

Ionisoiva säteily

Tapio Hansson

20. lokakuuta 2016

Ionisoiva säteily

- ▶ Milloin säteily on ionisoivaa?

Ionisoiva säteily

- ▶ Milloin säteily on ionisoivaa?
 - ▶ Kun säteilyllä on tarpeeksi energiaa irrottaakseen aineesta elektroneja tai rikkoakseen molekyylejä.

Ionisoiva säteily

- ▶ Milloin säteily on ionisoivaa?
 - ▶ Kun säteilyllä on tarpeeksi energiaa irrottaakseen aineesta elektroneja tai rikkoakseen molekyyliä.
- ▶ Ionisoivan säteilyn lajit:

Ionisoiva säteily

- ▶ Milloin säteily on ionisoivaa?
 - ▶ Kun säteilyllä on tarpeeksi energiaa irrottaakseen aineesta elektroneja tai rikkoakseen molekyyliä.
- ▶ Ionisoivan säteilyn lajit:
 - ▶ Sähkömagneettisesta säteilystä: UV-, röntgen- ja gammasäteily
 - ▶ Hiukkassäteily: α -, β -, ja neutronisäteily

Ionisoiva säteily

- ▶ Milloin säteily on ionisoivaa?
 - ▶ Kun säteilyllä on tarpeeksi energiaa irrottaakseen aineesta elektroneja tai rikkoakseen molekyylejä.
- ▶ Ionisoivan säteilyn lajit:
 - ▶ Sähkömagneettisesta säteilystä: UV-, röntgen- ja gammasäteily
 - ▶ Hiukkassäteily: α -, β -, ja neutronisäteily
- ▶ Ionisoidakseen ainetta säteilyllä olevan energian tulee olla vähintään 5-15 eV.
- ▶ Sähkömagneettiselle säteilylle on määritelty raja vesimolekyylin ionisaatioenergian mukaan: 12.6 eV.

Ionisoiva säteily

- ▶ Milloin säteily on ionisoivaa?
 - ▶ Kun säteilyllä on tarpeeksi energiaa irrottaakseen aineesta elektroneja tai rikkoakseen molekyylejä.
- ▶ Ionisoivan säteilyn lajit:
 - ▶ Sähkömagneettisesta säteilystä: UV-, röntgen- ja gammasäteily
 - ▶ Hiukkassäteily: α -, β -, ja neutronisäteily
- ▶ Ionisoidakseen ainetta säteilyllä olevan energian tulee olla vähintään 5-15 eV.
- ▶ Sähkömagneettiselle säteilylle on määritelty raja vesimolekyylin ionisaatioenergian mukaan: 12.6 eV.

$$E = \frac{hc}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{4.135 \cdot 10^{-15} \text{ eVs} \cdot 299792458 \text{ m/s}}{12,6 \text{ eV}} \approx 98 \text{ nm}$$

Ionisoivan säteilyn vaikutuksia

- ▶ Ionisoiva säteily voi käynnistää elimistössä sarjan prosesseja, alkaen atomaariselta tasolta, edeten soluun, kudokseen ja koko kehoon.
- ▶ Pienten annosten vaikutukset ovat niin epätodennäköisiä, että ne havaitaan vain tilastollisin menetelmin.
- ▶ HUOM! Altistumme kaiken aikaa pienille määrille ionisoivaa säteilyä.
- ▶ Suuret annokset voivat aiheuttaa kudonvaurioita ja jopa kuoleman.

Kotitehtävä 1: Ionisoivan säteilyn synty

Tehtävä: Selvitä mistä hiukkasista koostuvat: röntgen-, α -, β - ja γ -säteily ja miten kys. säteilylajit syntyvät.

Mikäli säteily syntyy ydinreaktiossa, kirjoita yleinen reaktioyhtälö.

Radioaktiivinen hajoaminen

Radioaktiivinen hajoaminen on tilastollinen prosessi, jolloin yksittäisen ytimen hajoamishetkeä ei ole mahdollista ennustaa. Radioaktiivista hajoamista kuvaa hajoamislaki, jonka mukaan aktiivisten ydinten lukumäärä N saadaan yhtälöstä

$$N = N_0 e^{-\lambda t},$$

missä λ on hajoamisvakio ja N_0 ydinten lukumäärä ajanhetkellä $t = 0$.

Aktiivisuus

Aktiivisuus A on suure joka kuvaa hajoamisnopeutta.

$$A = \lambda N = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t}$$

Aktiivisuuden yksikkö on SI-järjestelmässä becquerel (Bq).

$$[A] = 1 \frac{1}{\text{s}} = 1 \text{ Bq}$$

Usein saatetaan käyttää yksikköä curie (Ci), joka vastaa noin yhden radiumgramman aktiivisuutta:

$$1 \text{ Ci} = 3,70 \cdot 10^{10} \text{ Bq}.$$

Puoliintumisaika

Puoliintumisaika on aika, jonka jälkeen puolet alkuperäisistä näytteen ytimistä on jäljellä. Tällöin $N = N_0/2$, eli

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}}$$

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

Puoliintumisaika ei siis riipu alkuperäisestä ydinten määrästä, vaan on ydinlajikohtainen vakio!

Kotitehtävä 2: Aktiivisuuslaskut

^{222}Rn isotoopin puoliintumisaika on 3,825 päivää. Radon-näyte lähetetään valmistajalta laboratorioon maanantaina klo 15:00 ja se vastaanotetaan laboratoriossa klo 12:00 tiistaina. Tällöin näytteen aktiivisuudeksi mitataan 800 MBq.

Mikä oli alkuperäinen aktiivisuus valmistushetkellä?

Mikä on kyseisen radon-isotoopin hajoamisvakio?

Paljonko näytteessä oli hajoavia ytimiä jäljellä tiistaina klo 12?