

MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

Mecânica Quântica
(PEF-103)

Princípio de Correspondência

Wellington Barbosa de Souza



Alerta



Astrolink

<https://www.astrolink.com.br> > artigo > correspondencia

O Princípio Hermético da Correspondência

Ao dizer que "o que está em cima é como o que está embaixo", este **princípio** hermético fala sobre a **correspondência** existente em planos superiores e inferiores.



A mente é maravilhosa

<https://amenteemaravilhosa.com.br> > o-principio-de-cor...

O princípio de correspondência de 'O Caibalion'

O **princípio** de **correspondência**. Com essa máxima, fica estabelecido que existe uma harmonia entre o plano físico, o plano mental e o plano espiritual.

Google

princípio de correspondência

X Imagens

Lei Kwai Hermes trismegisto

O que está em cima é como o que está embaixo e o que está embaixo é como o que está em cima.

O Princípio da Correspondência em seu último grau, revela a Onisciência Divina

PENSADOR Lucas M.

Pinterest Hermes Trismegisto) O prin...

Pensador O Princípio da Correspondência em seu...



Tibério Z

<https://tiberioz.com.br> > lei-da-correspondencia-hermeti...

Lei da Correspondência Hermética: A Conexão Universal

A Lei da **Correspondência** Hermética é um dos **princípios** fundamentais que permeiam a filosofia hermética, oferecendo uma visão profunda sobre a interconexão ...



Campo Grande News

<https://www.campograndenews.com.br> > artigos > do-p...

Do princípio da correspondência - Artigos

25 de fev. de 2019 — O **princípio da correspondência** é aplicado em todas as religiões, por meio das metáforas e analogias presentes nos mais diversos textos sagrados.



Wikipedia

<https://pt.wikipedia.org> > wiki > Lei_da_Correspondência

Lei da Correspondência – Wikipédia, a enciclopédia livre

A Lei da **Correspondência** diz que o que encontramos exteriormente é o espelho daquilo que não conseguimos ver interiormente.



Terra

<https://www.terra.com.br> > ... > Horóscopo > Astrologia

Correspondência: um dos princípios que rege o Universo

22 de nov. de 2018 — Essa máxima descreve o **princípio da correspondência**. Esse princípio nos diz que, tudo o que existe no Universo tem uma correspondência. Esse ...



Círculo Escola

<https://www.circuloescola.com> > principio-de-correspon...

Princípio de correspondência é contemplação da vida

"O que está em cima é como o que está embaixo, e o que está embaixo é como o que está em cima", diz o **princípio de correspondência** de O Caibalion.

Alerta



Astrolink

<https://www.astrolink.com.br> > artigo > correspondencia

O Princípio Hermético da Correspondência

Ao dizer que "o que está em cima é como o que está embaixo", este **princípio** hermético fala sobre a **correspondência** existente em planos superiores e inferiores.



A mente é maravilhosa

<https://amenteemaravilhosa.com.br> > o-principio-de-cor...

O princípio de correspondência de 'O Caibalion'

O **princípio** de **correspondência**. Com essa máxima, fica estabelecido que existe uma harmonia entre o plano físico, o plano mental e o plano espiritual.

Google search results for "princípio de correspondência". The search bar shows the query. Below the search bar are filters for "Imagens", "Lei", "Kwai", and "Hermes trismegisto". Two image results are visible:

- Image 1:** A tree with roots and branches, with a spiral in the center. Text: "O que está em cima é como o que está embaixo" and "e o que está embaixo é como o que está em cima". Source: Pinterest (Hermes Trismegisto) O prin...
- Image 2:** A dark blue background with white text: "O Princípio da Correspondência em seu último grau, revela a Onisciência Divina". Source: Pensador (Lucas M.) O Princípio da Correspondência em seu...



Tibério Z

<https://tiberioz.com.br> > lei-da-correspondencia-hermeti...

Lei da Correspondência Hermética: A Conexão Universal

A Lei da **Correspondência** Hermética é um dos **princípios** fundamentais que permeiam a filosofia hermética, oferecendo uma visão profunda sobre a interconexão ...



Campo Grande News

<https://www.campograndenews.com.br> > artigos > do-p...

Do princípio da correspondência - Artigos

25 de fev. de 2019 — O **princípio da correspondência** é aplicado em todas as religiões, por meio das metáforas e analogias presentes nos mais diversos textos sagrados.



Wikipedia

<https://pt.wikipedia.org> > wiki > Lei_da_Correspondência

Lei da Correspondência – Wikipédia, a enciclopédia livre

A Lei da **Correspondência** diz que o que encontramos exteriormente é o espelho daquilo que não conseguimos ver interiormente.



Terra

<https://www.terra.com.br> > ... > Horóscopo > Astrologia

Correspondência: um dos princípios que rege o Universo

22 de nov. de 2018 — Essa máxima descreve o **princípio da correspondência**. Esse princípio nos diz que, tudo o que existe no Universo tem uma correspondência. Esse ...



Círculo Escola

<https://www.circuloescola.com> > principio-de-correspon...

Princípio de correspondência é contemplação da vida

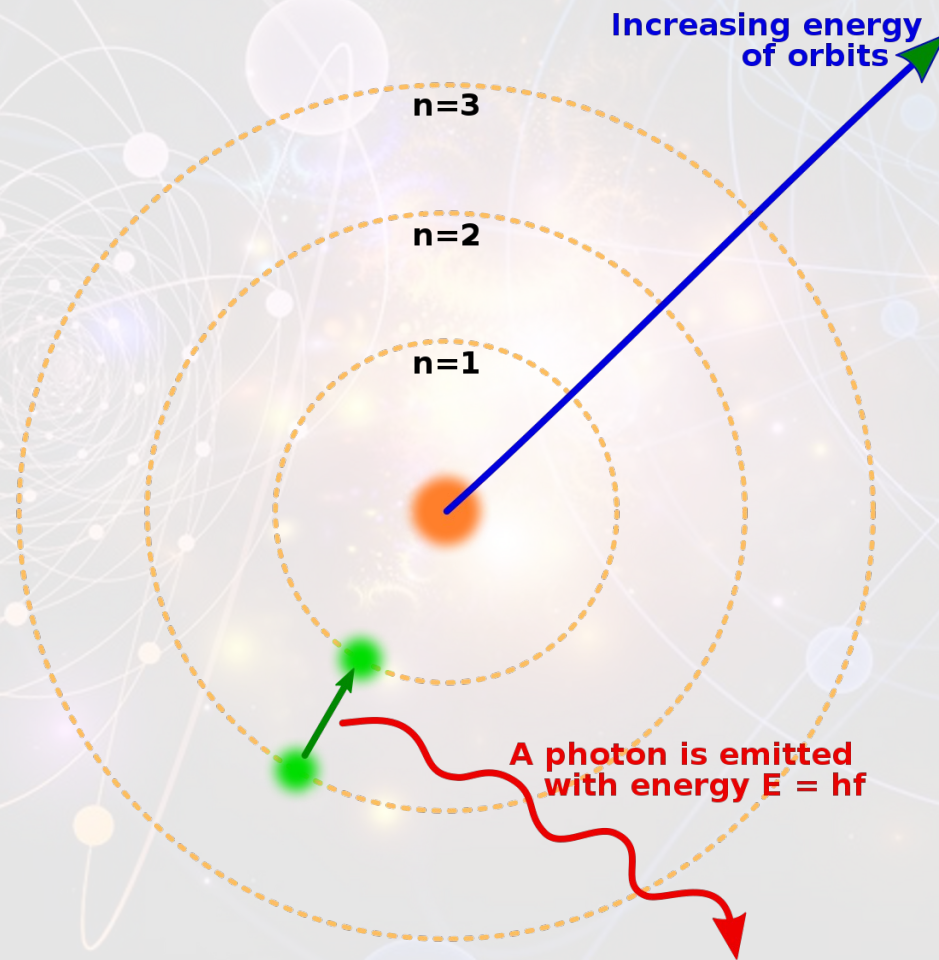
"O que está em cima é como o que está embaixo, e o que está embaixo é como o que está em cima", diz o **princípio de correspondência** de O Caibalion.

1 PHYSICS

1.1 History

Aristotle said a bunch of stuff that was wrong. Galileo and Newton fixed things up. Then Einstein broke everything again. Now, we've basically got it all worked out, except for small stuff, big stuff, hot stuff, cold stuff, fast stuff, heavy stuff, dark stuff, turbulence, and the concept of time.

O Modelo de Bohr para o Átomo de Hidrogênio



O Modelo de Bohr para o Átomo de Hidrogênio

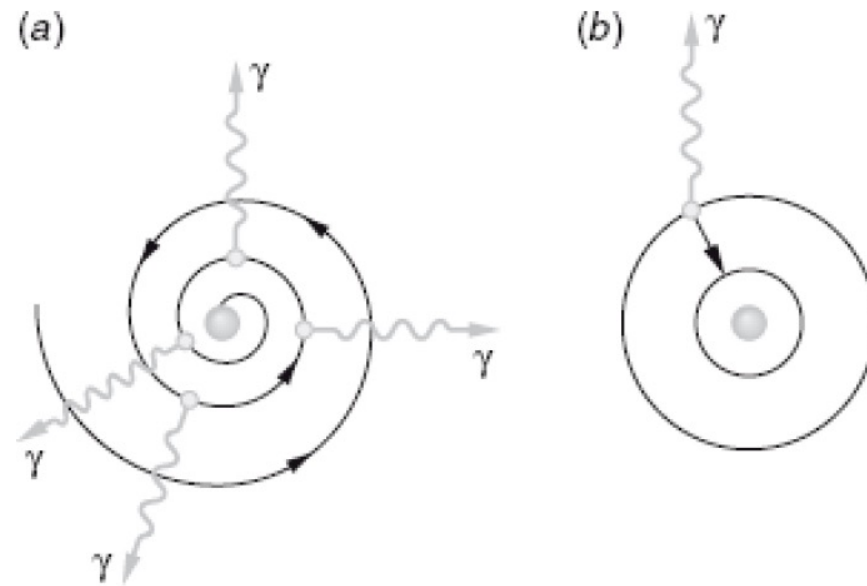


FIGURA 4-15 (a) No modelo clássico do átomo, o elétron descreve uma espiral em direção ao núcleo porque está constantemente irradiando energia. (b) No modelo de Bohr, o elétron só irradia energia quando executa uma transição para uma órbita de raio menor.

Postulados de Bohr

Bohr “resolveu” todos esses problemas através de dois postulados revolucionários:

1. *Os elétrons se movem em certas órbitas sem irradiar energia.*
2. *Os átomos irradiam quando um elétron sofre uma transição de um estado estacionário para outro e a frequência f da radiação emitida está relacionada às energias das órbitas através da equação:*

$$hf = E_i - E_f$$

Regra de Seleção

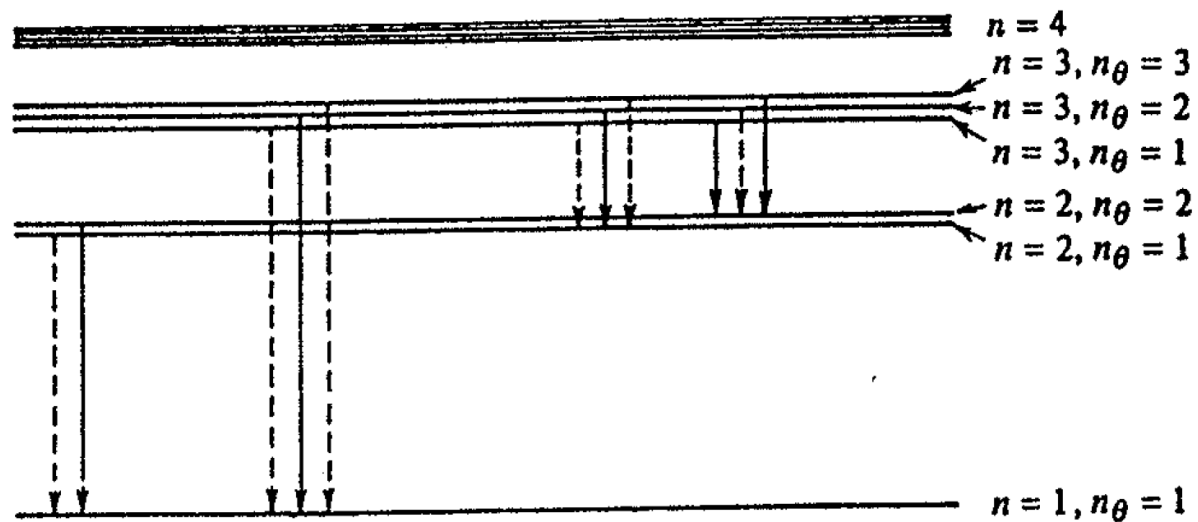


FIGURA 4-19. A separação de estrutura fina de alguns níveis de energia do átomo de hidrogênio. A separação é bastante exagerada. Transições que produzem as linhas observadas no espectro do hidrogênio são indicadas por setas sólidas.

Eisberg, Robert, e Resnick, Robert. Física Quântica. LTC Editora, 2011.

As transições ocorrem apenas se:

$$n_{\theta_i} - n_{\theta_f} = \pm 1$$

Princípio de Correspondência

Para determinar as energias dos estados estacionários, Bohr lançou mão de um terceiro postulado, hoje conhecido como *princípio de correspondência*, que teve consequências profundas:

- a. As previsões baseadas na teoria quântica devem demonstrar comportamento compatível com os resultados clássicos nos limites em que o número quântico tende a infinito.
- b. Uma regra de seleção é válida em todos os números quânticos possíveis. Portanto, todas as regras de seleção que são necessárias para se obter a correspondência exigida no limite clássico também se aplicam ao limite quântico.

Exemplo 1.

Considere um oscilador harmônico unidimensional. De acordo com a mecânica quântica, a energia total E do oscilador (potencial e cinética), possui um conjunto de valores discretos:

$$E = \left(n + \frac{1}{2}\right) \hbar\omega, n = 0, 1, 2, 3, \dots,$$

No entanto, um oscilador harmônico clássico, como uma bola presa a uma mola, a energia do sistema pertence a um contínuo de valores. Podemos verificar que essa ideia de sistema macroscópico cai no princípio da correspondência. A energia de um oscilador harmônico clássico é a seguinte:

$$E = \frac{m\omega^2 A^2}{2}$$

Exemplo 1.

E o número quântico (n) vale:

$$n = \frac{E}{\omega \hbar} - \frac{1}{2} = \frac{m\omega A^2}{2\hbar} - \frac{1}{2}$$

Se aplicarmos os seguintes valores típicos de sistemas considerados macroscópicos: $m = 1\text{kg}$, $\omega = 1\text{ rad/s}$, e $A = 1\text{ m}$:

$$n \approx 5 \cdot 10^{33}$$

Um número quântico muito alto.

Exemplo 2.

Aplique o princípio da correspondência para a radiação do átomo de hidrogênio no limite clássico.

A frequência de revolução ν_0 de um elétron em uma órbita de Bohr é dada por:

$$\nu_0 = \frac{v}{2\pi r} = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \frac{me^4}{4\pi\hbar^3} \frac{2}{n^3}$$

De acordo com a física clássica, a frequência da luz emitida nesse caso é igual a ν_0 , a frequência de revolução. A física quântica prevê que a frequência ν da luz emitida é:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = c\kappa = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \frac{me^4}{4\pi\hbar^3} \left[\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right]$$

Exemplo 2.

Mas se isso deve ser igual a ν_0 , devemos ter $n_i - n_f = 1$, como uma regra de seleção para grandes números quânticos. Com isso obtemos:

$$\nu = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \frac{me^4}{4\pi\hbar^3} \left[\frac{1}{(n-1)^2} - \frac{1}{n^2} \right] = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \frac{me^4}{4\pi\hbar^3} \left[\frac{2n-1}{(n-1)^2 n^2} \right]$$

onde $n_i = n$ e $n_f = n - 1$. Então se $n \rightarrow \infty$ temos:

$$\nu = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \frac{me^4}{4\pi\hbar^3} \left[\frac{1}{(n-1)^2} - \frac{1}{n^2} \right] = \left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\right)^2 \frac{me^4}{4\pi\hbar^3} \left[\frac{2n-1}{(n-1)^2 n^2} \right]$$

$\frac{2}{n^3}$

De modo que $\nu_0 \rightarrow \nu$ quando $n \rightarrow \infty$.

Exemplo 2.

Ilustrando a correspondência para n grande:

TABELA 4-2 O Princípio da Correspondência para o Hidrogênio

n	ν_0	ν	Diferença %
5	$5,26 \times 10^{13}$	$7,38 \times 10^{13}$	29
10	$6,57 \times 10^{12}$	$7,72 \times 10^{12}$	14
100	$6,578 \times 10^9$	$6,677 \times 10^9$	1,5
1.000	$6,5779 \times 10^6$	$6,5878 \times 10^6$	0,15
10.000	$6,5779 \times 10^3$	$6,5789 \times 10^3$	0,015

Referência Bibliográfica

Tipler, P. A., & Llewellyn, R. A. (2017). Física Moderna. LTC Editora - Grupo Gen.

Eisberg, Robert, e Resnick, Robert. Física Quântica. LTC Editora, 2011.

Princípio da correspondência. Wikipedia. Disponível em:

https://pt.wikipedia.org/wiki/Princ%C3%ADpio_da_correspond%C3%Aancia. Acessado em: 7 de março de 2024.

The background features a complex network of thin, light-colored lines connecting various sized circles. Some circles are solid and colored in shades of blue, white, and yellow, while others are faint outlines. A bright, multi-colored glow emanates from the center, transitioning from yellow to orange and red, with a soft, ethereal light spreading across the scene.

OBRIGADO!

Welington Barbosa de Souza

welington.barbosa@ufabc.edu.br

Universidade Federal do ABC