

Modelli esponenziali

Decadimento radioattivo

Decadimento radioattivo

Fenomeno nucleare scoperto nei primi anni del 1900 dal fisico francese H. Bequerel.

Decadimento radioattivo

Fenomeno nucleare scoperto nei primi anni del 1900 dal fisico francese H. Bequerel.

Alcuni elementi possiedono in natura isotopi radioattivi instabili che decadono spontaneamente (si disintegrano) emettendo particelle e fotoni.

Decadimento radioattivo

Fenomeno nucleare scoperto nei primi anni del 1900 dal fisico francese H. Bequerel.

Alcuni elementi possiedono in natura isotopi radioattivi instabili che decadono spontaneamente (si disintegrano) emettendo particelle e fotoni.

Quando un isotopo radioattivo decade si trasforma in un nuovo elemento che, se non è stabile, decadrà successivamente in un altro elemento.

Decadimento radioattivo

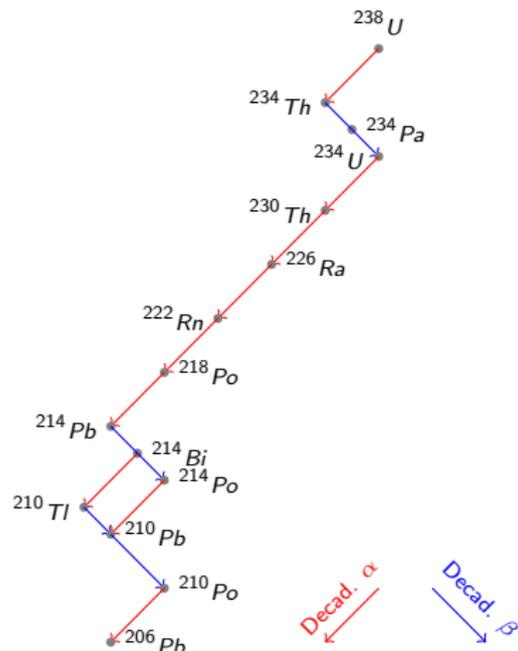
Fenomeno nucleare scoperto nei primi anni del 1900 dal fisico francese H. Bequerel.

Alcuni elementi possiedono in natura isotopi radioattivi instabili che decadono spontaneamente (si disintegrano) emettendo particelle e fotoni.

Quando un isotopo radioattivo decade si trasforma in un nuovo elemento che, se non è stabile, decadrà successivamente in un altro elemento.

Le trasformazioni continuano fino al raggiungimento di uno stato stabile.

L'isotopo dell'uranio $^{238}\text{U}_{92}$



L'uranio $^{238}\text{U}_{92}$ si trasforma nel tempo in altri isotopi radioattivi quali il torio, il radio, il radon fino a raggiungere il piombo $^{206}\text{Pb}_{82}$ che è l'isotopo stabile finale.

Modello matematico del decadimento radioattivo

La funzione che descrive il numero $N(t)$ di atomi radioattivi presenti all'istante t in un certo campione è

$$N(t) = N_0 e^{kt}$$

Modello matematico del decadimento radioattivo

La funzione che descrive il numero $N(t)$ di atomi radioattivi presenti all'istante t in un certo campione è

$$N(t) = N_0 e^{kt}$$

dove N_0 è il numero di atomi radioattivi al tempo $t = 0$;

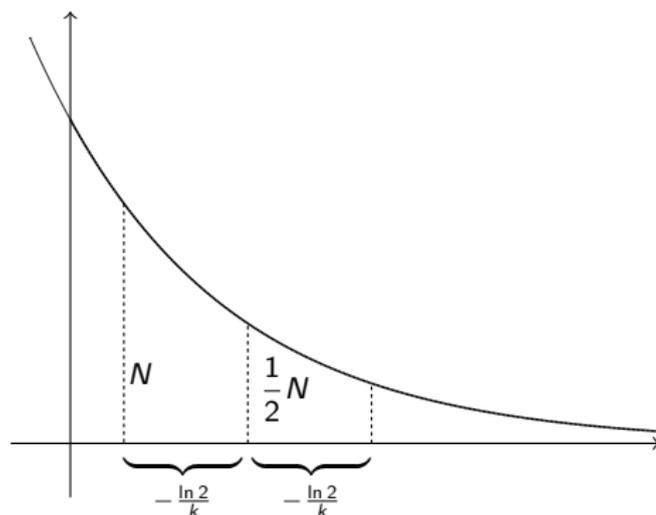
Modello matematico del decadimento radioattivo

La funzione che descrive il numero $N(t)$ di atomi radioattivi presenti all'istante t in un certo campione è

$$N(t) = N_0 e^{kt}$$

dove N_0 è il numero di atomi radioattivi al tempo $t = 0$; e k è una costante (negativa), caratteristica dell'elemento.

Come avviene la decrescita?



Il numero di isotopi radioattivi si dimezza sempre nello stesso tempo.

Il modello matematico del decadimento radioattivo

Problema.

Il modello matematico del decadimento radioattivo

Problema.

Se al tempo t_1 il numero di isotopi radioattivi è $N(t_1) = k e^{kt_1}$, in quale istante t di tempo $N(t)$ sarà esattamente la metà?

$$N(t) = N_0 e^{kt}$$

Il modello matematico del decadimento radioattivo

Problema.

Se al tempo t_1 il numero di isotopi radioattivi è $N(t_1) = k e^{kt_1}$, in quale istante t di tempo $N(t)$ sarà esattamente la metà?

$$N(t) = N_0 e^{kt}$$

Soluzione.

Il modello matematico del decadimento radioattivo

Problema.

Se al tempo t_1 il numero di isotopi radioattivi è $N(t_1) = k e^{kt_1}$, in quale istante t di tempo $N(t)$ sarà esattamente la metà?

$$N(t) = N_0 e^{kt}$$

Soluzione.

Si tratta di determinare l'istante t per il quale risulta

$$N(t) = \frac{1}{2}N(t_1)$$

Il modello matematico del decadimento radioattivo

Soluzione (continuazione).

Il modello matematico del decadimento radioattivo

Soluzione (continuazione).

Si ottiene:

$$N_0 e^{kt} = \frac{1}{2} N_0 e^{kt_1}$$

Il modello matematico del decadimento radioattivo

Soluzione (continuazione).

Si ottiene:

$$N_0 e^{kt} = \frac{1}{2} N_0 e^{kt_1}$$

$$kt = \ln \left(\frac{1}{2} e^{kt_1} \right)$$

Il modello matematico del decadimento radioattivo

Soluzione (continuazione).

Si ottiene:

$$N_0 e^{kt} = \frac{1}{2} N_0 e^{kt_1}$$

$$kt = \ln \left(\frac{1}{2} e^{kt_1} \right)$$

$$kt = -\ln 2 + kt_1$$

Il modello matematico del decadimento radioattivo

Soluzione (continuazione).

Si ottiene:

$$N_0 e^{kt} = \frac{1}{2} N_0 e^{kt_1}$$

$$kt = \ln \left(\frac{1}{2} e^{kt_1} \right)$$

$$kt = -\ln 2 + kt_1$$

$$t = -\frac{\ln 2}{k} + t_1$$

Il modello matematico del decadimento radioattivo

Soluzione (continuazione).

Si ottiene:

$$N_0 e^{kt} = \frac{1}{2} N_0 e^{kt_1}$$

$$kt = \ln \left(\frac{1}{2} e^{kt_1} \right)$$

$$kt = -\ln 2 + kt_1$$

$$t = -\frac{\ln 2}{k} + t_1$$

Q.E.D

Tempi di dimezzamento di alcune sostanze radioattive

Isotopi radioattivi	Struttura chimica	Tempi di dimezzamento
Azoto	^{13}N	10 minuti
Carbonio	^{14}C	5730 anni
Iodio	^{131}I	8,05 giorni
Ossigeno	^{15}O	124 secondi
Uranio	^{235}U	$7,1 \cdot 10^8$ anni
Uranio	^{238}U	$4,5 \cdot 10^9$ anni

Tempi di dimezzamento di alcune sostanze radioattive

Isotopi radioattivi	Struttura chimica	Tempi di dimezzamento
Azoto	^{13}N	10 minuti
Carbonio	^{14}C	5730 anni
Iodio	^{131}I	8,05 giorni
Ossigeno	^{15}O	124 secondi
Uranio	^{235}U	$7,1 \cdot 10^8$ anni
Uranio	^{238}U	$4,5 \cdot 10^9$ anni

Una certa quantità di uranio $^{238}U_{92}$ si dimezza in circa

4 510 000 000 anni!

Esercizio

In un terreno si è riscontrata la presenza di ^{238}U . Dopo 10 anni che percentuale rimane della quantità iniziale di tale sostanza? e dopo 100 anni? e dopo 1000 anni?

Il problema delle scorie radioattive nelle centrali nucleari

In un reattore nucleare a fissione il materiale fissile (uranio, plutonio, ecc.) viene bombardato dai neutroni prodotti dalla reazione a catena: tuttavia, la quantità di atomi effettivamente coinvolta nel processo di reazione a catena è molto bassa.

Il problema delle scorie radioattive nelle centrali nucleari

In un reattore nucleare a fissione il materiale fissile (uranio, plutonio, ecc.) viene bombardato dai neutroni prodotti dalla reazione a catena: tuttavia, la quantità di atomi effettivamente coinvolta nel processo di reazione a catena è molto bassa. Ciò che si genera sono due principali categorie di atomi:

Il problema delle scorie radioattive nelle centrali nucleari

In un reattore nucleare a fissione il materiale fissile (uranio, plutonio, ecc.) viene bombardato dai neutroni prodotti dalla reazione a catena: tuttavia, la quantità di atomi effettivamente coinvolta nel processo di reazione a catena è molto bassa. Ciò che si genera sono due principali categorie di atomi:

- atomi “trasmutati” che hanno “catturato” uno o più neutroni senza “spezzarsi” e si sono dunque “appesantiti” (elementi del gruppo degli attinidi).

Il problema delle scorie radioattive nelle centrali nucleari

In un reattore nucleare a fissione il materiale fissile (uranio, plutonio, ecc.) viene bombardato dai neutroni prodotti dalla reazione a catena: tuttavia, la quantità di atomi effettivamente coinvolta nel processo di reazione a catena è molto bassa. Ciò che si genera sono due principali categorie di atomi:

- atomi “trasmutati” che hanno “catturato” uno o più neutroni senza “spezzarsi” e si sono dunque “appesantiti” (elementi del gruppo degli attinidi).
- atomi che sono stati effettivamente “spezzati” dalla fissione e sono pertanto molto più “leggeri” dei nuclei di partenza (per esempio, cesio e stronzio).

Il problema delle scorie radioattive nelle centrali nucleari

Conseguenza del processo di reazione a catena è la generazione di
combustibile esausto

Il problema delle scorie radioattive nelle centrali nucleari

Conseguenza del processo di reazione a catena è la generazione di
combustibile esausto la cui **radiotossicità**

Il problema delle scorie radioattive nelle centrali nucleari

Conseguenza del processo di reazione a catena è la generazione di

combustile esausto la cui **radiotossicità**

impone problemi di stoccaggio (o di riprocessamento) che non hanno trovato fino a d'ora una soluzione che possa ritenersi soddisfacente.

Proposte per possibili approfondimenti

- Sull'incidente nucleare di Chernobyl (26 aprile 1986) e il problema della gestione delle scorie radioattive:

Proposte per possibili approfondimenti

- Sull'incidente nucleare di Chernobyl (26 aprile 1986) e il problema della gestione delle scorie radioattive:
"Atlantide. La lezione dimenticata", Canale La7,

Proposte per possibili approfondimenti

- Sull'incidente nucleare di Chernobyl (26 aprile 1986) e il problema della gestione delle scorie radioattive:

"Atlantide. La lezione dimenticata", Canale La7, a cura del giornalista Andrea Purgatori (puntata del 10 ottobre 2021).

<https://www.la7.it/atlantide/rivedila7/atlantide-vajont-la-lezione-dimenticata-16-10-2021-403>

Proposte per possibili approfondimenti

- Sull'incidente nucleare di Fukushima (11 marzo 2011), a seguito di uno tsunami:

Proposte per possibili approfondimenti

- Sull'incidente nucleare di Fukushima (11 marzo 2011), a seguito di uno tsunami:

Fukushima: A Nuclear Story.

<https://youtu.be/q7xmjbWtwC4>

Proposte per possibili approfondimenti

- Sull'incidente nucleare di Fukushima (11 marzo 2011), a seguito di uno tsunami:

Fukushima: A Nuclear Story.

<https://youtu.be/q7xmjbWtwC4>

film di Matteo Gagliardi, (2015).

Proposte per possibili approfondimenti

- Sull'incidente nucleare di Fukushima (11 marzo 2011), a seguito di uno tsunami:

Fukushima: A Nuclear Story.

<https://youtu.be/q7xmjbWtwC4>

film di Matteo Gagliardi, (2015).

Narrazione di Pio D'Emilia, giornalista italiano che vive a Tokio, dell'incidente e delle sue conseguenze.

Proposte per possibili approfondimenti

- Sull'incidente nucleare di Fukushima (11 marzo 2011), a seguito di uno tsunami:

Fukushima: A Nuclear Story.

<https://youtu.be/q7xmjbWtwC4>

film di Matteo Gagliardi, (2015).

Narrazione di Pio D'Emilia, giornalista italiano che vive a Tokio, dell'incidente e delle sue conseguenze.

- Da Wikipedia, alla voce “rifiuto radioattivo”.

Proposte per possibili approfondimenti

- Sull'incidente nucleare di Fukushima (11 marzo 2011), a seguito di uno tsunami:

Fukushima: A Nuclear Story.

<https://youtu.be/q7xmjbWtwC4>

film di Matteo Gagliardi, (2015).

Narrazione di Pio D'Emilia, giornalista italiano che vive a Tokio, dell'incidente e delle sue conseguenze.

- Da Wikipedia, alla voce “rifiuto radioattivo”.

https://it.wikipedia.org/wiki/Rifiuto_radioattivo

Datazione di sostanze organiche con il carbonio ^{14}C

Un metodo per stabilire l'età di sostanze organiche di origine animale o vegetale, si basa sulla determinazione della **concentrazione** del carbonio ^{14}C

Datazione di sostanze organiche con il carbonio ^{14}C

Un metodo per stabilire l'età di sostanze organiche di origine animale o vegetale, si basa sulla determinazione della **concentrazione** del carbonio ^{14}C

Per “concentrazione” si intende il rapporto tra la quantità dell'isotopo ^{14}C e la quantità di carbonio presente nella sostanza.

Datazione di sostanze organiche con il carbonio ^{14}C

Il metodo si fonda sui seguenti due fatti

- Gli organismi vissuti nel passato avevano, al tempo della loro vita, la stessa concentrazione di ^{14}C che si può riscontrare negli analoghi organismi viventi al giorno d'oggi.

Datazione di sostanze organiche con il carbonio ^{14}C

Il metodo si fonda sui seguenti due fatti

- Gli organismi vissuti nel passato avevano, al tempo della loro vita, la stessa concentrazione di ^{14}C che si può riscontrare negli analoghi organismi viventi al giorno d'oggi.
- Dopo la morte dell'organismo non si verifica più alcun apporto di nuovo ^{14}C che comincia a diminuire progressivamente a causa del decadimento radioattivo. La quantità complessiva di carbonio presente nell'organismo in esame rimane praticamente inalterata nel tempo.

Datazione di sostanze organiche con il carbonio ^{14}C

Esercizio

Determinare con ragionevole approssimazione le età di due reperti per i quali la concentrazione di ^{14}C è risultata rispettivamente del 12% e dello 0,2% rispetto a quella di analoghi organismi viventi. (Il tempo di dimezzamento del carbonio ^{14}C è di 5730 anni).