

SÄTEILEVÄ KALLIOPERÄ

OPETUSMATERIAALI



Itä-Suomen yliopiston
LUMA-KESKUS



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

Tämä opetusmateriaalipaketti (opetusmateriaali & teoriapaketti) on tarkoitettu yläkoulun ja lukion opetussisältöihin. Materiaalit sopivat hyödynnettäväksi esimerkiksi maantiedon tai fysiikan oppitunneilla. Tehtäväosioista on mahdollista valita opetustavoitteiden kannalta tarkoituksenmukaiset kokonaisuudet ja niiden järjestystä voi vaihdella. Kaavion luominen LibreOffice Calcilla on suositeltava erityisesti lukiolaisille.

Arvioitu opetukseen käytettävä aika: 75 min (kaikki tehtävät ja kaavion tekeminen).

Taustasäteilyn ja radioaktiivisten kiviläytöiden annosnopeuden mittaaminen

Vinkki opettajalle:

Lisätietoa säteilystä Säteilyturvakeskuksen internetsivuilta osoitteesta: <https://www.stuk.fi/>

Orientoituminen aiheeseen: Tarkista oman alueesi taustasäteilytilanne osoitteesta: <https://www.stuk.fi/aiheet/sateily-ymparistossa/sateilytilanne-tanaan>

Tarvittavat välineet:

- Geiger-mittari (Vernier *Digital Radiation Monitor*)
- Statiivi + koura + kouran kiinnitysosa
- Mittanauha
- Uraanipitoiset kiviläytöt
- Hiekka ja multaa
- Alumiini-, rauta- ja lyijylevyt
- Paperia, pahvia, kumia, muovia jne. opiskelutilassa saatavilla olevia arkipäivän tarvikkeita



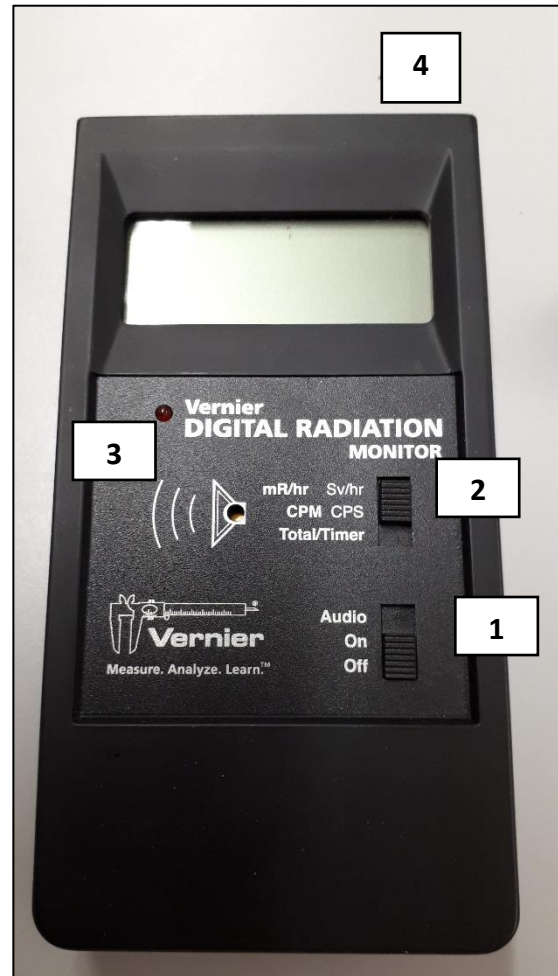
Vernier Digital Radiation Monitor – Radioaktiivisen säteilyn mittari

Säteilymittari käynnistetään alemmasta painikkeesta (1) siirtämällä painike keskiasentoon (**On**-asento) tai yläasentoon (**Audio**), jolloin mittarissa on äänet päällä. Odota, että näytön lukema muuttuu näyttämään numeroita ja mitattavaa yksikköä.

Ylemmästä painikkeesta (2) vaihdetaan mitattavia yksiköitä (**mR/hr** = milliröntgen/tunti & **CPM** = Counts Per Minute). Mittari mittaa alfa- ja beetasäteilyä asetuksella CPM ja gammasäteilyä asetuksella mR/hr.

Säteilyn merkkivalo (3) vilkkuu punaisena mittarin havaitessa radioaktiivista säteilyä.

Mittarin säteilyä mittaava **anturi** (4) sijaitsee mittari yläosassa, oikeassa reunassa. **Anturi on kohdistettava suoraan tutkittavaan kohteeseen.**



(© Vernier Digital Radiation Monitor User Guide)

Tilan taustasäteilyn mittaaminen

1. Kytke mittari päälle (On tai Audio -asentoon)
2. Sijoitu tilassa siten, että et ole mahdollisten säteilylähteiden lähellä (kivinäytteet, sähkölaitteet)
3. Kytke mittari ensin mR/hr -asentoon ja odota lukeman tasoittumista (noin 30-60 sek). Kirjaa tilan taustasäteilyn lukema ylös.
4. Toista taustasäteilyn mittaaminen CPM -asetuksella ja kirjaa tilan taustasäteilyn lukema ylös.

Uraanipitoisten kivinäytteiden mittaaminen – Etäisyys

1. Aseta statiivi pöydälle ja kiinnitä Geiger-mittari kouraan anturi alaspäin.
2. Aseta kivinäyte pöydälle suoraan anturin alapuolelle.
3. Säädä kouran korkeus siten, että mittarin anturi on aluksi 20 cm korkeudella tutkittavasta kohteesta.
4. Kytke mittari päälle ja säädä mitattavaksi yksiköksi **mR/hr**.
5. Odota lukeman tasaantumista (noin 2 min). Kirjaa mittauskorkeus ja lukema taulukkoon (ks. esimerkkitaulukko seuraavalla sivulla; HUOM: arvot ovat kuvitteellisia!)

| Korkeus (cm) | Säteilyn annosnopeus (mR/hr) |
|--------------|------------------------------|
| 20 | 0,076 |
| 15 | 0,082 |
| 10 | 0,090 |
| 5 | ... |
| 3 | ... |
| 2 | ... |
| 1 | ... |
| 0 | ... |

- Laske kouraa 20 cm korkeudelle mitattavasta kohteesta. Odota mittarin lukeman tasaantumista. Kirjaa tulokset ylös.
- Toista mittaukset 15, 10, 5, 3, 2 ja 1 cm korkeudella tutkittavasta kohteesta. Kirjaa tulokset ylös.
- Tee viimeinen mittaus aivan kohteen pinnasta (korkeudesta 0 cm). Kirjaa tulokset ylös.
- Tallenna taulukko.

Milliröntgeneistä mikroSieverteihin – Yksikkömuunnokset

- 1 milliröntgen tunnissa = 10 μ Sievertiä tunnissa

Kuinka monta μ S/h on tilan taustasäteily? _____

Kuinka monta μ S/h on korkein kivinäytteestä mittaamane arvo? _____

Kaavojen käyttö taulukkolaskentaohjelmassa

Luokaa taulukkoon kolmas sarake otsikolla **annosnopeus (μ S/h)** ja laskekaa eri etäisyyksiä kuvaavat arvot sarakkeeseen.

Taulukkolaskentaohjelmat toimivat kätevästi kaavoilla. Kerrotaan mR/hr sarakkeen arvot 10:llä, jolloin saamme kyseiset arvot muutettua μ Sieverteiksi tunnissa (μ S/h).

a) Kirjoita ylimpään tyhjään soluun μ S/h -sarakeessa seuraava kaava: = B2*10 (ks. kuva; HUOM: kuvan arvot ovat vain esimerkkejä)

- = -merkki kertoo ohjelmalle, että haluamme käyttää kaavaa kyseisen solun arvon laskemiseksi
- B2 kertoo ohjelmalle minkä solun arvoa käytämme uuden solun arvon laskemisessa; kyseessä on siis solu, joka sijoittuu sarakkeeseen B ja riville 2

| SUMMA | | | |
|-------|---------------|---------------------|-------------------------|
| | A | B | C |
| 1 | Etäisyys (cm) | Annosnopeus (mR/hr) | Annosopeus (μ S/h) |
| 2 | 40 | 0,07 | =B2*10 |
| 3 | 20 | 0,04 | |
| 4 | 15 | 0,25 | |
| 5 | 10 | 0,57 | |
| 6 | 7 | 2,43 | |
| 7 | 5 | 4,15 | |

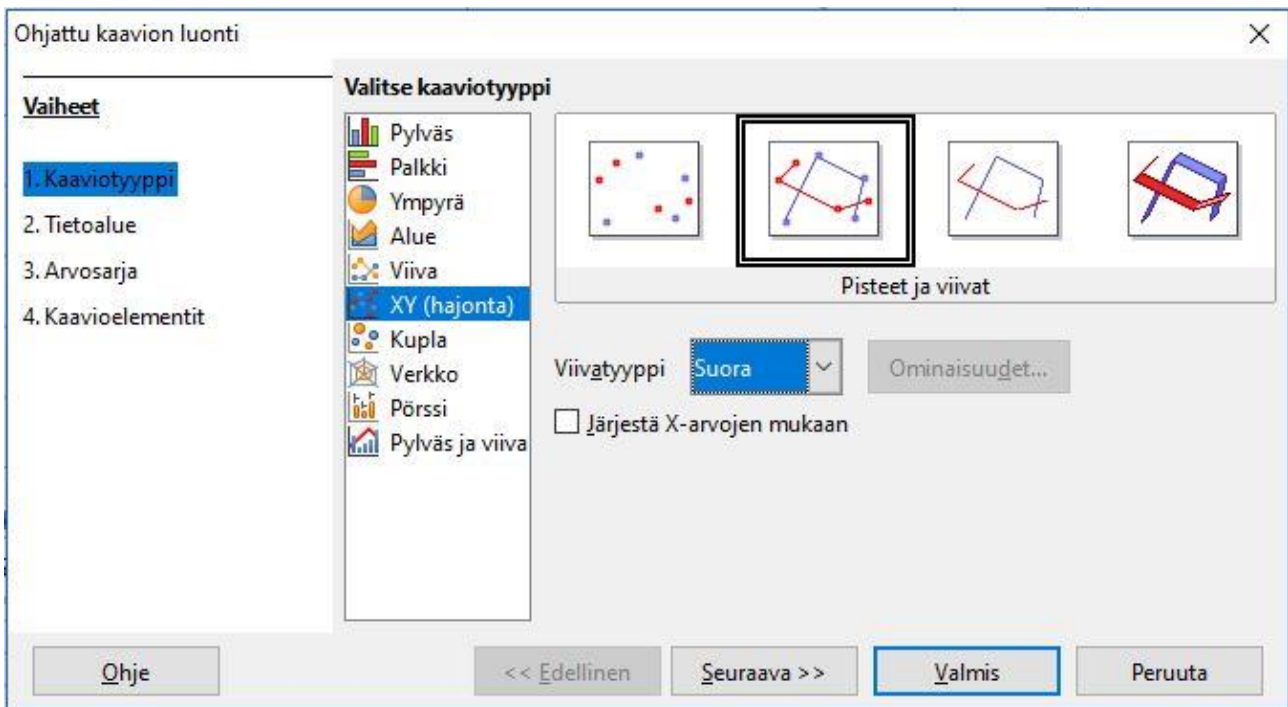
- HUOM; jos siis mR/hr arvot ovat esim. sarakkeessa E ja rivillä 5, täytyy kirjoittaa E5
- Kertomismerkki on tähti (*)
- mR/hr solun arvo halutaan kertoa kymmenellä, joten kirjoitetaan kertoimeksi 10

b) Kaavan ollessa valmis paina *Enter*. Tarkista, että ohjelma varmasti laski arvot oikein.

- c) Loppujen arvojen laskemiseksi klikkaa juuri laskemasi arvon solu aktiiviseksi siten, että solun oikeaan alareunaan ilmestyy pieni musta neliö.
- d) Tartu kiinni neliöön ja vedä sitä sarakkeessa alaspäin niin, että kaikki tarvittavat rivit tulevat mukaan. Ohjelma osaa laskea sarakkeen arvot ensimmäisen solun kaavaesimerkin perusteella automaattisesti, kun ”päästät irti” mustasta neliöstä.

Taulukko säteilystä etäisyyden suhteen – LibreOffice Calc

1. Avaa taulukko LibreOffice Calcissa.
2. Luo taulukko seuraavasti: *Lisää* → *Lisää kaavio...*
3. Avautuu uusi ikkuna *Ohjattu kaavio luonti*
 - a. *Kaaviotyyppi*-välilehti: Valitse kaaviotyyppi **XY (hajonta)** → *Pisteet ja viivat*



- b. *Tietoalue*-välilehdellä tee seuraavat valinnat: *Arvosarjat sarakkeissa* sekä *Ensimmäinen rivi sisältää otsikoita*
- c. *Arvosarja*-välilehdelle ei tarvitse tehdä muutoksia
- d. *Kaavioelementit*-välilehti: Kirjoita otsikot itse kaaviolle sekä X- ja Y -akseleille. Laita raksit molempien akselien ruudukoiden kohtaan sekä siirrä selite halutessasi esim. kaavion alareunaan.
→ Klikkaa *Valmis*

4. Kuvaajan väriä voi muuttaa klikkaamalla hiiren oikealla arvosarjan kuvaajaa (viiva) ja valitsemalla *Muotoile arvosarja...* → *Viiva* -välilehti

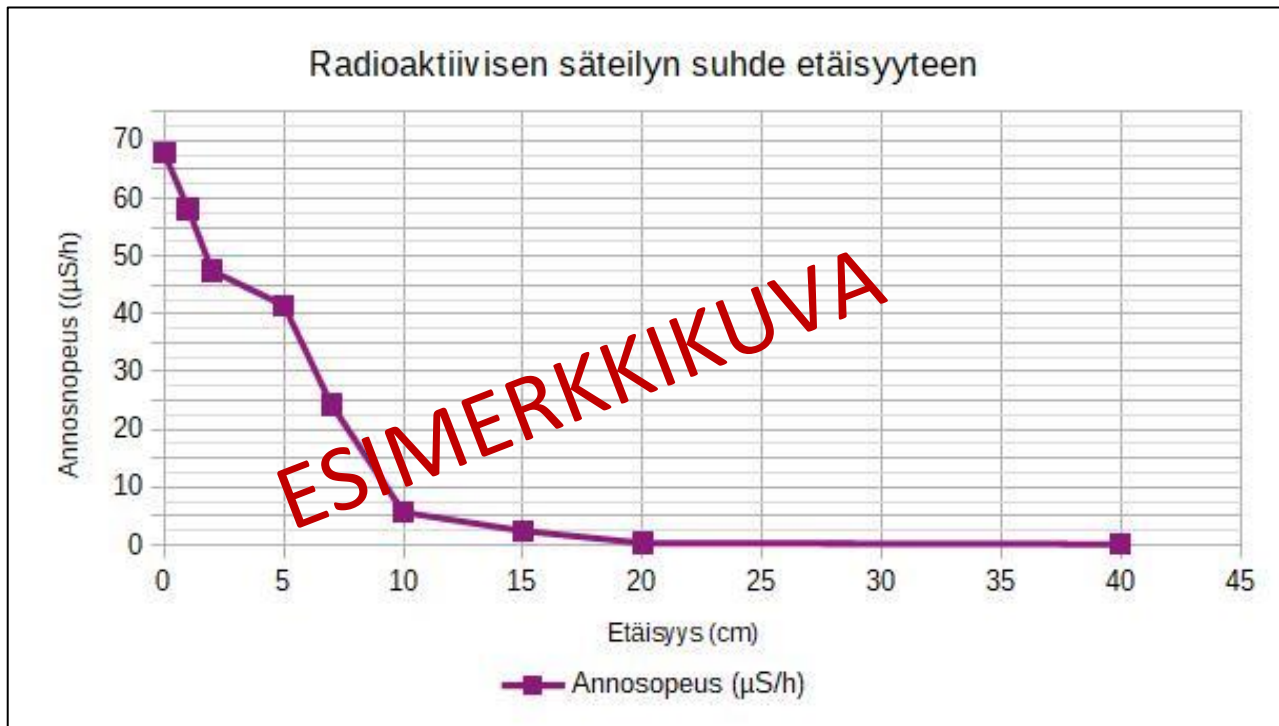
5. Akseleita voi muokata klikkaamalla X- tai Y -akselia hiiren oikealla ja valitsemalla *Muotoile akseli...*

- *Asteikko*-välilehdellä voi muuttaa akselin minimi- ja maksimiarvoja sekä pää- ja apuviivojen määrää ottamalla raksin pois *Automaattinen* -kohdasta ja kirjoittamalla tarvittavat arvot itse
- Muilla välilehdillä voi säätää mm. akselin selitteiden asettelua jne.

6. Arvopisteiden otsikot saa näkyviin klikkaamalla arvosarjan kuvaajaa (viivaa) hiiren oikealla ja valitsemalla *Lisää arvopisteiden otsikot* tai raksittamalla ikkunan oikeasta laidasta kohdan *Näytä arvopisteiden otsikot* (viivakuvaajan oltava valittuna)

7. Kaavio tuodaan kuvatiedoksi klikkaamalla ensin taulukkoa ja sen jälkeen kerran hiiren oikealla painikkeella kaaviota → Valitse *Vie kuvana* ja tallenna **JPEG**-tiedostomuodossa (ks. esimerkkikuva kaaviosta alla).

- **Vastaako kaavion esittämä tieto taustatietoasi radioaktiivisesta säteilystä?**
- **Mitä voit todeta kaavion perusteella radioaktiivisen säteilyn suhteesta etäisyyteen?**



Säteilyltä suojautuminen

1. Kiinnitä säteilymittari 1 cm korkeudelle näytekivestä.
2. Aseta mittari **CPM**-asentoon (Counts Per Minute)
3. Mittaa säteilyn ilman esteitä ja kirjaa lukema ylös taulukkoon.
4. Aseta eri materiaaleja kivinäytteen ja anturin väliin. Kirjaa säteilyarvot käytettäessä eri materiaaleja esteenä.
5. Vaihda asetukseksi **mR/hr**.
6. Mittaa säteily ilman esteitä ja kirjaa lukema ylös taulukkoon
7. Kokeile eri esteitä ja kirjaa ylös säteilyarvot käytettäessä eri materiaaleja esteenä.

Mitä CPM ja mR/hr -mittausarvot kuvaavat? (Vinkki: katso s. 2 säteilymittarin käyttöohje)

- CPM:

- mR/hr:

Mikä materiaali estää säteilyä parhaiten? Entä mikä heikoimmin?

Onko CPM- ja mR/hr -asetuksilla mitatuissa tuloksissa eroja sen suhteen, miten eri materiaalit estävät säteilyä?

Mihin perustuvat eroavaisuudet eri materiaalien kyvyssä estää säteilyä?

Miksi radioaktiivinen säteily on vaarallista?

Tietoa ionisoivan säteilyn vaarallisuudesta löytyy mm. Säteilyturvakeskuksen sivuilta:
<https://www.stuk.fi/aiheet/mita-sateily-on/sateilyn-terveysvaikutukset>

Kuinka radioaktiiviselta säteilyltä voisi suojautua tehokkaimmin omien havaintojesi ja löytämäsi tiedon perusteella?

ITSEARVIOINTI: SÄTEILEVÄ KALLIOPERÄ. Arvioi osaamistasi raksittamalla ja täydentämällä taulukon sarakkeet.

| | Täysin eri mieltä | Eri mieltä | Samaa mieltä | Täysin samaa mieltä |
|---|--------------------------|-------------------|---------------------|----------------------------|
| Tehtävät olivat mielenkiintoisia | | | | |
| Mikä olisi lisännyt mielenkiintoasi työskentelyyn? | | | | |
| Ymmärrän, mistä radioaktiivinen säteily johtuu | | | | |
| Radioaktiivinen säteily koostuu seuraavista säteilylajeista: | | | | |
| Tiedän, mikä radioaktiivisen säteilyn lajeista on vaarallisinta | | | | |
| Radioaktiiviselta säteilyltä voi suojautua tehokkaimmin: | | | | |
| Keskityin tehtävien tekemiseen hyvin | | | | |
| Mitkä tekijät häiritsivät keskittymistä? | | | | |
| Osaan tehdä koeasetelman säteilymittarista, statiivista ja näytteistä | | | | |
| Osaan etsiä aiheeseen liittyvää, tieteellisesti luotettavaa tietoa itsenäisesti | | | | |
| Osaan luoda viivakaavion LibreOffice Calcilla/Excelillä | | | | |
| Opin, miten Calcissa/Excelissä muodostetaan yksinkertainen laskukaava | | | | |