

KEGUNAAN RADIOISOTOP

Part I

Definisi

Manfaat dari suatu isotop radioaktif untuk umat manusia dalam berbagai bidang, seperti kesehatan, industri dan lainnya.

Part II

Kegunaan Radioisotop

Secara umum penggunaan radioisotop dapat digolongkan ke dalam penggunaan sebagai perunut dan sebagai sumber radiasi. Radioisotop sebagai perunut digunakan untuk mengikuti unsur dalam suatu proses yang menyangkut senyawa atau sekelompok senyawa. Penggunaan ini dimungkinkan sebab energi sinar yang dipancarkan serta waktu paruhnya merupakan sifat khas radioisotop tersebut. Sementara sebagai sumber radiasi dilakukan pemanfaatan energi dari sinar yang dihasilkan, terutama untuk membunuh sel kanker, dan sebagainya.

1. Bidang Kimia

- (a) Teknik perunut dapat digunakan untuk mempelajari mekanisme atau berjalannya berbagai reaksi kimia, misalnya pada reaksi esterifikasi digunakan isotop O-18, dari perunutannya dapat diketahui bagaimana terjadinya reaksi antara asam karboksilat dan alkohol membentuk ester.
- (b) Bidang kimia analisis
 - i. Analisis pengenceran isotop. Larutan yang akan dianalisis dan larutan standar ditambahkan sejumlah larutan yang mengandung suatu spesi radioaktif. Kemudian zat tersebut dipisahkan dan ditentukan aktivitasnya. Konsentrasi larutan yang dianalisis ditentukan dengan membandingkannya dengan larutan standar
 - ii. Analisis Aktivasi Neutron (AAN). Digunakan untuk menentukan unsur kelumit dalam cuplikan yang berupa padatan. Misal untuk menentukan logam berat Cd dalam sampel hasil laut. Sampel diradiasi dengan neutron dalam reaktor sehingga menjadi radioaktif. Salah satu radiasi yang dipancarkan adalah sinar gamma. Selanjutnya sampel dicacah dengan spektrometer gamma untuk menentukan aktivitas dari unsur yang akan ditentukan.

2. Bidang Kedokteran

- (a) Isotop Na-24 untuk merunut peredaran darah manusia
- (b) Isotop I-131 untuk mempelajari kelainan pada kelenjar tiroid
- (c) Radioisotop fosfor untuk menentukan lokasi tumor di otak

- (d) Isotop Fe-59 untuk mengukur laju pembentukan sel darah merah
- (e) Ra-60 untuk mematikan sel kanker

3. Bidang Pertanian

- (a) Pembentukan bibit unggul memanfaatkan radiasi gamma yang dapat merubah struktur dan sifat kromosom
- (b) Pemupukan dan pemberantasan hama. Radioisotop fosfor dapat digunakan untuk mengetahui efisiensi pengambilan fosfor dari pupuk oleh tanaman. Selain itu radiasi juga dapat menyebabkan serangga hama mandul sehingga populasi hama akan menurun
- (c) Pengawetan makanan. Irradiasi bahan pertanian dengan sinar radioaktif menyebabkan matinya pertumbuhan bakteri dan jamur

4. Bidang Industri. Terutama untuk pendeteksian kebocoran pada pipa, juga menentukan keausan atau kekeroposan yang terjadi pada bagian pengelasan antarlogam.

5. Pengukuran Usia Bahan Organik. Menggunakan C-14, yang terdapat di alam bebas sebagai karbon dioksida dalam udara dan sebagai ion hidrogen karbonat di laut. Oleh karena itu karbon radioaktif menyertai pertumbuhan melalui fotosintesis. Lama kelamaan timbul kesetimbangan antara C-14 yang diterima dan meluruh hingga mencapai aktivitas tertentu yang tetap dalam beberapa ribu tahun. Apabila organisme hidup mati, pengambilan C-14 terhenti dan keaktifan ini berkurang. Oleh karena itu umur bahan yang mengandung karbon dapat diperkirakan dari pengukuran keaktifan jenisnya dan waktu paruh C-14 (sekitar 5730 tahun).

Proses pengukuran dapat dilakukan sebagai berikut.

Pertama-tama kita hitung konstanta peluruhan (λ) dari C-14 dengan memanfaatkan nilai waktu paruh ($t_{1/2}$) nya:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} = \frac{0,693}{t_{1/2}}$$

Kemudian usia dari objek penelitian dapat diketahui memanfaatkan persamaan orde satu berikut :

$$\ln \frac{A_t}{A_0} = -\lambda t, \text{ dimana}$$

A_t = nilai aktivitas C-14 saat pengukuran

A_0 = nilai aktivitas C-14 awal

t = usia objek

Satuan yang digunakan untuk A_t dan A_0 bermacam-macam namun tidak akan mempengaruhi hasil perhitungan apabila digunakan satuan yang sama untuk keduanya (misalkan disosiasi per menit, $\text{dis} \cdot \text{min}^{-1}$)

Part III

Contoh soal dan pembahasan

1. Berikan contoh pemanfaatan 3 sinar radioaktif utama, yakni alfa, beta dan gamma!

Jawaban

- (a) Sinar alfa, karena sifatnya yang mudah dihentikan (daya tembus rendah), sering digunakan untuk mendeteksi adanya partikel asap. Alat pendeteksi asap akan melepas partikel alfa ke udara, ketika ada asap maka partikel akan terblokir dan memberikan sinyal pada alarm pemancar.
- (b) Sinar beta dapat digunakan pada proses produksi kertas, plastik atau terpal baja. Partikel sinar beta ditembakkan pada lembaran produk kemudian dipantau jumlah partikel yang menembus, lalu dibandingkan dengan standar yang diinginkan.
- (c) Sinar gamma dapat digunakan untuk mendeteksi kebocoran pipa, bahkan dengan intensitas tertentu dapat membunuh sel-sel kanker karena energi radiasinya yang tinggi.
2. Suatu mummi yang baru ditemukan diketahui memiliki aktivitas C-14 sebesar 8,5 dis per min per g. Tentukan umur dari mummi tersebut! (waktu paruh C-14: 5730 tahun, aktivitas sebelum ekuilibrium C-14 rusak adalah 15 dis per min per g)

Jawaban

Pertama-tama kita hitung konstanta peluruhan (λ):

$$\begin{aligned}\lambda &= \frac{0,693}{5730\text{th}} \\ &= 1,21 \times 10^{-4}\text{th}^{-1}\end{aligned}$$

Kemudian kita masukkan ke persamaan berikut

$$\begin{aligned}\ln \frac{A_t}{A_0} &= -\lambda t \\ \ln \frac{8,5}{15} &= -1,21 \times 10^{-4}\text{th}^{-1}t \\ t &= 4694 \text{ tahun}\end{aligned}$$