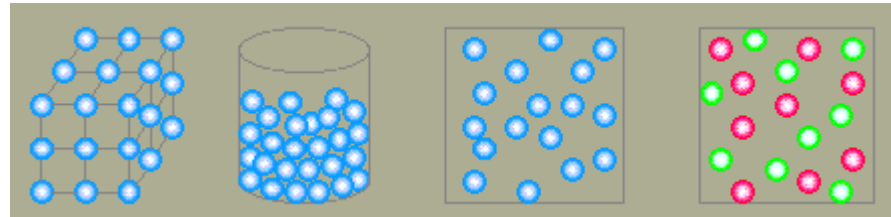
Como se obtém a força de interação a partir da função potencial?

Forças interatômicas/intermoleculares



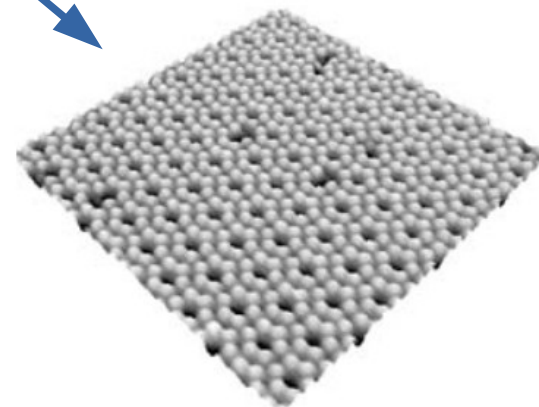
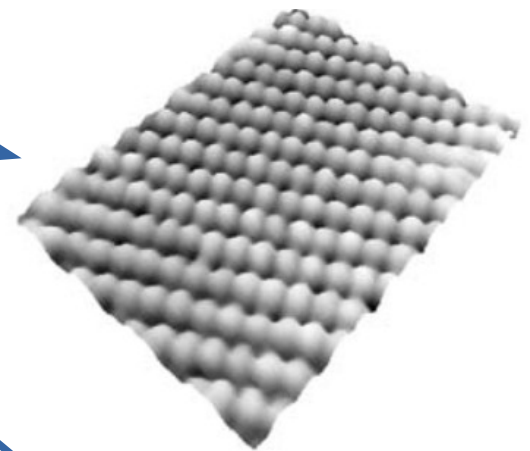
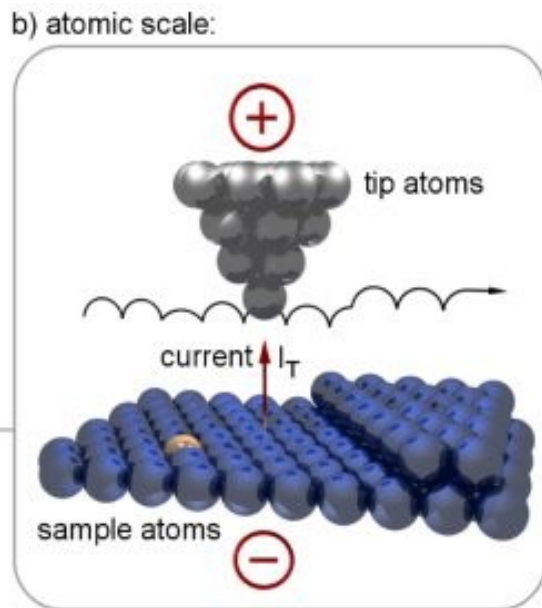
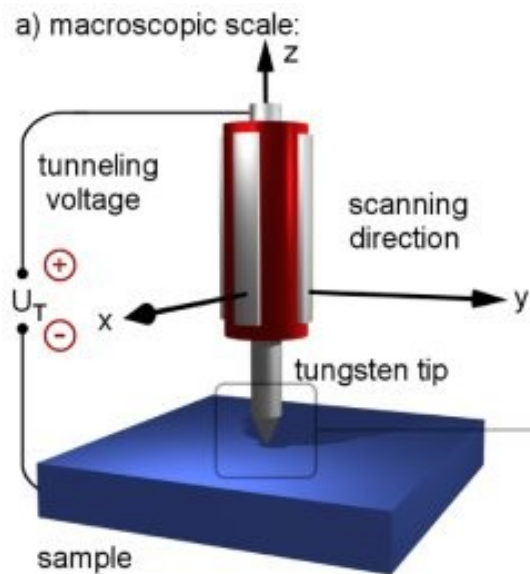
Estados da matéria

- Sólidos: interações fortes entre os átomos ou moléculas formam uma rede rígida. Átomos vibram em torno de posições de equilíbrio.
- Líquidos: moléculas podem se mover mais livremente, mantendo uma certa distância média entre si.
- Gases: Moléculas interagem ocasionalmente em colisões.
- Plasma (matéria ionizada)



Microscópio de tunelamento quântico

- Superfícies de duas formas cristalinas de Silício puro



O que é “ponto de retorno”?

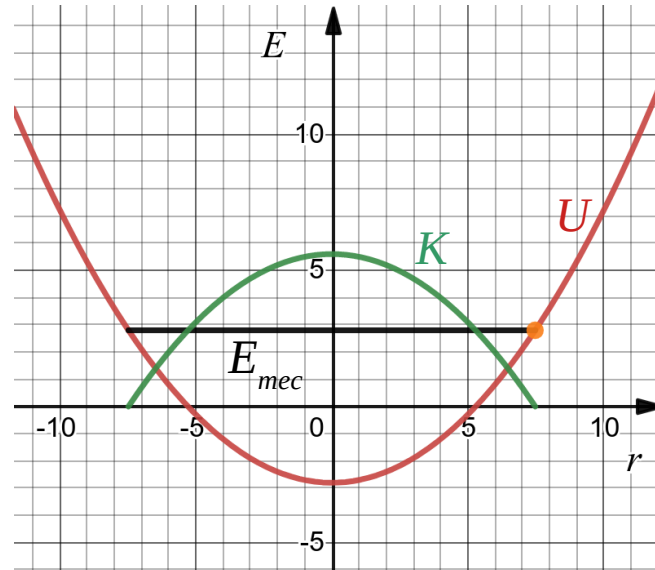
- A) O balão que permite que os carros deem meia volta ao final de uma rua sem saída
- B) O ponto no diagrama de energia em que a energia total é igual à energia potencial, e portanto a cinética é nula
- C) O ponto em que a força (derivada do potencial) é nula, e a partícula retorna
- D) O ponto em que a magnitude da força é máxima, obrigando a partícula a retornar

Poço potencial no Desmos

Ex.: Potencial
Parabólico:

$$U(r) = \frac{1}{2}kr^2 + U_0$$

Diagrama de energia



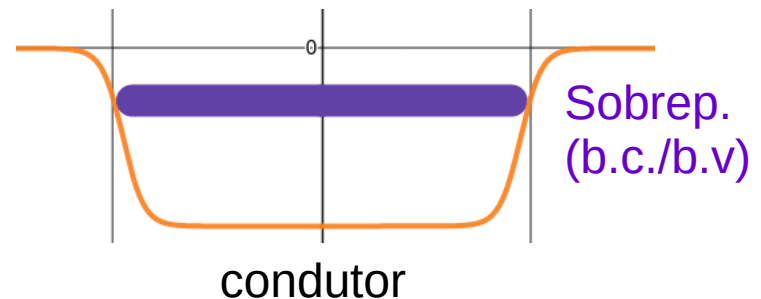
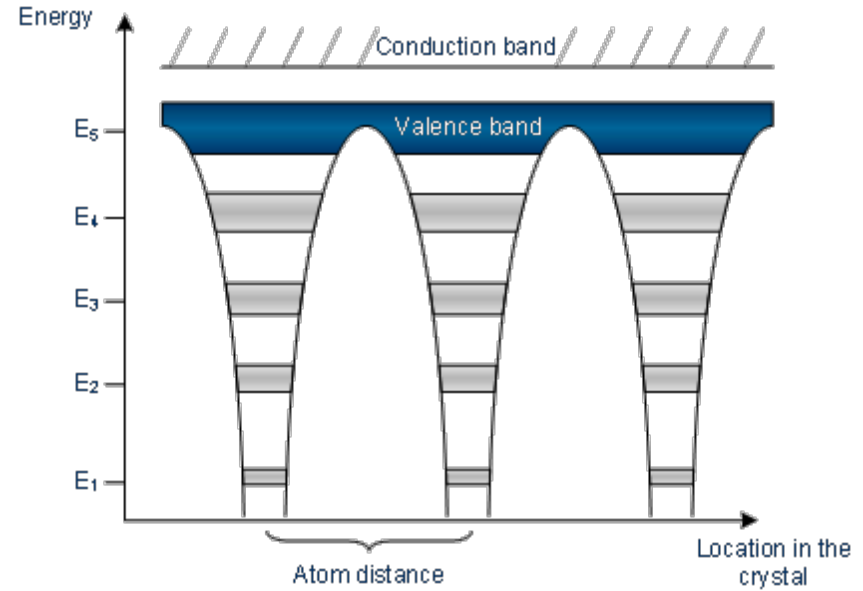
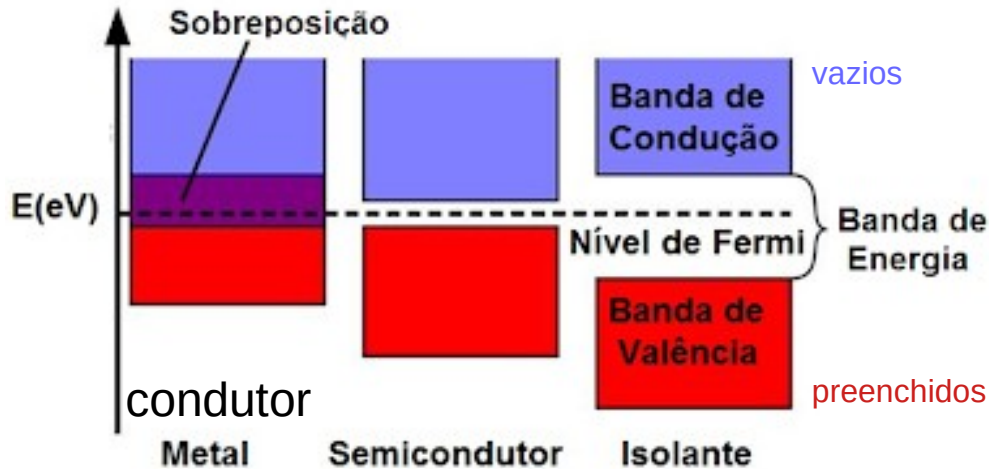
Energias:

- Potencial U
- Cinética K
- Mecânica E_{mec}

<https://www.desmos.com/calculator/1twquhg8gi>

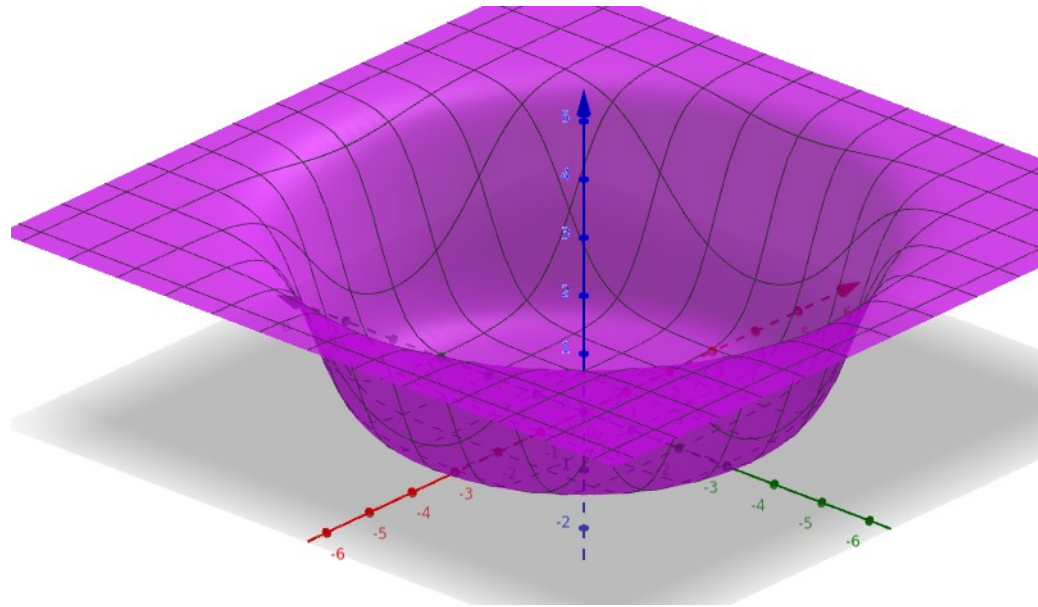
Condutor, semicondutor, isolante

- Estrutura de bandas
- Princípio de Pauli
- (T)

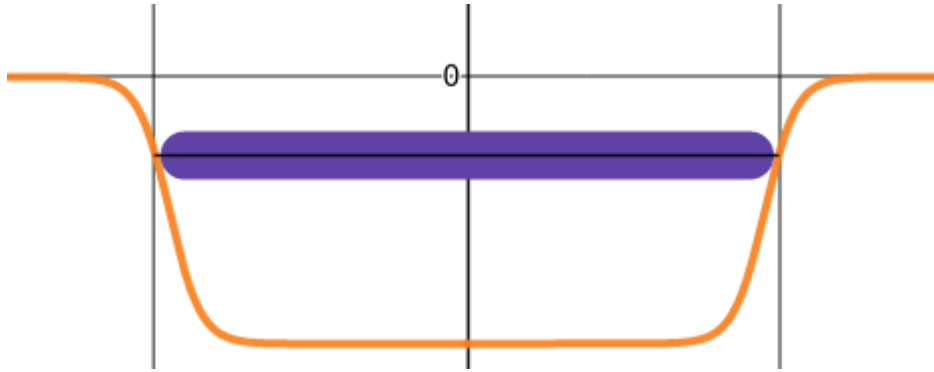


Poço de potencial (bacia)

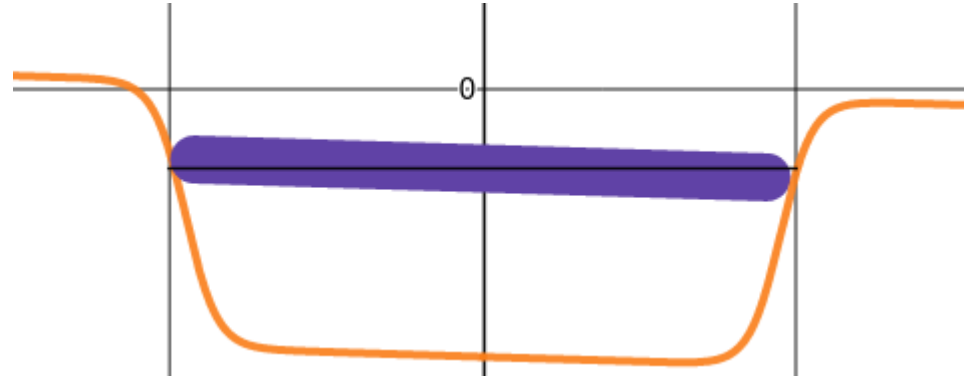
- <https://www.geogebra.org/3d/bfnjfdjg>



Condutor sem e com campo elétrico



Sem campo

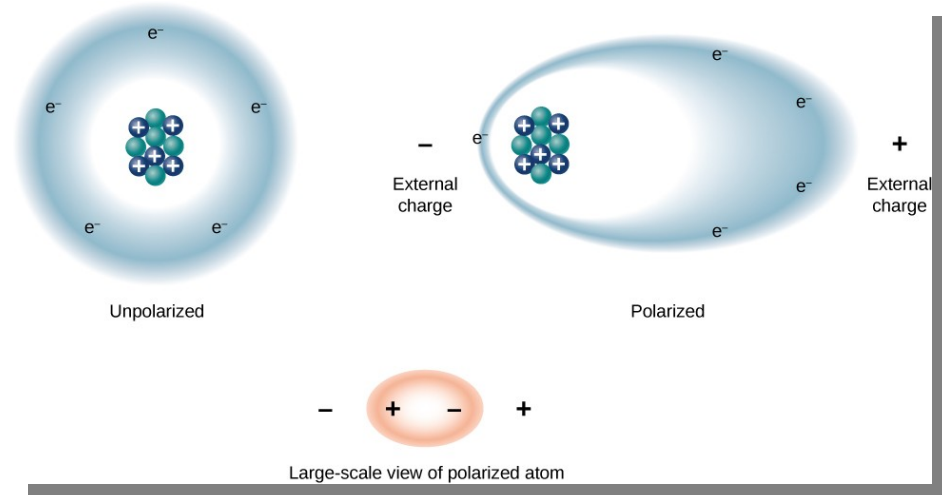
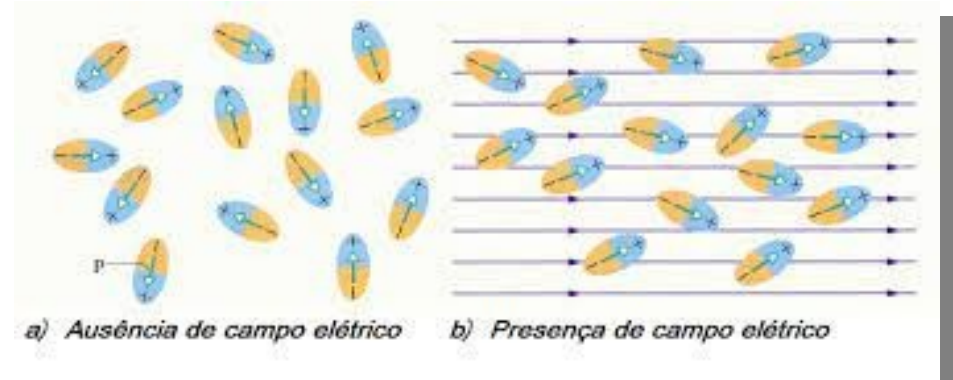


E

Com campo (e corrente)
→ sem corrente ?

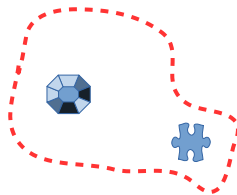
Dieletricos

- Polarização
 - Moléculas polares: orientação
 - Apolares: dipolo molecular induzido



Obs.: Conceito de “Sistema”

- Contexto ...
- = Conjunto de entes físicos
- Apostila: pelo menos 2 partículas elementares
- Preferível mais geral: mesmo 1 partícula elementar pode ser considerada um sistema, ou até mesmo, nenhuma (vácuo)!
- Leis físicas se aplicam a sistemas (exemplo: conservação da energia)
- Sistema X Entorno



Programação para próximas aulas (3 a 7)

- **Ler ApF3:** Caps. 4 e 5 (antes da Aula 3)
- **Aula 3** sobre Caps. 4 e 5.
- **Ler ApF3:** Caps. 6 (exceto Exemplos 5 e 6) - antes da Aula 4, e Cap. 7 (preferencialmente antes da aula 4)
- **Aula 4:** Apresentação e discussão sobre os exemplos 1 a 4 do Cap. 6. e apresentação dos exemplos 1 a 4 do Cap. 7.
- **Fazer problemas** correspondentes aos Exemplos 5 e 6 (Cap. 6) no *moodle* e responder “enquete” respectiva antes da Aula 5.
- **Ler ApF3:** Cap. 8, e Introdução do Cap. 9 somente (antes da Aula 5).
- **Aula 5:** Discussão dos Exemplos 5 e 6 (Cap. 6) conforme necessário, e Cap. 8 + Introdução do 9.
- **Fazer problemas** correspondentes aos exemplos 1 e 2 do Cap. 9 (tentar antes de ler a solução). O exemplo 1 da ApF3 Cap. 9 é equivalente ao do exemplo 1 do MN Cap. 3.2 (dipolo), onde está apresentado de maneira melhor (antes da Aula 6).
- **Fazer problemas** correspondentes aos exemplos 3 e 4 do Cap. 10 (antes da Aula 6).
- **Aula 6:** Disc. Exs. 1 a 4 dos Caps. 9 e 10 cf. necessário.
- **Fazer problemas** correspondentes aos exemplos 5 e 6 do cap. 11 (antes da aula 7)
- **Aula 7:** Disc. Exs. 5 e 6 do Cap. 11 cf. necessário..