** Một số hệ thức liên quan:*

- Hiệu điện thế để gia tốc hạt U: $eU = W_d = \dfrac{p^2}{2m}$.

- Hạt chuyển động ***cơ học phi tương đối tính (cơ học Newton)***: Khi $v << c$.

$$\boxed{\lambda = \frac{h}{mv}} \qquad \begin{cases} p = mv = \dfrac{h}{\lambda} \\ W_d = \dfrac{1}{2}mv^2 \end{cases} \mapsto p^2 = 2mW_d.$$

- Hạt chuyển động ***cơ học tương đối tính***: Khi v đủ lớn. Chú ý: khối lượng của vật sẽ là $m = \dfrac{m_0}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}}$

$$\boxed{\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{h}{\dfrac{m_0 v}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}}} = \frac{hc}{\sqrt{eU(eU+2mc^2)}} = \frac{hc}{\sqrt{W_d(W_d+2mc^2)}}} \qquad \begin{cases} p = mv = \dfrac{m_0}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}}v \\ W_d = m_0c^2\left(\dfrac{1}{\sqrt{1-\left(\frac{v}{c}\right)^2}} - 1\right) \end{cases}.$$

2. Hệ thức bất định Heisenberg

- Hệ thức giữa độ bất định về tọa độ và độ bất định về động lượng vi hạt:

$\Delta x.\Delta p_x \geq \hbar$

- Hệ thức giữa độ bất định về năng lượng và thời gian sống của vi hạt:

$\Delta E.\Delta t \geq \hbar$

3. Phương trình Schrödinger

3.1. Phương trình Schrödinger tổng quát đối với một vi hạt

$$i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t} = \left(-\frac{\hbar^2}{2m}\Delta + U\right)\psi.$$

- Nếu hàm thế năng U chỉ phụ thuộc vào $\vec{r}$, hàm sóng ψ có dạng hàm sóng ở trạng thái dừng:

$\psi\left(\vec{r};t\right) = e^{-\frac{i}{\hbar}Et}\psi\left(\vec{r}\right)$, Ta có phương trình Schrödinger đối với trạng thái dừng:

$$E\psi = \left(-\frac{\hbar^2}{2m}\Delta + U\left(\vec{r}\right)\right)\psi. \quad \text{hay} \quad \boxed{\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2}(E-U)\psi = 0}.$$

Trong đó toán tử $\Delta = \dfrac{\partial^2}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2}{\partial y^2} + \dfrac{\partial^2}{\partial z^2}$.

- Điều kiện của hàm sóng: *đơn trị, liên tục* và *dẫn tới* 0 khi $r \to \infty$.

- Phương trình Schrödinger ở trạng thái dừng là phương trình vi phân bậc 2 thuần nhất

$\psi(x) = C_1e^{i\beta x} + C_2e^{-i\beta x}$.

- *Cách giải phương trình vi phân bậc hai thuần nhất* $y'' + py' + qy = 0$ (1) với p, q là hằng số
- B1: Giải phương trình đặc trưng: $k^2 + pk + q = 0$.
- B2: Căn cứ vào số nghiệm của phương trình đặc trưng để kết luận nghiệm của ptvp:
  - Có hai nghiệm phân biệt $k_1; k_2$ $\to$ Nghiệm tổng quát: $y = C_1e^{k_1x} + C_2e^{k_2x}$.
  - Có nghiệm kép $k = k_1 = k_2$ $\to$ Nghiệm tổng quát: $y = (C_1 + C_2x)e^{kx}$.