

Kankor Widget ابزار کانکور

جدیدترین تکنالوژی آموزشی در سطح کشور

ثابت متلاشی (Decay constant)





فهرست مطالب

- 1 ثابت متلاشی (Decay constant)
- 1 نیم عمر ماده رادیواکتیف (Half-life of radioactive substance)
- 4 حفاظت در برابر اشعه
- 4 پرسش‌ها
- 5 منابع
- 6 مأخذ

ثابت متلاشی

Decay constant

اهدا کننده: ابزار کانکور

منبع: کتابخانه درخت دانش

جواز / دارنده حق چاپ: دامنه عمومی / CC.0

نویسنده : استاد مدیحه احمدی

ثابت متلاشی (Decay constant)

مشاهدات نشان داده است که اگر یک نمونه رادیواکتیف (N) هسته رادیواکتیف را شامل باشد، در این صورت تعداد هسته‌هایی که متلاشی (ΔN) می‌شوند، در یک انتروال کوچک زمانی (Δt) مستقیماً متناسب به تعداد هسته‌های رادیواکتیف (N) می‌باشد، یعنی:

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} \approx N \quad \dots\dots\dots(1)$$

برای اینکه رابطه مذکور به مساوات تبدیل شود، آن را ضرب یک ثابت می‌کنیم که داریم:

$$\frac{\Delta N}{\Delta t} = \lambda N \Rightarrow \Delta N = -\lambda \cdot N \cdot \Delta t \quad \dots\dots\dots(2)$$

در رابطه بالا (N) تعداد هسته‌های رادیواکتیف، (Δt) انتروال زمانی و (λ) بنام ثابت متلاشی یاد می‌شوند. علامه منفی نشان می‌دهد که تعداد هسته‌های رادیواکتیف (N) نظر به زمان کاهش پیدا می‌کند که در این صورت تعداد هسته‌های قابل متلاشی (ΔN) منفی می‌باشد. قیمت ثابت متلاشی (λ) میزان متلاشی شدن را برای یک ایزوتوپ نشان می‌دهد. میزان متلاشی شدن یا فعالیت اکتیویته (R) برای یک نمونه، نسبت تعداد هسته‌های متلاشی شده بر زمان تعریف می‌کنند، پس می‌توان آن را در یک معادله ریاضیکی طور ذیل نوشت:

$$R = \left| \frac{\Delta N}{\Delta t} \right| \quad \dots\dots\dots(3)$$

با استفاده از رابطه (۲) قیمت ΔN را در رابطه اخیر وضع می‌کنیم و در می‌یابیم که:

$$R = \left| \frac{\Delta N}{\Delta t} \right| = \left| \frac{-\lambda \cdot N \cdot \Delta t}{\Delta t} \right| \Rightarrow R = \lambda \cdot N \quad \dots\dots\dots(4)$$

در رابطه مذکور R عبارت از تشعشع یا فعالیت ماده رادیواکتیف می‌باشد. رابطه (۴) نشان می‌دهد که به هراندازه قیمت ثابت متلاشی (λ) بزرگ باشد، به همان اندازه ایزوتوپ مکرراً متلاشی می‌شود و مقدار تشعشع بیشتر است و اجسامی که قیمت ثابت متلاشی (λ) در آن‌ها کم باشد به شکل بتی متلاشی شده و تشعشع آن‌ها کمتر است.

نیم عمر ماده رادیواکتیف (Half-life of radioactive substance)

در یک قطعه از ماده رادیواکتیف تعداد زیادی هسته رادیواکتیف وجود دارد. این هسته‌ها با گذشت زمان به تدریج تغییر می‌کنند. به هر اندازه‌یی که زمان بیشتر بالای یک هسته رادیواکتیف می‌گذرد، به همان اندازه تعداد هسته‌های باقی مانده ماده رادیواکتیف اولی کمتر می‌شود که این تغییرات را در فزیک هسته به کمیت تحت نام نیم عمر بیان می‌کنند و این کمیت طور ذیل تعریف می‌شود:

نیم عمر مدت زمانیکه در آن نصف مقدار عنصر رادیواکتیف تجزیه می‌شود، یا نیم عمر یک ماده رادیواکتیف زمانی است که طی آن نیمی از هسته‌های رادیواکتیف موجود در آن متلاشی (Decay) می‌شوند.

نیم عمر را با سمبول $(T_{1/2})$ نشان می‌دهند. نیم عمر عناصر مختلف متفاوت می‌باشد مثلاً نیم عمر یورانیوم $(^{238}_{92}U)$ در حدود (4.5×10^9) سال، نیم عمر کربن $(^{14}_6C)$ در حدود (5570) سال، نیم عمر کوبالت در حدود 5.25 سال و غیره می‌باشد. اگر یورانیوم 238 را در نظر بگیریم هسته این ایزوتوپ یورانیوم با تشعشع ذره آلفا متلاشی شده و به توریم 234 تبدیل می‌شود با استفاده از نیم عمر می‌توان گفت که (4.5×10^9) سال طول میکشد تا نیمی از هسته‌های یورانیوم به هسته توریم تبدیل شوند. قسمتی که دیده می‌شود نیم طول عمر یورانیوم از عمر زمین بیشتر است به این دلیل هنوز هم مقدار قابل ملاحظه یورانیوم 238 در طبیعت وجود دارد. طوری که در مثال‌های نیم عمر دیدیم نیم عمر بعضی از هسته‌ها بسیار کوتاه است به همین دلیل این نوع ایزوتوپ‌ها در طبیعت یافت نمی‌شوند.

نیم عمر $(T_{1/2})$ هسته رادیواکتیف با ثابت متلاشی (λ) آن رابطه معکوس دارد که در این صورت داریم:

$$T_{1/2} \approx \frac{1}{\lambda} \dots\dots\dots(5)$$

که برای تبدیل رابطه (5) به مساوات باید یک مقدار ثابت ضرب سمت راست رابطه شود که این مقدار ثابت از محاسبات به اندازه $(\ln 2 = 0.693)$ بدست آمده است که با گذاشتن این قیمت در رابطه (5) درمیابیم:

$$T_{1/2} = \ln 2 \cdot \frac{1}{\lambda} = 0.693 \cdot \frac{1}{\lambda}$$

$$\Rightarrow T_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda} \dots\dots\dots(6)$$

میدانیم که با گذشت زمان هسته‌های رادیواکتیف متلاشی می‌شوند برای دریافت تعداد هسته‌های باقی مانده بعد از سپری شدن زمان از معادله ذیل استفاده به عمل می‌آید:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2} \right)^n \dots\dots\dots(7)$$

در رابطه بالای N_0 عبارت از تعداد هسته‌ها در زمان N_0 ، n عبارت از تعداد نیم عمر و N عبارت از تعداد هسته‌های باقی مانده بعد از سپری شدن زمان می‌باشند. قیمت (n) همیشه یک عدد مثبت است و از نسبت بین زمان سپری شده (t) و نیم عمر $(T_{1/2})$ بدست می‌آید یعنی:

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \dots\dots\dots(7)$$

مثال ۱) کوبالت ۶۰ به عنوان منبع تولید اشعه گاما (γ) در صنایع مختلف به کار برده می‌شود. این ایزوتوپ که می‌توان آن را در ریاکتورهای تحقیقاتی تولید کرد. دارای نیم عمر ۵.۲۵ سال است، پس بعد از ۲۶ سال چه کسری از هسته‌های کوبالت ۶۰ در نمونه اولیه باقی خواهد ماند؟

حل: همیشه یک هسته بی ثبات بعد از سپری شدن نیم عمرش نیمی از هسته خود را از دست داده و متلاشی می‌شود. نیم هسته باقی مانده هم بعد از سپری شدن مدتی به اندازه نیم عمر، دوباره متلاشی شده و این هسته نصف شده باز دوباره نصف می‌گردد که ربع از هسته اولیه باقی می‌ماند و به همین شکل هسته بی ثبات متلاشی شدنش را انجام می‌دهد. در این صورت می‌توان نوشت:

تعداد نیم عمر	۰	۱	۲	۳	۴	۵
۶۰ مقدار باقی مانده از کوبالت	m	$\frac{m}{2}$	$\frac{m}{4}$	$\frac{m}{8}$	$\frac{m}{16}$	$\frac{m}{32}$

یعنی بعد از سپری شدن ۲۶ سال بالای هسته کوبالت مقدار $\left(\frac{1}{32} = 0.0352\right)$ حصه از هسته اولیه آن باقی می‌ماند و متباقی آن متلاشی می‌شود. حال این سوال را با استفاده از روابط ذکر شده خود نیز حل می‌کنیم، در این صورت داریم:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n, \quad n = \frac{t}{T_{1/2}} = \frac{26 \text{ year}}{5.25 \text{ year}} \Rightarrow n = 4.95$$

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{4.95} = N_0 \cdot 0.03235 \Rightarrow N = \frac{1}{0.03235} N_0$$

مثال ۲) نیم عمر هسته رادیواکتیف رادیم ($^{226}_{88}\text{Ra}$) در حدود (1.6×10^3) سال است، در صورتی که یک نمونه این عنصر (3×10^{16}) هسته را شامل باشد، اندازه فعالیت اولیه یا تشعشع اولیه را محاسبه کند و همچنان تعداد هسته‌های باقی مانده در این نمونه را بعد از سپری شدن (4.8×10^3) سال دریابید؟

$$\left. \begin{array}{l} T_{1/2} = 1.6 \times 10^3 \text{ year} \\ N_0 = 3 \times 10^{16} \text{ nuclei} \\ t = 4.8 \times 10^3 \text{ year} \\ N = ? \end{array} \right\} \begin{array}{l} T_{1/2} = 1.6 \times 10^3 \text{ year} = 1.6 \times 10^3 (3.156 \times 10^7 \text{ s}) = 5 \times 10^{10} \text{ s} \\ \lambda = \frac{0.693}{T_{1/2}} = \frac{0.693}{5 \times 10^{10} \text{ s}} = \frac{1.4 \times 10^{-11}}{\text{s}} \\ R = \lambda \cdot N_0 = \frac{1.4 \times 10^{-11}}{\text{s}} \cdot 3 \times 10^{16} \text{ nuclei} \Rightarrow R = 4.2 \times 10^5 \text{ decay/s} \end{array}$$

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n, \quad n = \frac{t}{T_{1/2}} = \frac{4.8 \times 10^3 \text{ year}}{1.6 \times 10^3 \text{ year}} \Rightarrow n = 3$$

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n = 3 \times 10^{16} \text{ nuclei} \left(\frac{1}{2}\right)^3 = \frac{3}{8} \times 10^{16} \text{ nuclei} \Rightarrow N = 0.38 \times 10^{16} \text{ nuclei} \Rightarrow N = 3.8 \times 10^{15} \text{ nuclei}$$

حفاظت در برابر اشعه

اشعه‌هایی که از مواد رادیواکتیف خارج می‌شوند، در برخورد با اتم‌ها و مالیکول‌ها می‌توانند آن‌ها را به ایون تبدیل و یا موجب شکستن پیوندهای کیمیای آن‌ها شوند. این پروسه اکثراً منجر به تخریب ساختار ماده می‌شود و به اجسام زنده آسیب می‌رساند. به طور مثال، فوتون‌های پر انرژی ماورای بنفش که از نور آفتاب به بدن می‌رسند باعث تخریب جلد شده و آفتاب سوختگی را روی آن به وجود می‌آورد. بعضی از اشعه‌های پر قدرت مانند اشعه گاما (γ) و اشعه اکس (X) حتی می‌توانند از سطح پوست عبور کنند و به اعضای داخلی بدن صدمه برسانند. چون اشعه‌های گاما (γ) و اکس (X) پر انرژی بوده و قدرت عبور از پوست به داخل بدن را دارند، به همین دلیل است از این اشعه‌ها برای از بین بردن غده‌های سرطانی استفاده به عمل می‌آید.

شعاعات رادیواکتیف عوارض جانبی زیادی دارند که باعث امراض مختلف می‌شوند، مثلاً به تشکیل بدن نوزادان آسیب می‌رسانند و حتی باعث تشکیل غیر منظم اعضای بدن شان می‌شود، این هسته‌ها باعث امراض کشنده و مهلک نیز می‌شوند، طوری که یکی از مخترعین ابتدای این عناصر به نام پیری کیوری نیز در اثر تشعشعات این هسته‌ها به مرض ناعلاج گرفتار شد و این مرض باعث مرگ وی گردید.

اتم‌های ذرات رادیواکتیف در سنگ، خاک و در محل کار و زنده‌گی ما وجود دارند. علاوه بران اشعه‌های کیهانی، یعنی ذرات پر انرژی‌یی که از فضای خارج از جو زمین به کره زمین می‌رسند، از منابع اجتناب‌ناپذیر این اشعه‌های خطرناک هستند.

پرسش‌ها

(۱) تعداد هسته‌های متلاشی شده با تعداد هسته‌های اولیه چي نوع رابطه دارند؟

(۱) رابطه مستقیم (۲) رابطه معکوس (۳) هیچ ارتباطی ندارند (۴) هیچکدام

(۲) فعالیت یک ماده رادیواکتیف توسط کدام رابطه ذیل به دست می‌آید؟

$$(۱) R = \lambda \cdot N \quad (۲) R = \frac{\lambda}{N} \quad (۳) R = \lambda \cdot T_{1/2} \quad (۴) R = \frac{\lambda}{T_{1/2}}$$

(۳) نیم عمر ماده رادیواکتیف عبارت از مدت زمانی است که در آن:

(۱) یک هسته رادیواکتیف متلاشی می‌شود (۲) نصف هسته رادیواکتیف متلاشی می‌شود

(۳) هسته رادیواکتیف به کلی از بین می‌رود (۴) هر سه درست است

(۴) نیم عمر هسته رادیواکتیف رادیم ($^{226}_{88}\text{Ra}$) در حدود (1.6×10^3) سال است، در صورتی که یک نمونه این عنصر (3×10^{16}) هسته را شامل باشد، تعداد هسته‌های باقی مانده در این نمونه را بعد از سپری شدن (3.2×10^3) سال دریابید؟

(۱) $6.7 \times 10^{14} \text{ nuclei}$ (۲) $4.5 \times 10^{15} \text{ nuclei}$ (۳) $7.5 \times 10^{15} \text{ nuclei}$ (۴) $8.6 \times 10^{14} \text{ nuclei}$

(۵) رادون ($^{222}_{86}\text{Ra}$) گازی است که اکثراً در تهکاو منازل باعث سیفونیج می‌شود و تجمع بیشتر آن به صحت مضر می‌باشد. این گاز دارای نیم عمر (۳۸۳۰۰۰) روز است. یک نمونه این گاز (4×10^8) هسته را شامل است، چقدر تعداد از هسته‌های این نمونه بعد از سپری شدن (۱۴۰۰۰) روز باقی می‌ماند:

(۱) $3.175 \times 10^7 \text{ nuclei}$ (۲) $5.5 \times 10^7 \text{ nuclei}$ (۳) $3.175 \times 10^6 \text{ nuclei}$ (۴) $5.5 \times 10^6 \text{ nuclei}$

منابع

(۱) فصل ششم، بخش‌های (۱ - ۷ - ۶) و (۲ - ۷ - ۶)، فزیک صنف دوازدهم.

(۲) www.nuclearphysics.com

(۳) Fundamentals of physics, ۸th edition, Halliday, David, ۲۰۰۸

(۴) www.cpe.com

مأخذ:

این ممد درسی با همکاری کتابخانه درخت دانش به شما اهداء گردیده است.

www.ddl.af



Darakht-e Danesh Information



@AfghanOERs

