

## Teollisuus

- **Ainetta rikkomaton tarkastus (NDT):** Röntgen- ja gammasäteilyllä tutkitaan hitsaussaumojia, valuja ja rakenteita ilman purkamista.
- **Paksuus- ja tiheysmittaukset:** Esimerkiksi paperi-, metalli- ja muoviteollisuudessa tuotannon valvonnassa.
- **Sterilointi:** Elintarvikkeiden, lääkepakkausten ja lääkinnällisten tarvikkeiden sterilointi säteilyllä.

## Energia

- **Ydinvoima:** Ydinreaktoreissa hyödynnetään uraanin tai plutoniumin fissiota sähkön tuottamiseen.
- **Tutkimusreaktorit:** Käytetään materiaalitutkimuksessa ja neutronisäteilyn lähteenä.

## Tutkimus ja tiede

- **Radioaktiiviset merkkiaineet:** Käytetään kemiassa, biologiassa ja ympäristötieteissä aineiden kulkeutumisen ja reaktioiden tutkimiseen.
- **Hiiliajoitus (C-14):** Arkeologiassa ja geologiassa esineiden ja fossiilien iän määrittämiseen.
- **Hiukkasfysiikka:** Hiukkaskiihdytimissä tutkitaan aineen perusrakennetta.

## Turvallisuus ja valvonta

- **Lentokenttien ja rajavalvonnan skannerit:** Matkatavaroiden ja rahdin tarkastukseen.
- **Säteilyn mittaus ja valvonta:** Ympäristö- ja ydinturvallisuuden seuranta.
- **Palovaroittimet:** Ionisaatiopalovaroittimet sisältävät pienen radioaktiivisen lähteen.

## Avaruus ja ympäristö

- **Avaruusluotaimet:** Radioisotooppiparistot (RTG) tuottavat energiaa kaukana Auringosta.
- **Maaperän ja veden tutkimus:** Säteilyn avulla voidaan analysoida alkuainekeostumuksia.

## Maatalous ja elintarviketuotanto

- **Kasvinjalostus:** Säteilyn avulla aiheutetaan mutaatioita, joista voidaan jalostaa uusia, satoisampia tai taudinkestävämpiä lajikkeita.
- **Tuholaistorjunta:** Steriilin hyönteistekniikan (SIT) avulla estetään tiettyjen tuholaisten lisääntyminen.
- **Elintarvikkeiden säteilytys:** Pidentää säilyvyyttä ja vähentää bakteereja ja loisia.

## Kulttuuriperintö ja taide

- **Arkeologia ja taidehistoria:**
  - Esineiden iän määrittäminen (esim. radiohiiliajoitus).
  - Maalausten ja patsaitten rakenteen tutkiminen rikkomatta niitä.
- **Väärengösten tunnistus:** Pigmenttien ja materiaalien analysointi säteilyn avulla.

## Geologia ja luonnonvaratutkimus

- **Öljy- ja kaivosteollisuus:** Porareikämittaukset (gamma- ja neutronisäteily) kertovat kivilajien ja maaperän koostumuksesta.
- **Maankuoren tutkimus:** Radioaktiivisia isotooppeja käytetään prosessien ja aikaskaalojen selvittämiseen.

## Rakentaminen ja materiaalitekniikka

- **Betonin ja rakenteiden lujuuden tutkimus:** Ilman poraamista tai purkamista.
- **Korroosion ja vaurioiden havaitseminen:** Esimerkiksi silloissa ja putkistoissa.

## Ilmailu ja avaruustekniikka

- **Laitteiden testaus:** Elektroniikan säteilykestävyys avaruus- ja satelliittikäyttöä varten.
- **Kosminen säteily:** Lennoilla ja avaruudessa mitataan säteilyä miehistön turvallisuuden vuoksi.

## Biotekniikka ja teollinen kemia

- **Polymeerien muokkaus:** Säteilyllä voidaan parantaa muovien kulutuskestävyyttä ja lämmönsietoa.
- **Jäteveden käsittely:** Haitallisten yhdisteiden hajottaminen säteilyn avulla.

## Kellot ja mittalaitteet

- **Atomikellot:** (epäsuorasti säteilyfysiikkaan liittyen) erittäin tarkka ajanmittaus GPS:ssä ja tietoliikenteessä.

13-5. Laske  ${}^4_2\text{He}$ -ytimen

a) sidosenergia

b) yhden nukleonin sidosenergia.

c)  ${}^4_2\text{He}$  fuusioituu  ${}^9_4\text{Be}$ -ytimen kanssa muodostaen tytärytimen ja neutronin.

Kirjoita reaktioyhtälö.

Sidosenergia on peräisin massavajeesta

$$a) 2 \cdot m_p + 2 \cdot m_n - (m({}^4_2\text{He}) + 2 \cdot m_e)$$

$$\Delta m = 2 \cdot 1,007276466 \text{ u} + 2 \cdot 1,008664915 \text{ u} - (4,00260325 \text{ u} + 5,485799 \cdot 10^{-4} \text{ u})$$

$$= 0,0281827 \text{ u}$$

$$Q = \Delta m c^2 = 0,0281827 \cdot 931,5 \text{ MeV}/c^2 = \underline{\underline{26,25 \text{ MeV}}}$$



$$b) \text{Sidosenergia } A = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{26,25 \text{ MeV}}{4}$$

1	$2 \cdot 1.007276466 + 2 \cdot 1.008664915 - (4.00260325 + 2 \cdot 5.483799 \cdot 10^{-4})$
<input type="radio"/>	$\approx 0.0281827522$
2	$0.0281827522 \cdot 931.5$
<input type="radio"/>	$\approx 26.2522336743$