Notação de raios e constante. A definição do autor é $R_{\mathrm{VED}} = nh / (Mc) = n\lambda$, sem π, e ñ = $R_{\mathrm{VED}}\, R_{\mathrm{Sch}} = 2nhG(n) / c^3$. Os cálculos circulares deste artigo são conservados usando $r_{\mathrm{VED}} = R_{\mathrm{VED}} / (2\pi)$ para o raio da circunferência. Por isso, o seu produto com o raio de Schwarzschild é a quantidade derivada ñ / (2π), não outra constante chamada ñ. Os identificadores dos exemplos de código são conservados por compatibilidade e designam esse raio circular e esse produto derivado. Para a constante do autor: $G(n) = ñc^3 / (2nh)$.

PT_25: Quadro Rigoroso de Ondas Confinadas e Estrutura Atómica

Notação de raios e constante. A definição do autor é $R_{\mathrm{VED}} = nh / (Mc) = n\lambda$, sem π, e ñ = $R_{\mathrm{VED}}\, R_{\mathrm{Sch}} = 2nhG(n) / c^3$. Os cálculos circulares deste artigo são conservados usando $r_{\mathrm{VED}} = R_{\mathrm{VED}} / (2\pi)$ para o raio da circunferência. Por isso, o seu produto com o raio de Schwarzschild é a quantidade derivada ñ / (2π), não outra constante chamada ñ. Os identificadores dos exemplos de código são conservados por compatibilidade e designam esse raio circular e esse produto derivado. Para a constante do autor: $G(n) = ñc^3 / (2nh)$.

Autor: Víctor Estrada Díaz
Licença: CC BY-NC-SA 4.0
DOI: 10.5281/zenodo.17172925

1. Princípio Geral de Estabilidade de Ondas Confinadas

Toda a onda confinada estável deve cumprir:

$$\Delta\phi_{\text{total}} = 2\pi n, \quad n \in \mathbb{Z}^{+}$$

Condições:

1. A fase deve fechar-se exatamente.
2. Não deve existir acumulação de desfasamento ($\Delta\phi(t) = 0$).
3. A estabilidade é independente de forças externas; depende apenas do comprimento de onda da própria onda.

Consequência direta:
O raio projetivo equivalente de qualquer onda confinada é:

$$r_{ved} = \frac{n\lambda}{2\pi}$$

onde $\lambda = h / (mc)$ para uma partícula de massa m.

---

2. Aplicação ao Protão

- Confinamento em 3 dimensões espaciais.
- Existência estável em todo o tempo T ($dt' = 0$).
- Fecho exato de contorno para estabilidade total.

Resultado:

$$n = 4 \quad \Rightarrow \quad R_p = \frac{4\lambda_p}{2\pi}$$

- O protão cumpre o inteiro exato → estável.
- O neutrão livre tem $n = 4 + \delta$ → deriva de fase → decai com tempo $\tau \approx 877$ s.

Interpretação:
O número 4 não é arbitrário, é **o menor inteiro compatível com estabilidade tridimensional sem degenerescência angular**.

---

3. Eletrão e Primeiro Orbital Atómico

Condição de estabilidade do eletrão:

$$r_{ved} = \frac{n\lambda_e}{2\pi}$$

- Primeiro orbital estável: $n = 137$
- Isto determina automaticamente:
  - Raio do orbital
  - Energia mínima
  - Fecho exato de contorno

Energia mínima:

$$E_{\min} = \frac{hc}{\lambda_e} = \frac{hc}{2\pi r_{ved}} \cdot n$$

- Coincide com a energia mínima observada (~13.6 eV para o hidrogénio)
- Orbitais superiores: $n > 137$ → raios e energias maiores → estabilidade relativa decrescente

---

4. Método para Determinar os Orbitais Seguintes

1. Tomar $n_{\min}$ (primeiro orbital estável, 137).
2. Incrementar $n_i = n_{\min} + 1, n_{\min} + 2, \ \ldots$
3. Calcular raios e energias:

$$r_{ved}^{(i)} = \frac{n_i \lambda_e}{2\pi}, \quad E_i = \frac{hc}{2\pi r_{ved}^{(i)}} \cdot n_i$$

4. Avaliar a estabilidade: contornos mais longos $\rightarrow$ menor rigidez $\rightarrow$ menor estabilidade relativa.
5. Isto gera **a hierarquia completa de orbitais e energias** sem postulados probabilísticos.

---

5. Confinamento Autónomo e Condensados Bosónicos

- Cada onda possui o seu próprio λ e contorno r_{ved}, independente do núcleo.
- Para bosões, múltiplas ondas podem partilhar o mesmo estado de contorno mínimo $\rightarrow$ **condensado de Bose-Einstein**.
- Pares de Cooper: $L_{\text{Cooper}} = 2 \cdot n \cdot \lambda_e \ \rightarrow$ estabilidade máxima baseada em fecho exato, não em interação nuclear.

---

6. Moléculas como Estados Ligados

- Eletrões de átomos diferentes podem formar **contornos combinados**.
- Condição de ligação:

$$\sum_i n_i \lambda_i = 2\pi r_{ved}^{\text{mol}}$$

- Cada n_i inteiro garante **fecho exato**.
- Hierarquia de ligações: contornos mais rígidos $\rightarrow$ ligações mais estáveis.
- Explica ligações simples, duplas e triplas geometricamente.

---

7. Resumo do Quadro Conceptual

Conceito	Base Geométrica	Consequência
Protão	3D, n=4, dt'=0	Estabilidade absoluta
Neutrão	3D, n=4+δ	Decaimento temporal
Eletrão	Orbital n=137	Energia mínima, fecho exato
Orbitais superiores	n>137	Energias crescentes, estabilidade decrescente
Pares de Cooper	k=2, fecho exato	Supercondutividade, estabilidade coletiva

Conceito	Base Geométrica	Consequência
Condensados bosónicos	n partilhado, r_VED independente	Estado macroscópico coerente
Moléculas	Contornos combinados, $\sum n_i \lambda_i = 2\pi r_{ved}$	Ligações químicas estáveis

Princípio unificador:

> Toda a onda confinada estável deve fechar o seu contorno exato num inteiro n. Disto deduzem-se raios, energias, estabilidade e hierarquia de estados ligados, desde partículas elementares até moléculas e condensados.

---

8. Conclusão

1. **Quadro determinista universal:** Sem probabilidades, sem postulados ad hoc.
2. **Método construtivo:** A partir de λ, determinam-se n, r_{ved} e E.
3. **Unificação de fenómenos:** Protão, eletrão, pares de Cooper, condensados, moléculas $\rightarrow$ mesmo princípio de ondas confinadas.
4. **Base para orbitais:** n inteiro exato = número de orbital $\rightarrow$ hierarquia natural de energias e raios.
5. **Aplicabilidade futura:** Permite estudar novos estados ligados e a previsibilidade de estruturas atómicas e moleculares.

DOI: 10.5281/zenodo.17172925
Autor: Víctor Estrada Díaz
Licença: CC BY-NC-SA 4.0

Fim de PT_25