Instituto de Física
Universidade Federal Fluminense

Universidade Federal Fluminense
Instituto de Física
Física IV

Mecânica Quântica Unidimensional
Cap. 41

Daniel

Niterói, 17 de setembro de 2014

Equação principal da Mec. Quântica

Eq. Independente do tempo e unidimensional

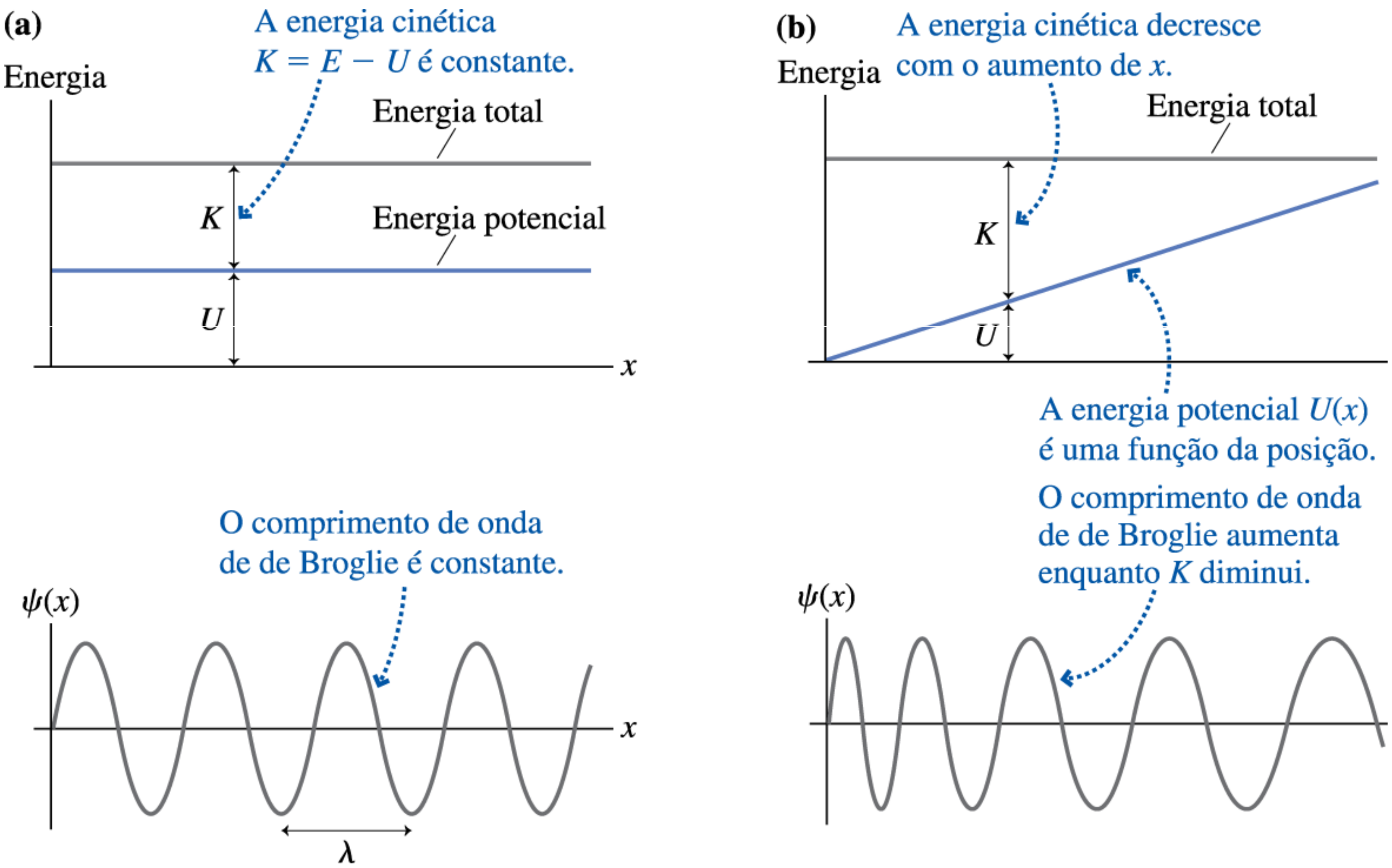
Erwin Schrödinger.

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} = -\frac{2m}{\hbar^2}[E - U(x)]\psi(x) \qquad \text{(the Schrödinger equation)}$$

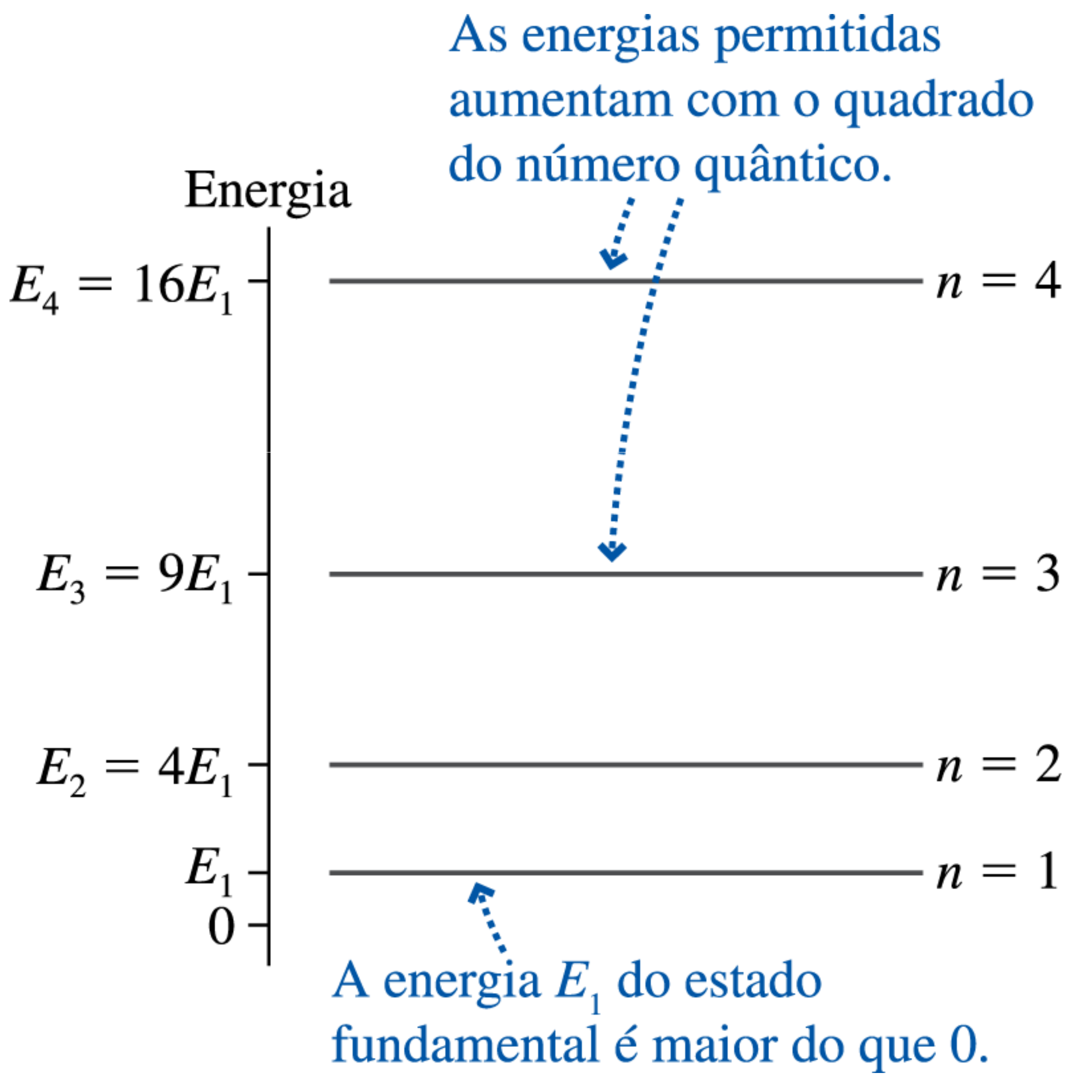
Austríaco, em 1925 pegou um monte de livros e foi para os Alpes Suiços.

Energia cinética x λ_d

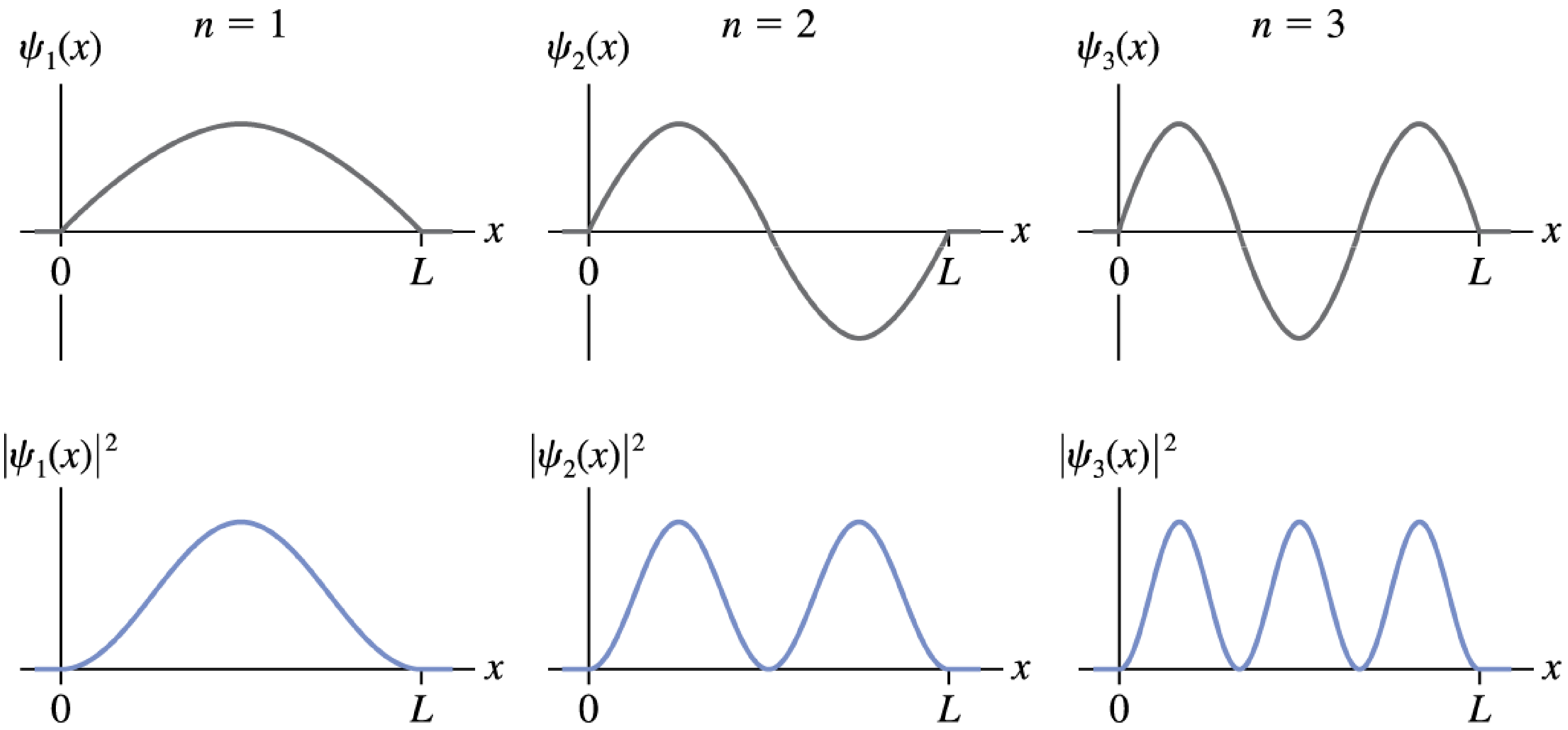
U constante e U dependente de x ($U_g = mgx$)



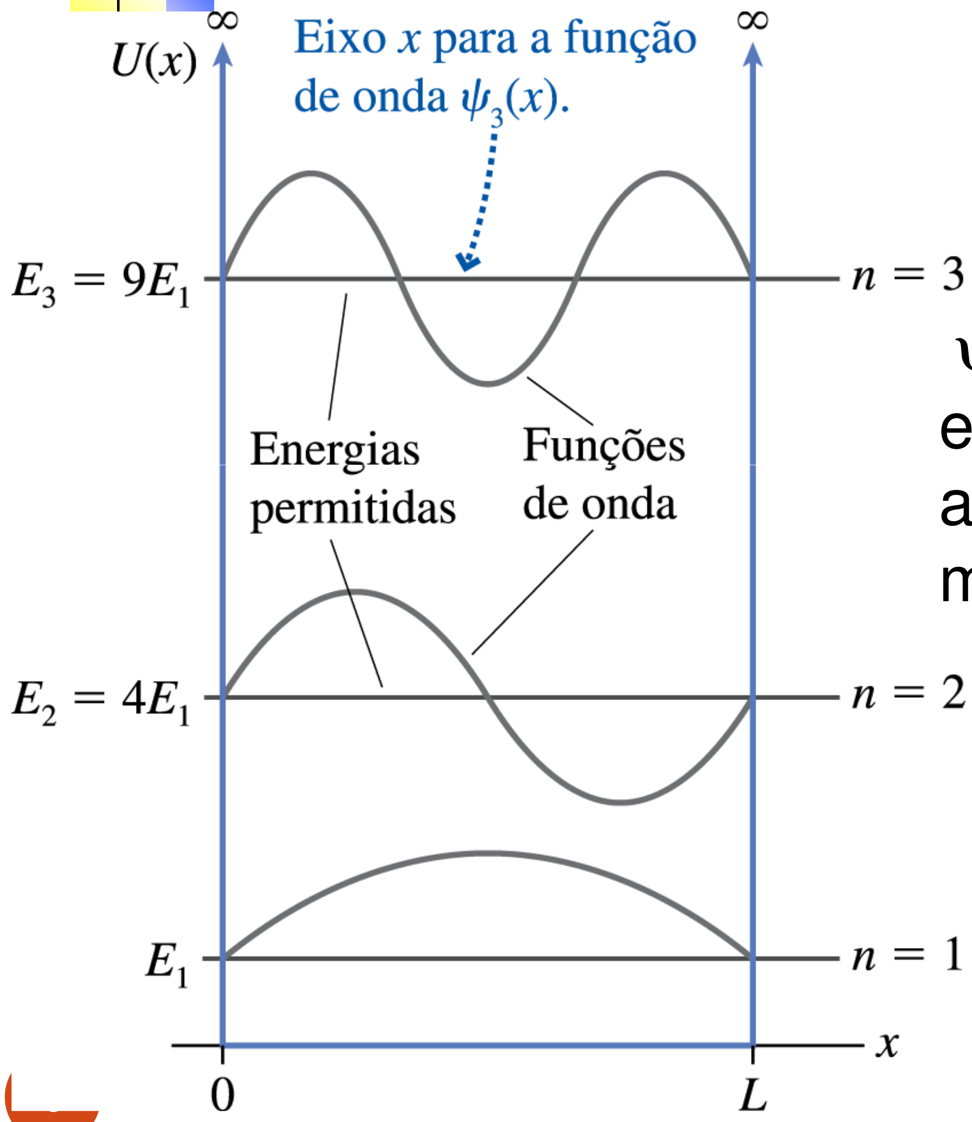
Níveis de energia para partícula em uma caixa



Funções de Onda e P(x)

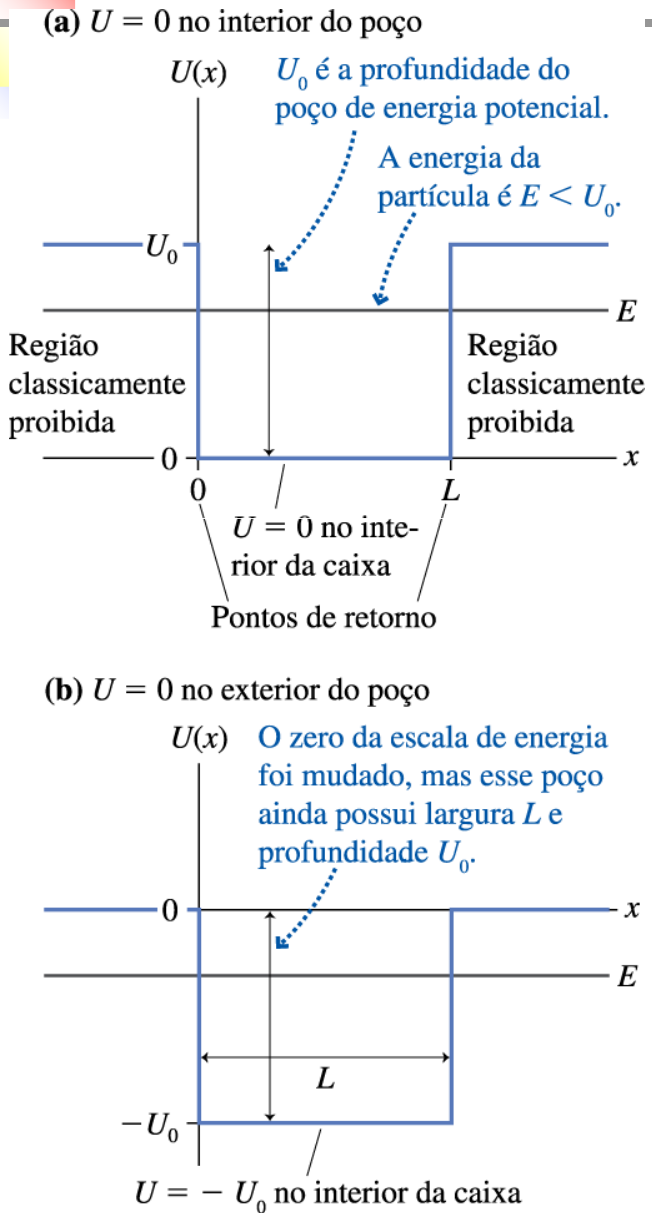


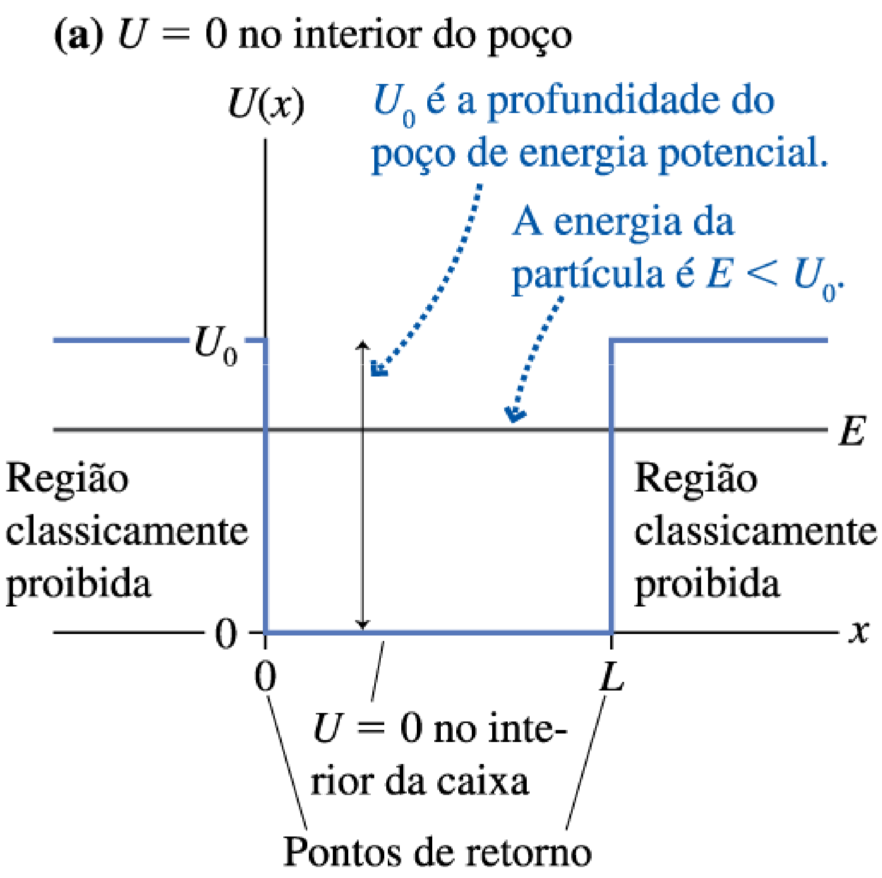
Funções de Onda e Energias



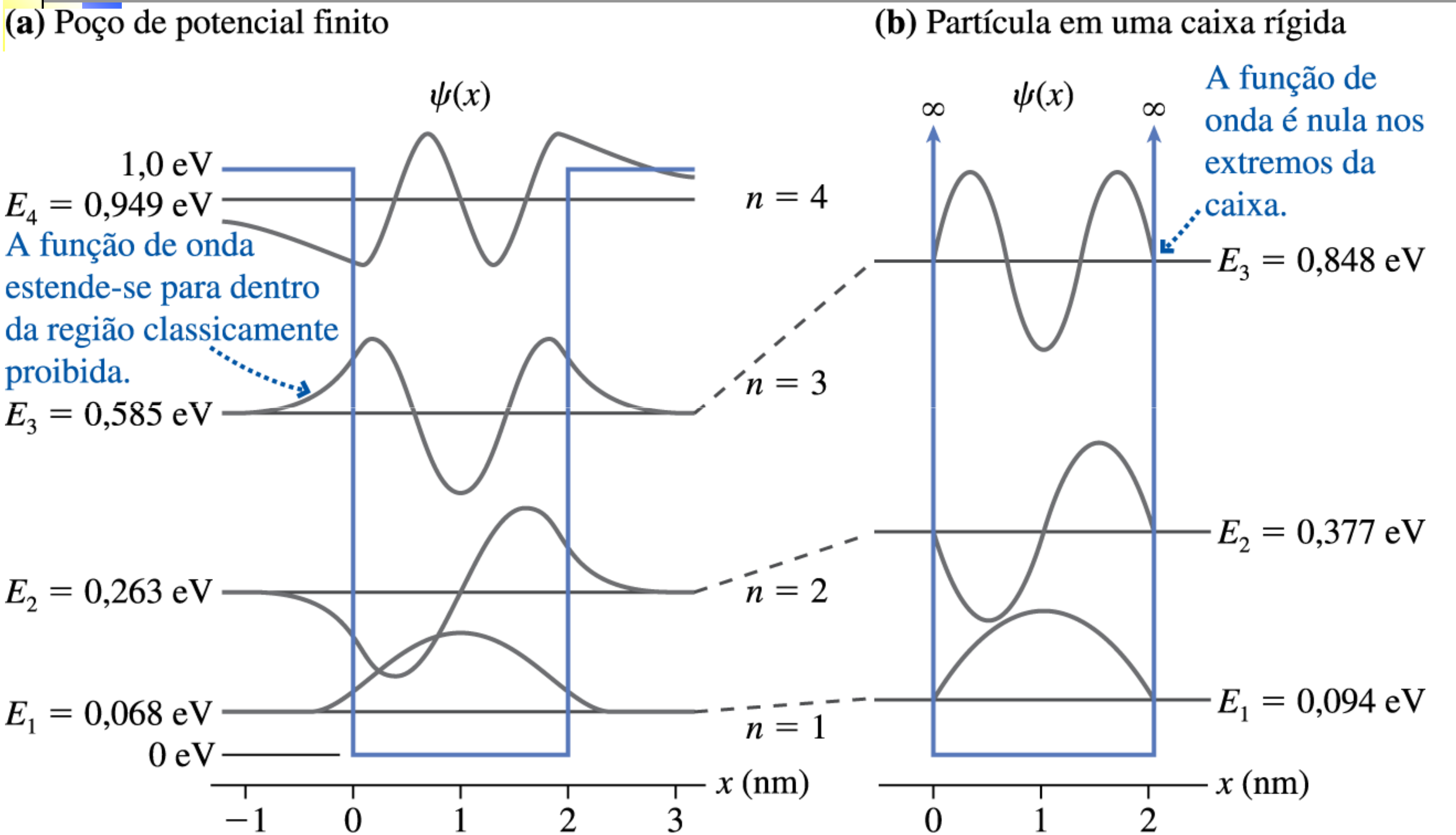
$\psi(x)$ possui (n-1) nós (zeros), excluídos os extremos, e n antinodos (máximos e mínimos)

Poço de Potencial Finito



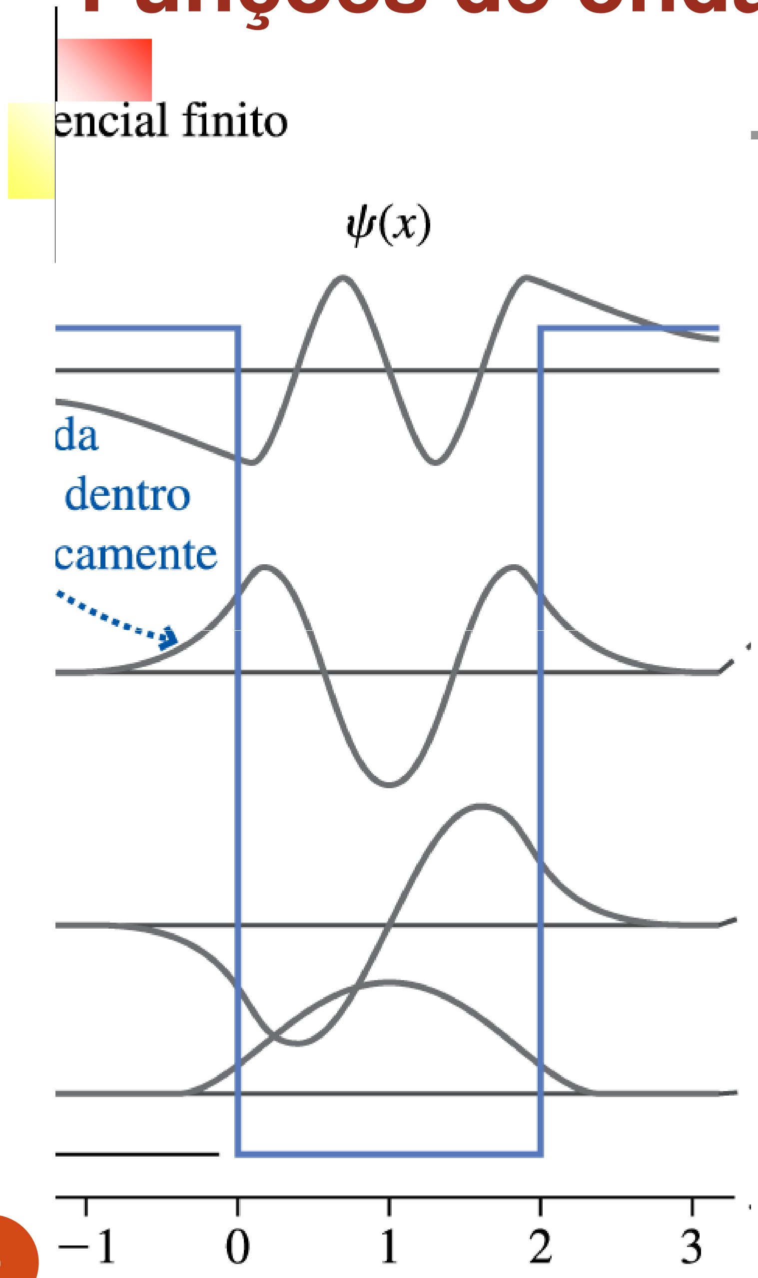


Funções de onda do Poço de Potencial Finito



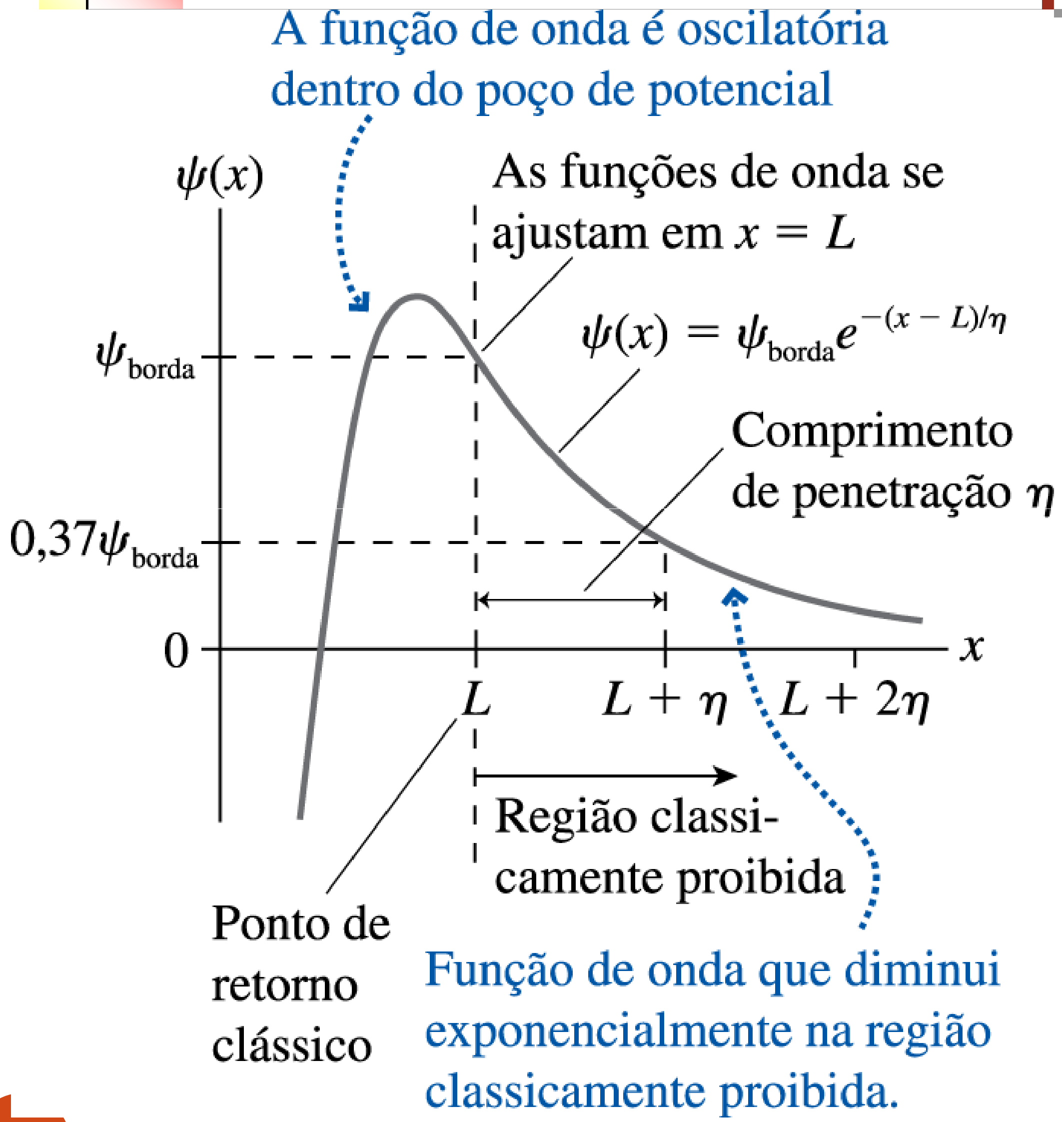
Cálculo para o elétron em um semicondutor U_0 = 1 eV e poço de largura 2 nm.

Funções de onda do Poço de Potencial Finito



1) A energia é quantizada.
2) Existe apenas um número finito de estados ligados. Não há estados estacionários para $E > U_0$.
3) Funçoes de onda são qualitativamente iguais aquelas da partícula em uma caixa rígida.
4) Extensão da função de onda para regiões classicamente proibidas.

Funções de Onda na região classicamente proibida

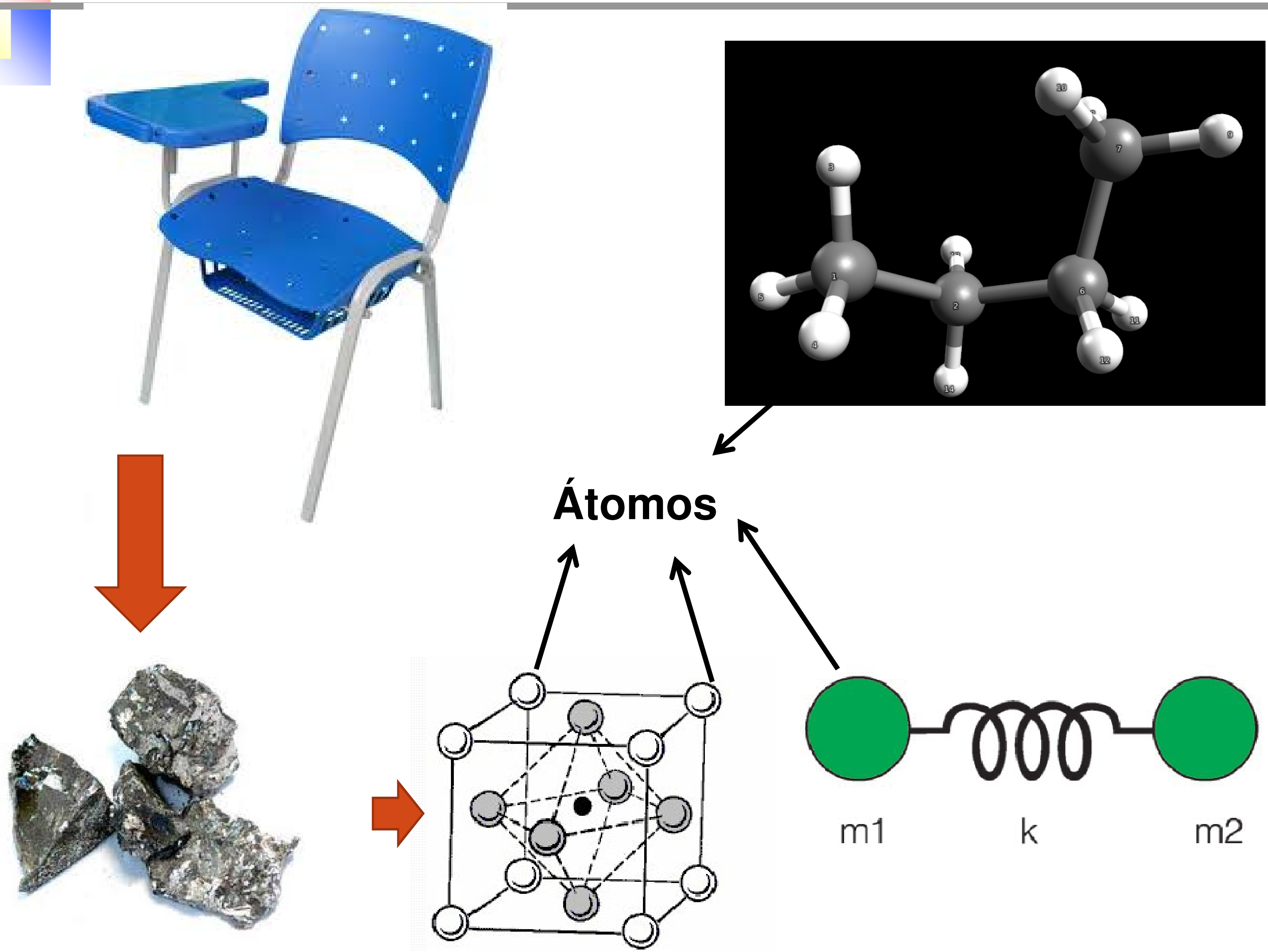


1) Observar que o comprimento de penetração depende do inverso de E – U_0, ou seja, quanto menor for essa diferença, maior será a penetração na região classicamente proibida.

Tunelamento quantomecânico

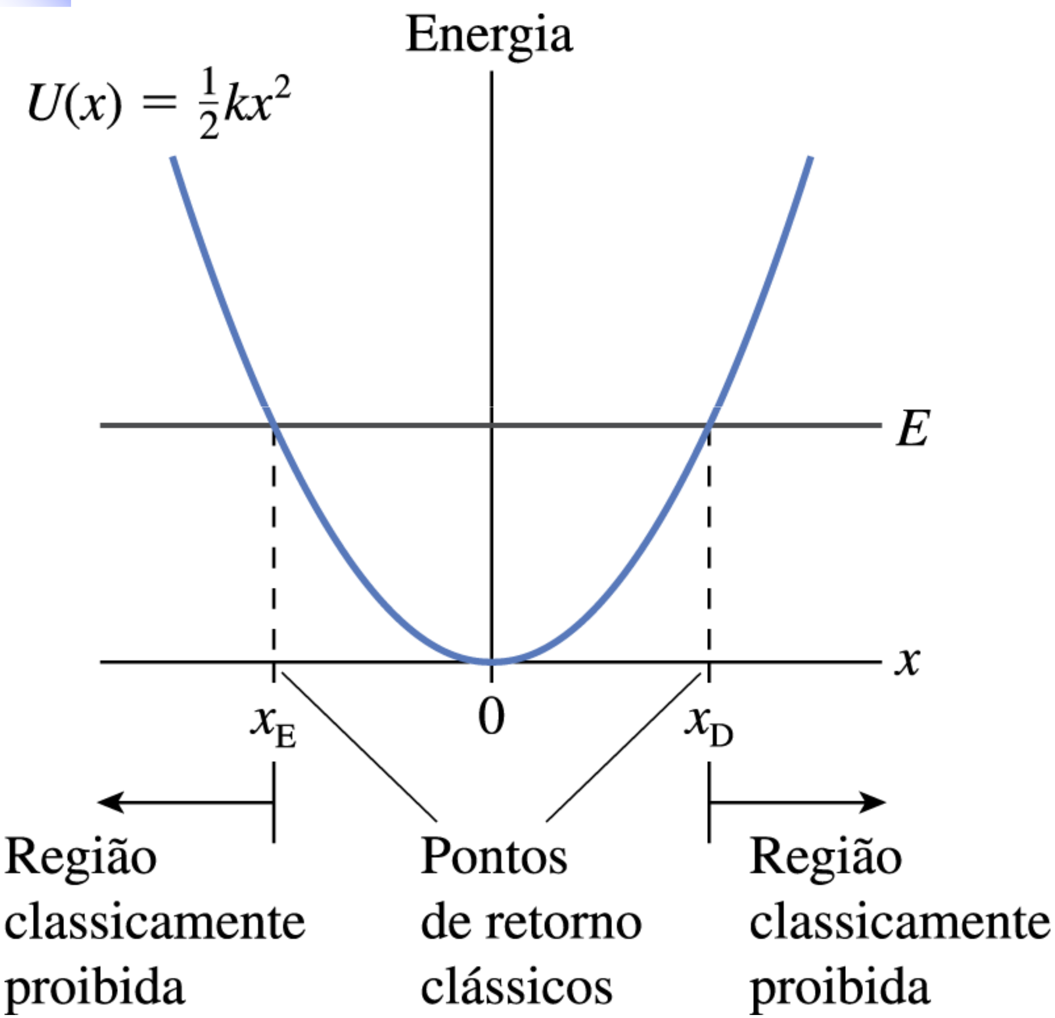
Ex. 41.7 - Um elétron encontra-se confinado em uma região de largura 2,0 nm e com profundidade de potencial igual a 1,0 eV. Qual é o comprimento de onda de penetração na região classicamente proibida para um elétron nos estados $n = 1$ e $n = 4$?

Oscilador harmônico quântico



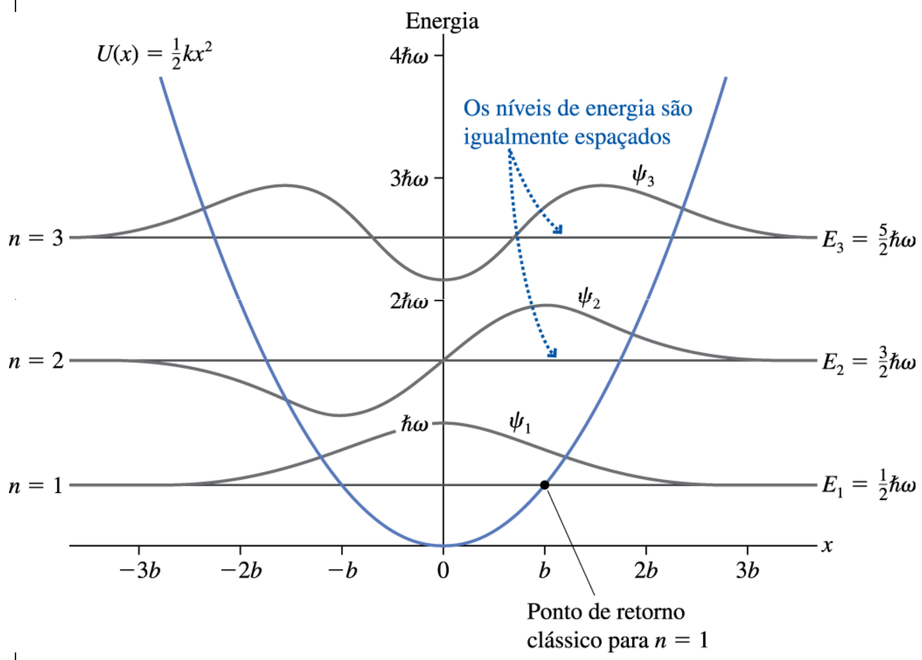
Oscilador harmônico

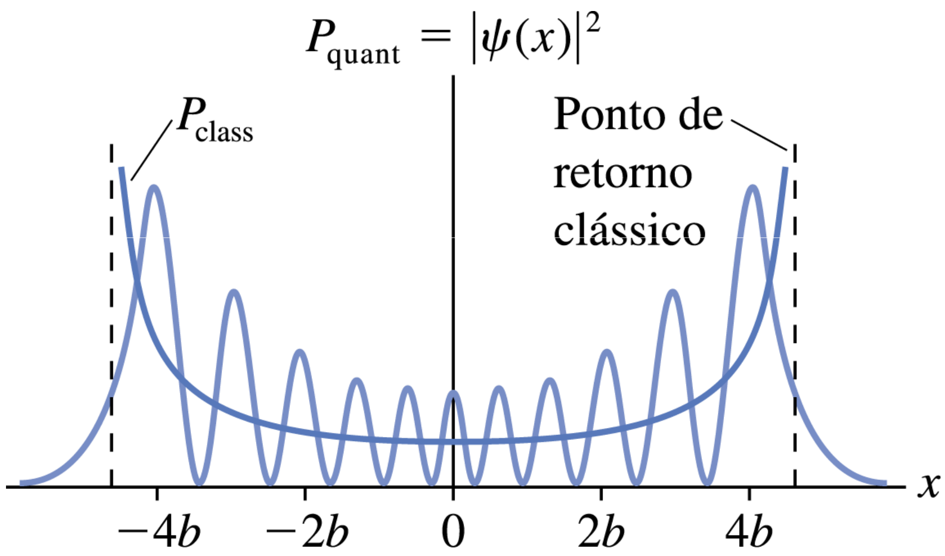
Classicamente



Oscilador harmônico Quântico

Funções de onda e Energias

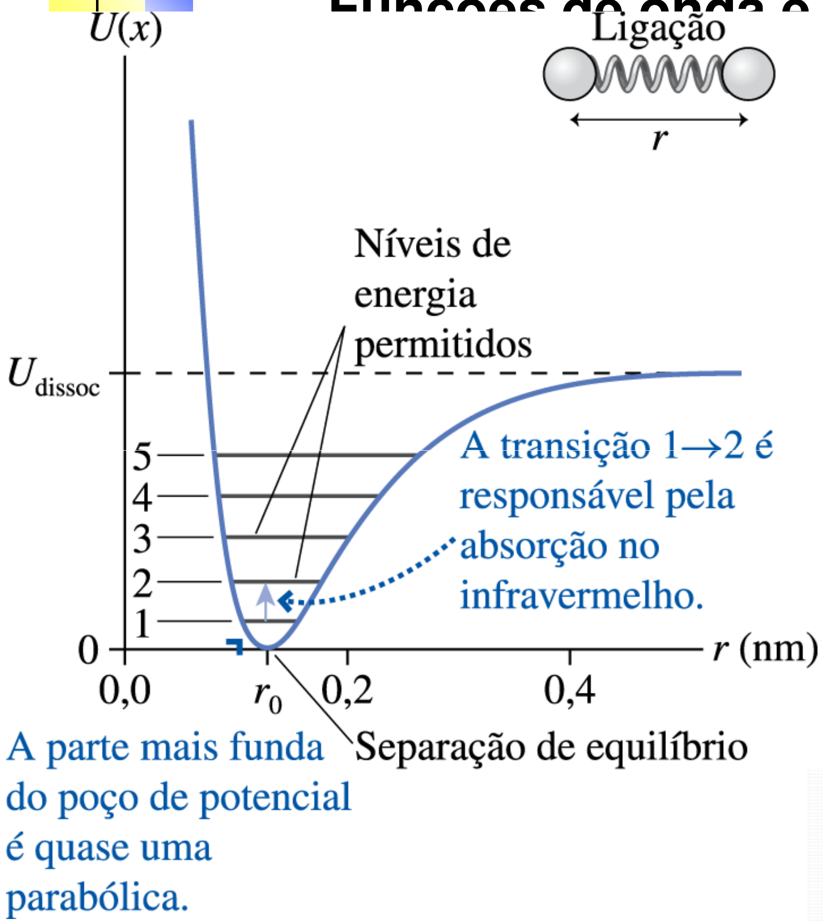


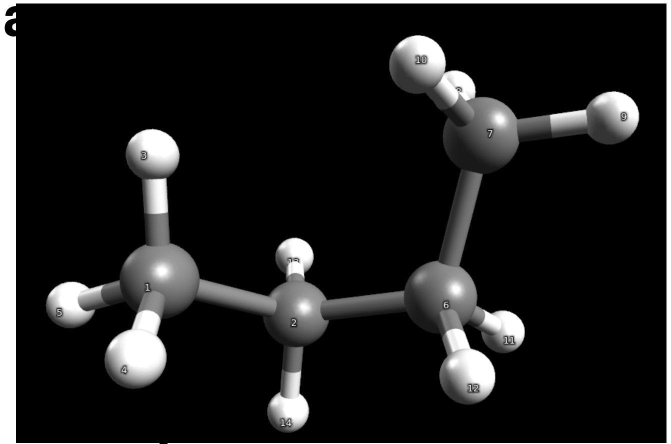


Densidade de probabilidade n = 11

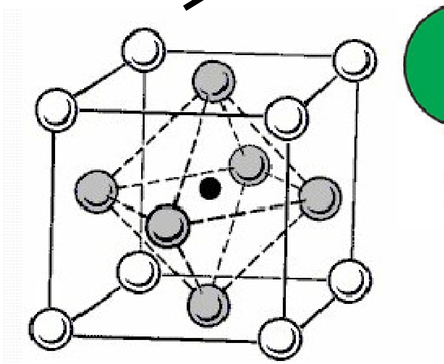
Vibrações Moleculares

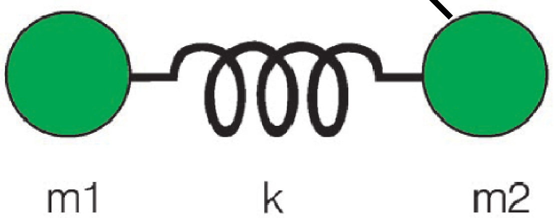
Funções de onda e Energia





Átomos

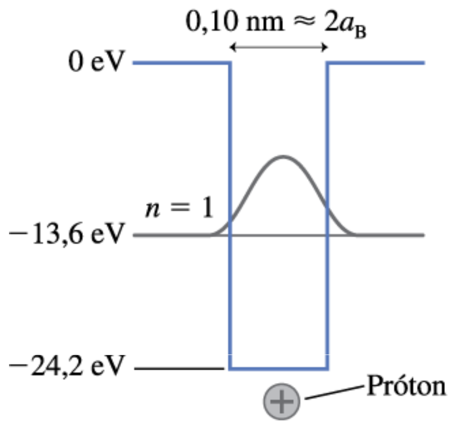




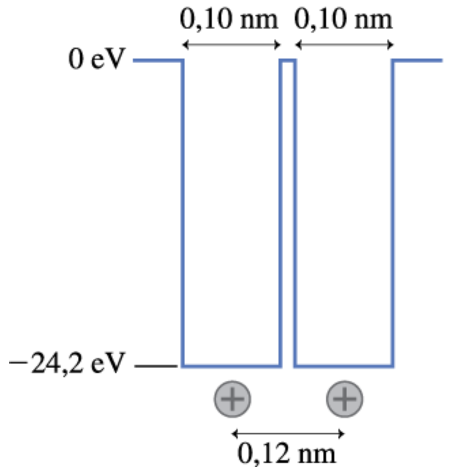
Ligação covalente

Modelo da molécula de H_2

(a) Modelo unidimensional simples de um átomo de hidrogênio

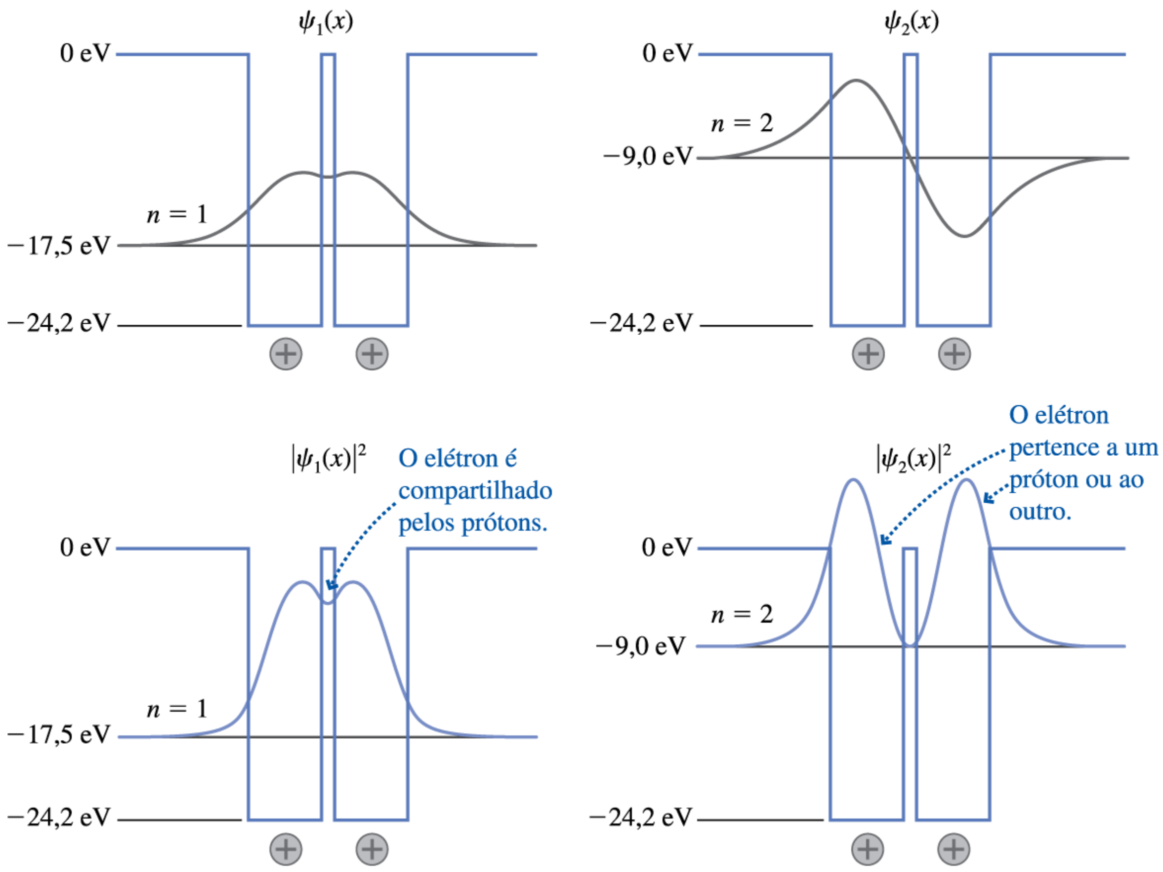


(b) Modelo da molécula de H_2 considerada como um elétron ligado a dois prótons separados por 0,12 nm



(a) Orbital ligante

(b) Orbital antiligante



Funções de onda e as P(x) para H_2

Ligação covalente

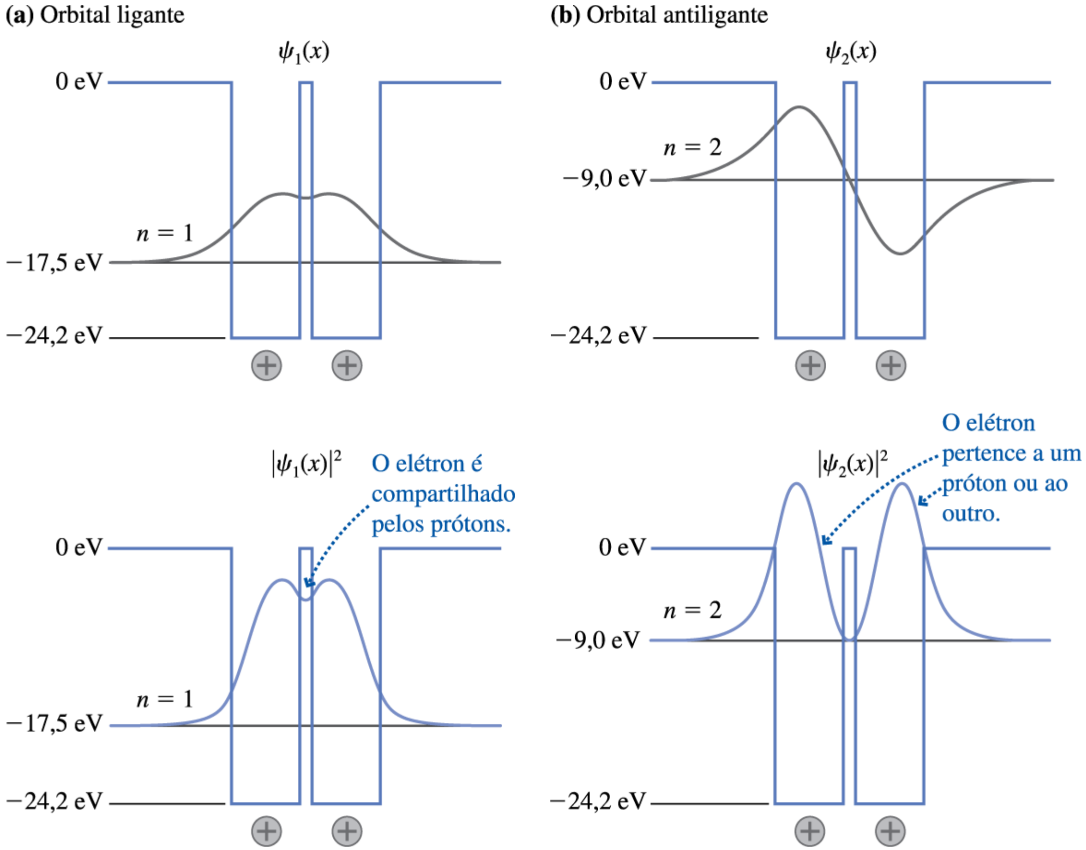
$E_{mol} = E_{p\text{-}p} + E_{elet}$

(n = 1) 12eV – 17,5eV = -5,5eV

(n = 2) 12eV – 9eV = +3eV

n=1 orbital molecular ligante

n=2 orbital molecular antiligante



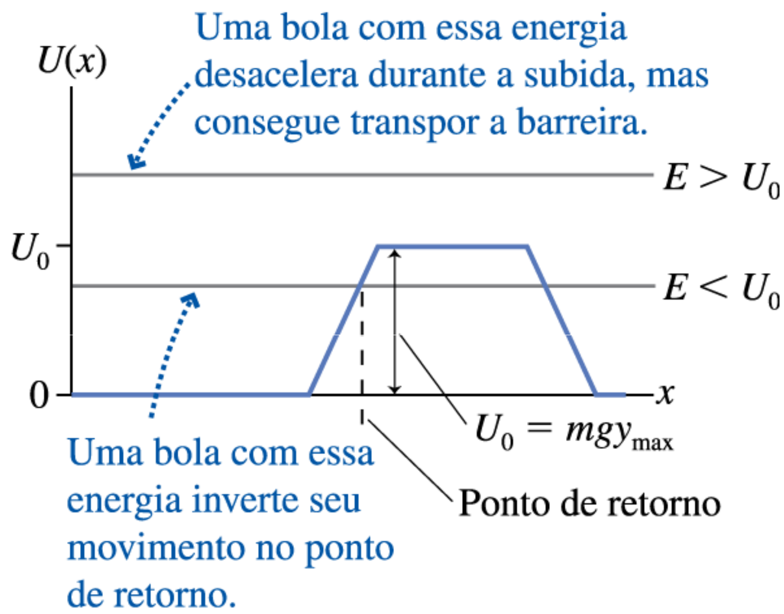
Funções de onda e as P(x) para H_2

Comprimento de penetração de um elétron

Classicamente

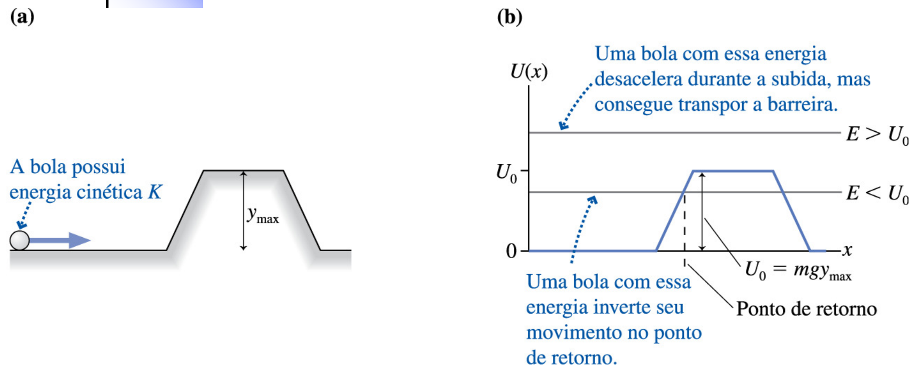
(a)

(b)

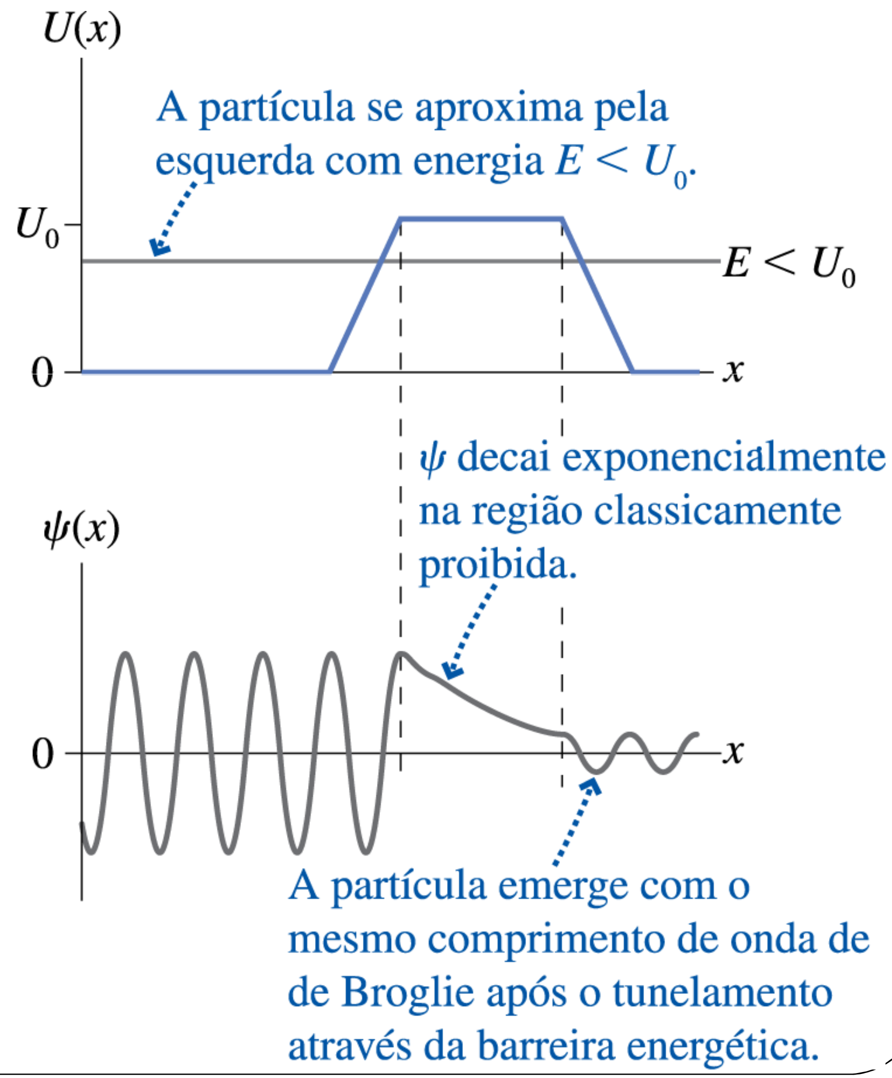


Comprimento de penetração de um elétron

Classicamente

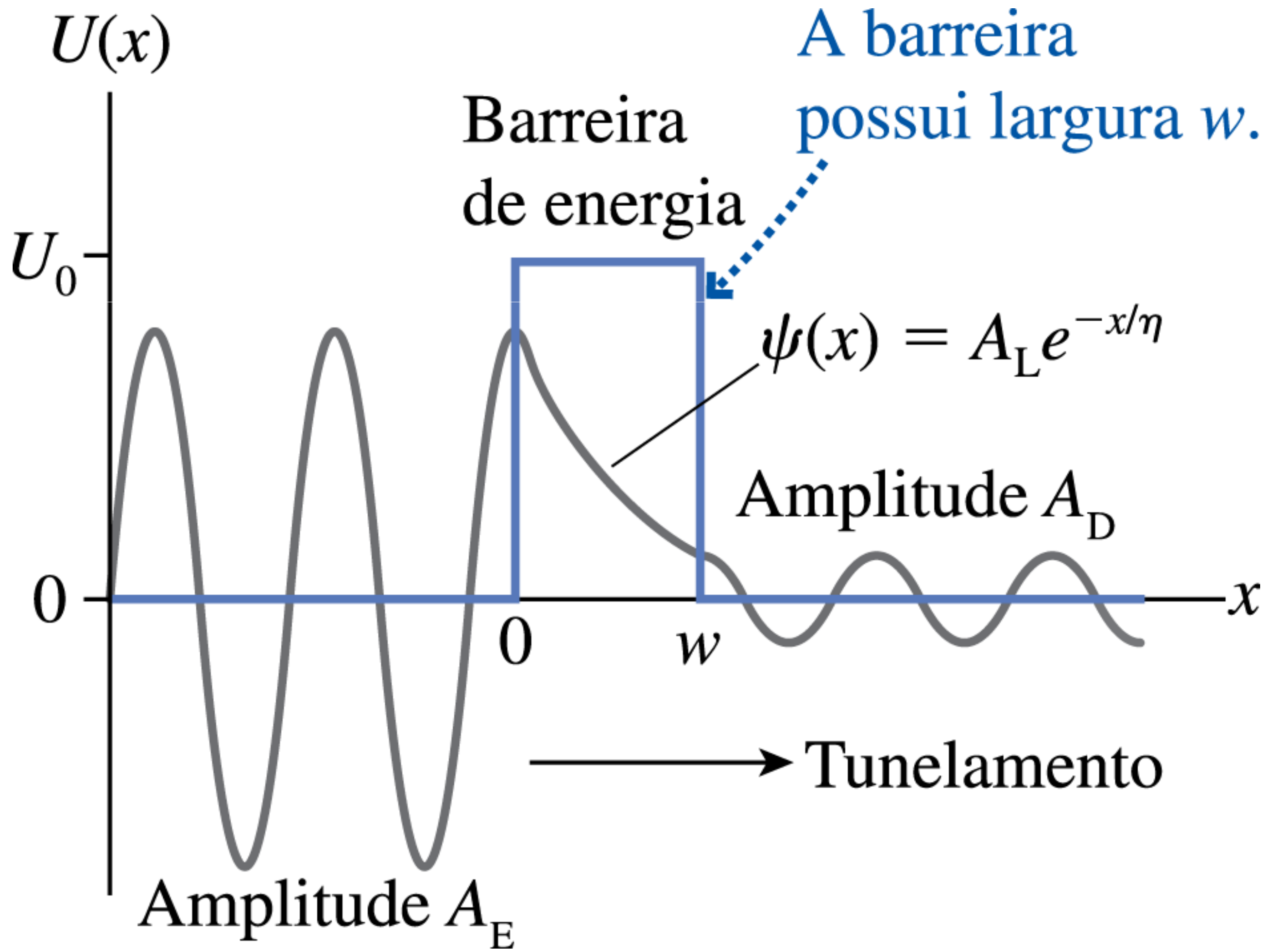


Quanticamente



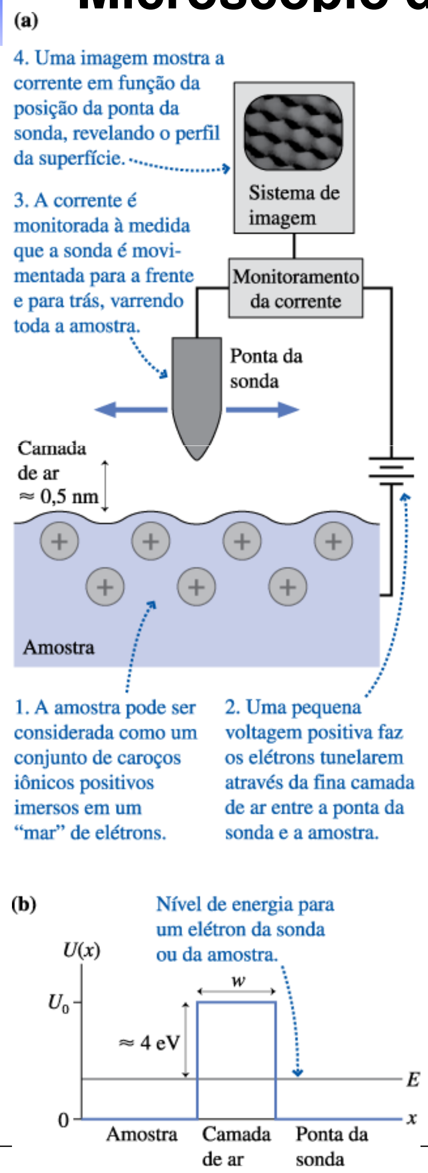
Comprimento de penetração de um elétron

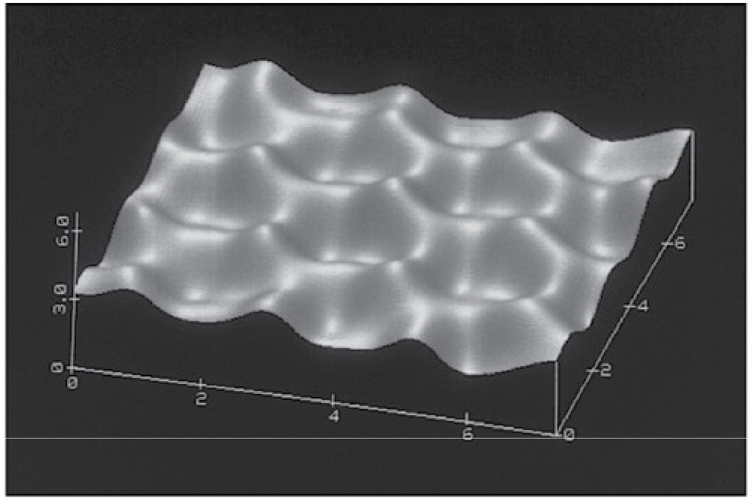
Onda de matéria (partícula) incidindo sobre a barreira



STM – *Scanning tunneling microscope*

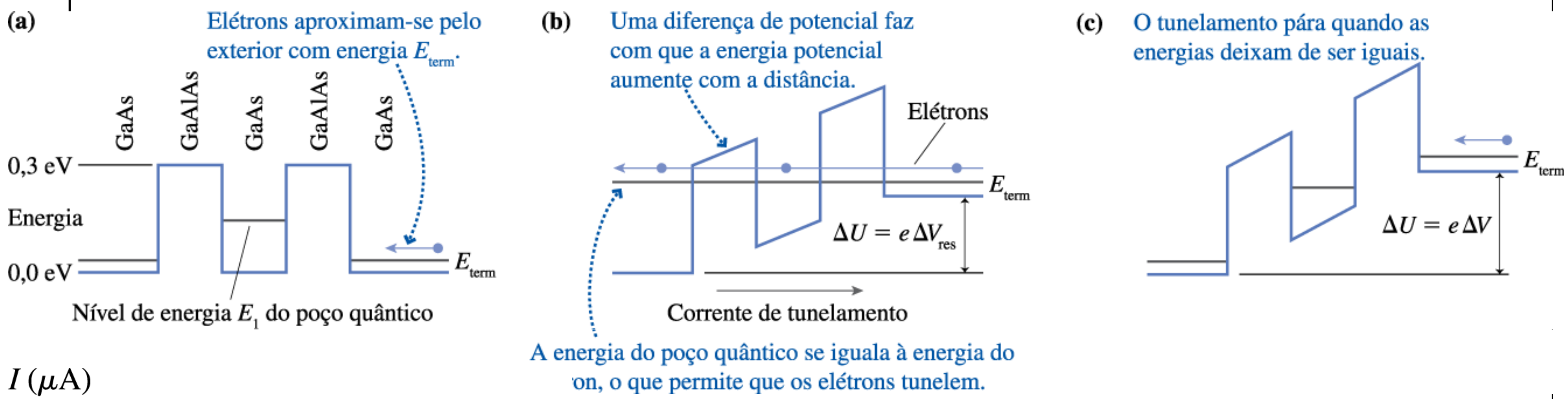
Microscópio de tunelamento

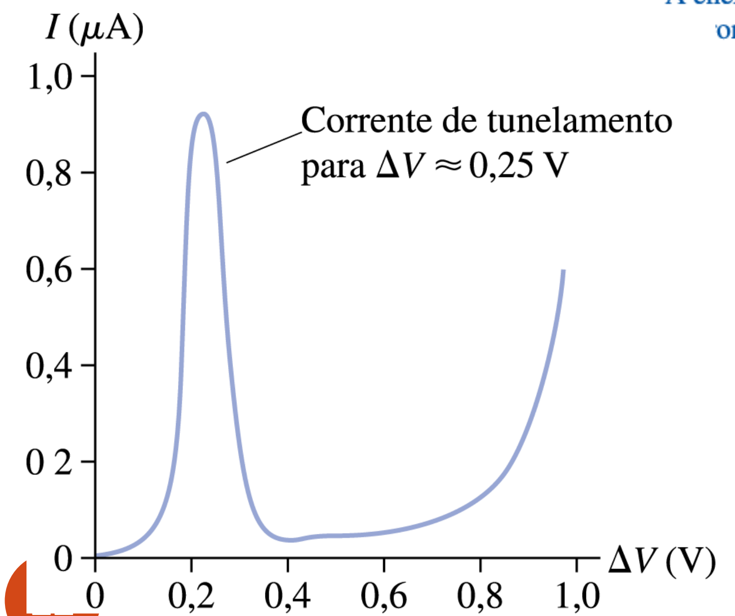




Átomos de carbono na superfície do grafite

Diodo Túnel Ressonante





Dado experimental de uma camada de 4 nm GaAs, e 10 nm de GaAlAs

Faixa estreita de voltam 0,25 V onde a corrente aumenta 10 vezes.

Circuitos digitais de computadores