

## Luku 2: Kaikki luonnonilmiöt perustuvat vuorovaikutuksiin

### Tehtävien ratkaisut

Tehtävät 1–4 ovat automaattisesti tarkistettavia tehtäviä ja ne ovat digikirjassa.

#### 2-1.

Täydennä

Kappaleen vuorovaikutus toisen kappaleen kanssa ilmenee kappaleeseen vaikuttavana **\*voimana\***. Etävuorovaikutuksessa kummankin vuorovaikutukseen osallistuvan kappaleen ympärillä on **\*kenttä\***, jonka vaikutuksen toinen osapuoli kokee voimana. Hiukkasfysiikan mallissa **\*vuorovaikutukset\*** kuvataan välittäjähiukkasten avulla. Kaikki luonnossa havaitut fysikaaliset vuorovaikutukset voidaan selittää neljän **\*perusvuorovaikutuksen\*** avulla. **\*Sähkömagneettisen\*** vuorovaikutuksen välittäjähiukkanen on foton. Planeettojen liikettä hallitsee Auringon ja planeettojen välinen **\*gravitaatiovuorovaikutus\***. Se ilmenee **\*voimana\***, jonka Aurinko kohdistaa planeettoihin. Maan **\*magneettikenttä\*** suojaa Maata avaruudesta saapuvalta hiukkassäteilyltä, kuten Auringosta peräisin olevia varautuneita hiukkasia sisältävältä **\*aurinkotuulelta\***.

#### 2-2.

Valitse oikea vaihtoehto. Vaihtoehtoista voi olla oikein yksi tai useampi.

1. Gravitaatio on
  - **perusvuorovaikutus**
  - vahvin vuorovaikutus
  - kalan graavaamista.
2. Perusvuorovaikutuksia ovat
  - **heikko vuorovaikutus**
  - **vahva vuorovaikutus**
  - graavaus.
3. Pöydällä oleva kirja kokee
  - **gravitaation**
  - **sähkömagneettisen vuorovaikutuksen**
  - heikon vuorovaikutuksen.
4. Vahva vuorovaikutus
  - **sitoo kvarkit toisiinsa neutroneiksi ja protoneiksi**
  - **on kvarkkien välinen vuorovaikutus**
  - **pitää ytimen koossa.**
5. Heikossa vuorovaikutuksessa
  - protoni voi muuttua elektroniksi
  - neutroni voi muuttua elektroniksi
  - **protoni voi muuttua neutroniksi.** Kommentti: Myös neutroni voi muuttua protoniksi, mutta muunlaiset muutokset eivät ole mahdollisia.
6. Ytimen pitää koossa protonien ja neutronien välinen
  - sähköinen vuorovaikutus
  - **vahva vuorovaikutus**
  - heikko vuorovaikutus.

## Luku 2: Kaikki luonnonilmiöt perustuvat vuorovaikutuksiin

### 2-3.

Pitävätkö väitteet paikkansa?

1. Kun uit, olet kosketusvuorovaikutuksessa veden ja ilman kanssa sekä etävuorovaikutuksessa Maan kanssa. **\*Kyllä//Ei\***
2. Kaikki luonnon tunnetut ilmiöt voidaan selittää neljän perusvuorovaikutuksen avulla. **\*Kyllä+//Ei\***
3. Voimat liittyvät aina kappaleen vuorovaikutuksiin muiden kappaleiden ja ympäristön kanssa. **\*Kyllä//Ei\***
4. Ytimessä vaikuttaa vain ydinvoima. **\*Kyllä//Ei\***  
Palaute: Ytimessä vaikuttaa ydinvoiman lisäksi kvarkkien välinen vahva voima.
5. Auringon säteilemän energian syntyyn liittyy heikko vuorovaikutus. **\*Kyllä//Ei\***
6. Sähköiset ja magneettiset ilmiöt liittyvät samaan perusvuorovaikutukseen. **\*Kyllä//Ei\***  
Palaute: Sähköiset ja magneettiset ilmiöt liittyvät sähkömagneettiseen vuorovaikutukseen.
7. Vuorovaikutuksien välittäjähiukkaset ovat kuviteltuja, eivät todellisia hiukkasia. **\*Kyllä//Ei\***
8. Sähkömagneettinen vuorovaikutus pitää aineen koossa **\*Kyllä//Ei\***
9. Sähköinen vuorovaikutus ilmenee kappaleisiin vaikuttavana sähköisenä voimana. **\*Kyllä//Ei\***
10. Jos kappaleilla on samanmerkinen sähkövaraus, niiden välillä on vetovoima. **\*Kyllä//Ei\***  
Palaute: Jos kappaleilla on samanmerkinen sähkövaraus, niiden välillä on hylkivä voima.

### 2-4.

Yhdistä.

|                                     |                             |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| Maan kappaleeseen aiheuttama voima  | paino                       |
| hiukkasfysiikan malli               | välittäjähiukkaset          |
| beetahajoaminen                     | heikko vuorovaikutus        |
| Albert Einsteinin gravitaatioteoria | yleinen suhteellisuusteoria |
| ydinvoima                           | vahva vuorovaikutus         |
| kosketusvoima                       | kitka                       |

### 2-5.

- a) Maan ja Kuun välinen vuorovaikutus on etävuorovaikutus.
- b) Polkupyörän rengas on kosketusvuorovaikutuksessa maanpinnan kanssa.

### 2-6.

Kanssasi kosketusvuorovaikutuksessa olevia kappaleita voivat olla esimerkiksi lattia, tuoli, kynä, silmälasit, sormus ja korvakoru.

Kanssasi gravitaatiovuorovaikutuksessa olevia kappaleita ovat Maa, Kuu, Aurinko, lähellä olevat luokkatoverisi ja kaikki pienetkin kappaleet kuten tuoli ja pöytä. Ainoa gravitaatiovoima, joka tarvitsee ottaa huomioon, on Maan vetovoima.

### 2-7.

- a) Perusvuorovaikutukset ovat gravitaatiovuorovaikutus, sähkömagneettinen vuorovaikutus, vahva vuorovaikutus ja heikko vuorovaikutus.
- b) Gravitaatiovuorovaikutus vaikuttaa kaikkien kappaleiden välillä.  
Sähkömagneettinen vuorovaikutus vaikuttaa kaikkien sähköisten ja magneettisten kappaleiden välillä.  
Vahva vuorovaikutus vaikuttaa atomin ytimessä, kvarkkien välillä.  
Heikko vuorovaikutus vaikuttaa kaikkien alkeishiukkasten välillä.

### 2-8.

Vuorovaikutuksia kuvataan kenttiin perustuvalla mallilla ja hiukkasfysiikan mallilla, jossa vuorovaikutus tapahtuu välittäjähiukkasten avulla.

## Luku 2: Kaikki luonnonilmiöt perustuvat vuorovaikutuksiin

2-9.

- a) Koripallo on kosketusvuorovaikutuksessa ilman ja pelaajan käsien kanssa sekä gravitaatiovuorovaikutuksessa Maan kanssa.
- b) Kirja on kosketusvuorovaikutuksessa ilman ja pöydän pinnan kanssa sekä gravitaatiovuorovaikutuksessa Maan kanssa.
- c) Kissa on kosketusvuorovaikutuksessa narun ja ilman kanssa sekä gravitaatiovuorovaikutuksessa Maan kanssa. (Tassun kynsien ja narun atomien välillä on sähkömagneettinen vuorovaikutus.)

2-10.

- a) Aurinko ja Kuu ovat etävuorovaikutuksessa Maan kanssa. Muutkin taivaankappaleet ovat etävuorovaikutuksessa Maan kanssa, mutta niiden gravitaatiovuorovaikutus on merkittävästi heikempi.
- b) Kun autoa työnnetään, se on kosketusvuorovaikutuksessa työntäjien ja tienpinnan kanssa ja myös ilman kanssa.

2-11.

Gravitaatiovuorovaikutus vaikuttaa kaikkien kappaleiden välillä. Maan pinnalla ja sen läheisyydessä oleviin kappaleisiin vaikuttaa Maan aiheuttama gravitaatiovoima. Sitä kutsutaan painoksi.

2-12.

Kasvit käyttävät Auringosta saamansa energian yhteyttämiseen. Fossiiliset polttoaineet ovat muodostuneet elollisesta luonnosta, joten niiden sisältämä energia on peräisin Auringosta. Tuuli ja vesivoimalaitosten energiantuotanto perustuu ilmanpaine-eroihin ja veden kiertokulkuun, jotka ovat Auringon säteilyn aiheuttamia ilmiöitä.

2-13.

- a) gravitaatiovuorovaikutus
- b) vahva vuorovaikutus
- c) sähkömagneettinen vuorovaikutus
- d) sähkömagneettinen vuorovaikutus
- e) heikko vuorovaikutus
- f) gravitaatiovuorovaikutus
- g) sähkömagneettinen vuorovaikutus
- h) sähkömagneettinen vuorovaikutus
- i) sähkömagneettinen vuorovaikutus
- j) heikko vuorovaikutus

2-14.

- a) Newtonin painovoimateoria ja Einsteinin yleinen suhteellisuusteoria.
- b) Newtonin teoriassa gravitaatio ilmenee kappaleen vaikuttavana voimana, Einstein teoriassa gravitaatio ilmenee avaruuden kaareutumisena, joka saa esimerkiksi Maan liikkumaan ellipsin muotoista rataa Auringon ympäri.

2-15.

Väärin ovat kohdat 2, 3 ja 5.

2-16.

Ydinvoima on ytimen nukleonien eli protonien ja neutronien välillä vaikuttava voima, joka pitää ytimen koossa. Se on nukleonien rakenneosasten eli kvarkkien välillä vallitsevan vahvan voiman eräänlainen jäännösvoima, joka ulottuu nukleonin ulkopuolelle.

## Luku 2: Kaikki luonnonilmiöt perustuvat vuorovaikutuksiin

2-17.

- a) Perusvuorovaikutukset voimakkaimmasta heikoimpaan: vahva vuorovaikutus, sähkömagneettinen vuorovaikutus, heikko vuorovaikutus, gravitaatiovuorovaikutus.
- b) Sähkömagneettisen vuorovaikutuksen suhteellinen voimakkuus on  $10^{-3} - 10^{-2}$  eli välillä 0,001 - 0,01 ja vahvan vuorovaikutuksen 1. Näin ollen sähkömagneettisen vuorovaikutuksen suhteellinen voimakkuus on suurimmillaan sadasosa ja pienimillään tuhannesosa vahvan vuorovaikutuksen voimakkuudesta.

2-18.

- a) Väärin. Gravitaatio vaikuttaa kaikkien massallisten kappaleiden ja hiukkasten välillä.
- b) Oikein. Molemmat ovat sähkömagneettisen vuorovaikutuksen ilmenemismuotoja.
- c) Väärin. Lattian jalkapohjiin aiheuttama voima on lattian atomien ja jalkapohjan atomien välinen sähköinen vuorovaikutus.
- d) Väärin. Atomin ytimessä tapahtuu myös heikkoja vuorovaikutuksia (beetahajoaminen) ja protonien välillä sähkömagneettisia vuorovaikutuksia. Koska protoneilla ja neutroneilla on massa, niillä on myös gravitaatiovuorovaikutuksia.
- e) Oikein.
- f) Oikein.
- g) Oikein.

2-19.

Sähköinen vuorovaikutus ilmenee videolla, kun erimerkkisesti varatut sauvat vetävät toisiaan puoleensa ja samanmerkkisesti varatut sauvat hylkivät toisiaan.

2-20.

- a) ii) Maan magneettikentän magneettivuon tiheyden suuruus (magneettikentän voimakkuus) vaihtelee hieman paikasta riippuen, se on keskimäärin 20  $\mu\text{T}$  - 60  $\mu\text{T}$ . Magneettivuon tiheyden yksikkö on tesla (T). Kun puhelimen vie kaiuttimen lähelle, lukema kasvaa. Tämä johtuu siitä, että kaiuttimessa on kestopagneetti, josta lukeman kasvu aiheutuu.
- b) Kun ilmapalloja hankaa hiuksiin, pallot saavat samanmerkkiset sähkövaraukset ja pallot hylkivät toisiaan. Hiukset saavat erimerkkisen sähkövarauksen kuin pallot ja hiukset nousevat kohti palloa.
- c) Kun ilmapallon siirtää seinälle, se jää kiinni seinään, koska pallolla ja seinällä on erimerkkiset sähkövaraukset ja ne vetävät toisiaan puoleensa.
- d) Tutkimuksiin liittyy sähkömagneettinen vuorovaikutus.