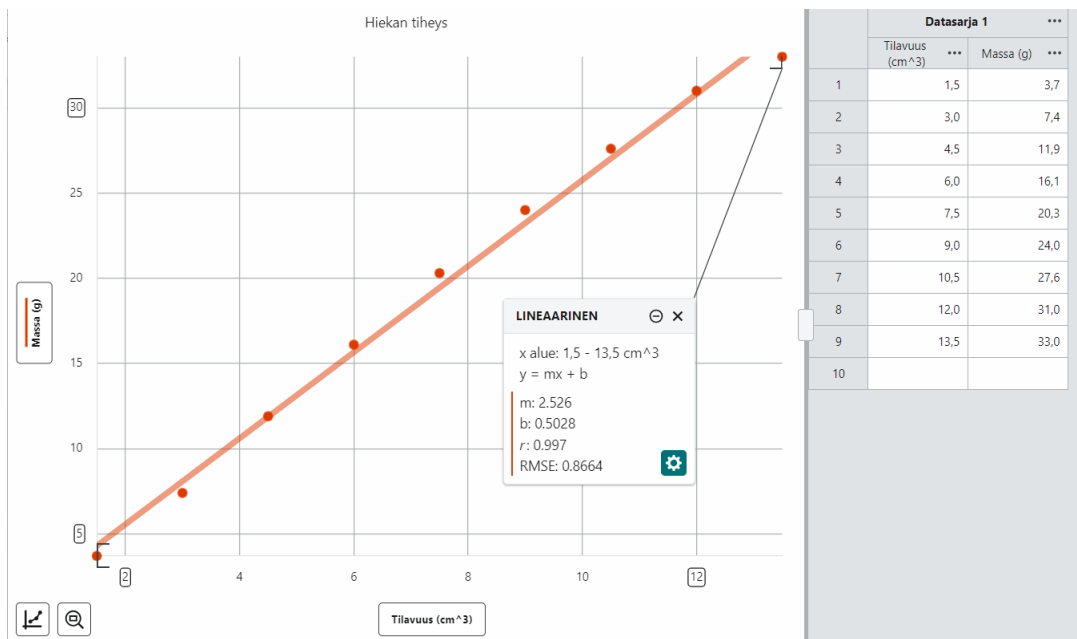


3. Hiekan tiheys (15 p.)

Kokeessa mitattiin hiekan massaa ja tilavuutta. Massa mitattiin grammoina ja tilavuus kuutiosenttimetreinä. Mittaustulokset on esitetty seuraavassa taulukossa:

3.1 Laita mittaustulokset V,m-koordinaatistoon ja sovita mittauspisteisiin sopiva käyrä. Ota kuvakaappaus koordinaatistosta niin, että myös sovituskäyrän yhtälö näkyy. (6 p.)



3.2 Määritä kaavion perusteella hiekan tiheys. (5 p.)

Kuvaaja on lineaarinen ja koeka tiheys määritellään massa/tilavuudella niin kuvaajan kulmakertoimen on hiekan tiheys.

$$\rho = \frac{\Delta m}{\Delta V} = 2,5 \frac{g}{cm^3}$$

3.3 Hiekan tilavuus on $50,0 \text{ cm}^3$. Laske hiekan massa. (4 p.)

Ratkaistaan massa suureyhtälöstä

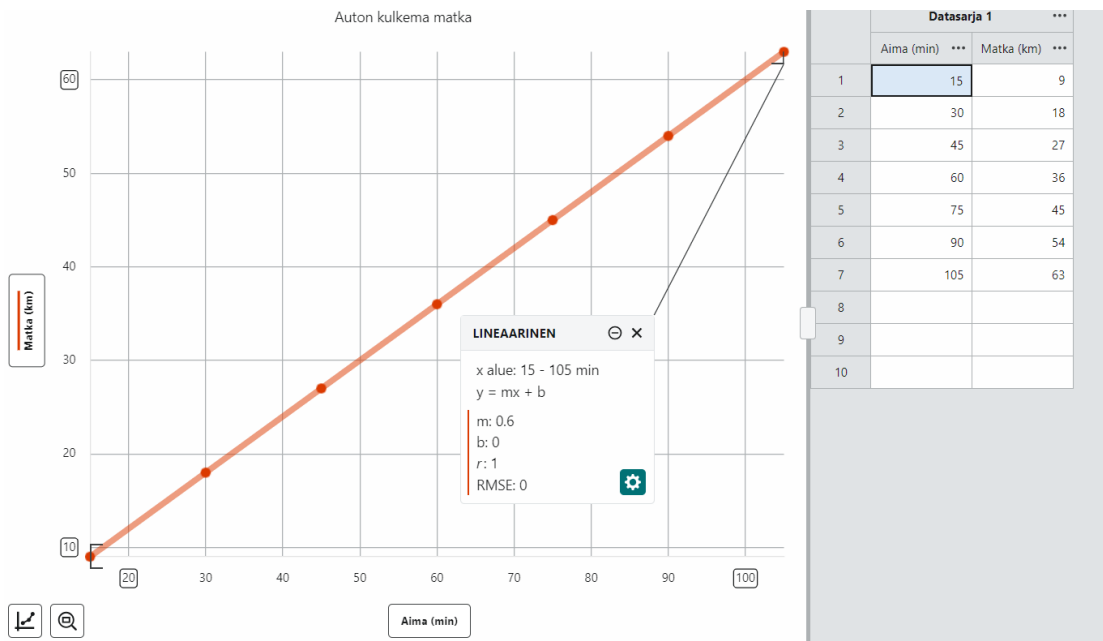
$$\rho = \frac{\Delta m}{\Delta V} \Leftrightarrow m = \rho V = 2,5 \frac{g}{cm^3} \cdot 50 \text{ cm}^3 = 125 \text{ g}$$

4. Auton kulkema matka. (15 p.)

Olet mukana tutkimuksessa, jossa mitataan auton kulkemaa matkaa eri nopeuksilla. Matka ja aika ovat suoraan verrannollisia keskenään. Tehtävänäsi on analysoida auton liikkumista, tehdä ennusteita matkan pituudesta eri aikoina, ja arvioida mahdollisia virhemarginaaleja, jotka voivat vaikuttaa mittaustuloksiin.

Aineistosta löydät tiedot eri nopeuksilla ajetuista matkoista ja ajasta.

4.1 Piirrä mittaustulosten avulla kuvaaja. Onko malli lineaarinen? Perustele. (6 p.)



Malli on lineaarinen, sillä kaikki mittapisteet ovat samalla suoralla.

4.2 Muodosta malli, jolla pystyy ennustamaan auton matkan tietyllä ajan hetkellä. (4 p.)

Voimme hyödyntää suoraan kuvaajasta saatavaa mallia, jolloin kulmakertoimen kertoo nopeuden 0,6 km/min.

$s = vt$, jossa nopeuden yksikkö on km/min ja ajan yksikkö on min.

4.3 Miten kuvailisit auton nopeutta? Laske mallin avulla paljonko auto kulkee 90 min aikana kilometreissä? (5 p.)

Auto on liikkunut vakionopeudella, mikä saatiin (t,s)-kuvaajan kulmakertoimenä. Muutetaan vielä tutumpiin yksiköihin

$$v = 0,6 \frac{km}{min} = \frac{0,6 km}{\frac{1}{60} h} = 36 \frac{km}{h} = \frac{36}{3,6} \frac{m}{s} = 10 \frac{m}{s}$$

$$s = vt = 0,6 \frac{km}{min} \cdot 90 min = 54 km$$

5. Grillausta (15 p.)

5.1 Hiiligrillissä poltetaan puoli säkillistä eli 1,5 kg grillihiiliä. Kuinka paljon lämpöenergiaa palamisessa vapautuu? (7 p.)

RATKAISU

$$m_{\text{hiili}} = 1,5 \text{ kg} \quad H_{\text{hiili}} = 30 - 35 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$$

Energia saadaan lämpöarvon ja massan avulla.

$$E = H_{\text{hiili}} m_{\text{hiili}}$$

Lasketaan saatava energia lämpöarvon välin arvoilla.

$$E = 30 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \cdot 1,5 \text{ kg} = 45 \text{ MJ}$$

$$E = 35 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \cdot 1,5 \text{ kg} = 52,5 \text{ MJ} \approx 53 \text{ MJ}$$

Energiaa vapautuu 45 - 53 MJ.

PISTEYTYS

- Lämpöarvo löydetty (1 p.)
- Energian kaava (2 p.)
- Laskettu molemmat välin päätepisteet (3 p.)
- Vastaus välinä (1 p.)

5.2 Kuinka paljon kaasugrillissä on poltettava nestekaasua, jotta saataisiin yhtä paljon energiaa kuin 1,5 kilogrammasta grillihiiliä? (8 p.)

RATKAISU

$$m_{\text{kaasu}} = ? \quad H_{\text{nestekaasu}} = 42 - 43 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \quad m_{\text{hiili}} = 1,5 \text{ kg} \quad H_{\text{hiili}} = 30 - 35 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$$

Nestekaasusta saatava energia on yhtä suuri kuin grillihiilistä.

$$Q_{\text{kaasu}} = Q_{\text{hiili}}$$

$$H_{\text{nestekaasu}} m_{\text{kaasu}} = H_{\text{hiili}} m_{\text{hiili}}$$

$$m_{\text{kaasu}} = \frac{H_{\text{hiili}} m_{\text{hiili}}}{H_{\text{nestekaasu}}}$$

Pienin kaasun määrä saadaan, kun hiilen lämpöarvo on pienin ja nestekaasun lämpöarvo on suurin.

$$m_{\text{kaasu}} = \frac{30 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \cdot 1,5 \text{ kg}}{43 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}} = 1,046 \text{ kg} \approx 1,0 \text{ kg}$$

Suurin kaasun määrä saadaan, kun hiilen lämpöarvo on suurin ja nestekaasun lämpöarvo on pienin.

$$m_{\text{kaasu}} = \frac{35 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \cdot 1,5 \text{ kg}}{42 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}} = 1,25 \text{ kg} \approx 1,3 \text{ kg}$$

Nestekaasua on poltettava 1,0 - 1,3 kg.

PISTEYTYS

- Nestekaasun lämpöarvo (1 p.)
- Kaasun massan lauseke (2 p.)
- Laskettu oikein (4 p.)
- Vastaus annettu välinä (1 p.)

6. Energian käyttö (15 p.)

Aineistossa on tilastoja energiantuotantotavoista ja loppukäyttökohteista.

1. Aineiston kaukolämmön tuotanto jaetaan fossiilisiin polttoaineisiin sekä turpeeseen. Mainitse kolme polttoainetta, joilla Suomessa tuotetaan kaukolämpöä.

RATKAISU

Lämpöä tuotetaan esim. seuraavilla polttoaineilla: puu, biomassa, kivihiili, maakaasu, öljy, jäte, turve.

PISTEYTYS

- mainittu kaksi polttoainetta (1 p.), mainittu kolme polttoainetta (2 p.)

2. Sähköntuotantoa tehdään uusiutuvalla energialla. Mainitse kolme uusiutuvaa energialähdettä, jolla Suomessa tuotetaan sähköä.

RATKAISU

Sähköä tuotetaan esim. seuraavilla uusiutuvilla energialähteillä: tuuli, vesi, aurinko, biomassa

PISTEYTYS

- Piste per maininta energianlähteestä (max 3 p.)

3. Valitse energian loppukäyttökohde. Esittele yksilön toimintatapa, jolla hiilidioksidipäästöjen määrä pienenee. Kerro vastauksessa, miksi mainitsemasi toimintatapa pienentää hiilidioksidipäästöjä.

RATKAISU

Liikenne:

Kun yksilö pyöräilee, kulkee jalan tai käyttää julkista liikennettä henkilöautoilun sijaan, hänen toiminnastaan syntyy vähemmän hiilidioksidipäästöjä. Henkilöautot käyttävät polttoaineena fossiilisia polttoaineita, joiden palamisessa syntyy hiilidioksidipäästöjä. Myös kulkuvälineiden valmistuksessa syntyy päästöjä, vaikka henkilöautot tai julkisen liikenteen kulkuneuvot toimisivatkin sähköllä. Julkisen liikenteen käytössä syntyy vähemmän päästöjä henkilöä kohden, jos useita henkilöitä liikkuu samalla kerralla paikasta toiseen.

Lento- ja laivaliikenne käyttää polttoaineita, jotka tuottavat hiilidioksidipäästöjä. Välttämällä turhaa matkustamista vähennetään yksilön hiilijalanjälkeä.

Asuminen:

Lämmöntuotannossa käytetään polttoaineita, jotka tuottavat hiilidioksidipäästöjä. Välttämällä liian korkeaa huonelämpötilaa tai turhaa lämmitystä, pienennetään lämmityksen tarvetta. Tällöin hiilidioksidipäästöjen määrä pienenee.

Muu toiminta:

Ihminen tarvitsee energiakseen ruokaa. Ruoan valmistukseen tarvitaan energiaa. Energiantuotanto synnyttää hiilidioksidipäästöjä. Valmistamalla ruokaa vain tarvittava määrä vältetään ruokahävikkiä. Samalla ei synny turhia hiilidioksidipäästöjä, kun ruoan valmistukseen käytetty energia ei ole hukkaenergiaa.

Energian tarve vaihtelee ruokalajista toiseen. Valitsemalla kotimaista ruokaa, tarvitaan ruoan kuljettamiseen vähemmän energiaa, jolloin syntyy myös vähemmän päästöjä. Erityisesti punaisen lihan valmistus vaatii paljon energiaa. Välttämällä turhaa punaisen lihan syöntiä, saadaan sama energia pienemmällä hiilidioksidipäästö määrällä.

Yksilö voi kierrättää tuotteita. Kierrättämällä materiaalia saadaan säästettyä energiaa, jota tarvitaan tuotteiden valmistukseen. Kun energiaa säästyy, vähenevät hiilidioksidipäästöt.

PISTEYTYS

- mainittu yksilön toiminta (2 p.)

- kerrottu, miten toimintatapa liittyy hiilidioksidipäästöihin (3 p.)

4. Esittele toimintatapa, jolla yhteiskunta pienentää syntyviä hiilidioksidipäästöjä. Mainitse vastauksessa, mikä yhteiskunnan toiminnassa johtaa hiilidioksidipäästöjen pienentymiseen.

RATKAISU

Teollisuus / energiantuotanto:

Yhteiskunta voi tuottaa sähköä ja lämpöä uusiutuvilla energianlähteillä fossiilisten polttoaineiden sijaan. Fossiilisten polttoaineiden palamisessa vapautuu ilmakehään hiilidioksidipäästöjä. Uusiutuvat energialähteet eivät tuota energiantuotantoa energiantuotantovaiheessa hiilidioksidipäästöjä.

Liikenne:

Yhteiskunta voi ohjata yksilöitä käyttämään tai luoda hiilineutraaleja liikkumismahdollisuuksia. Henkilöautot, raskasliikenne, lentoliikenne, laivaliikenne käyttävät polttoaineina fossiilisia polttoaineita, vaikka myös sähköllä toimivia liikkumismuotoja on olemassa.

Yhteiskunta voi rakentaa pyöräteitä sekä pitää niitä kunnossa, jotta henkilöautoilun sijaan liikutaan pyörällä.

Yhteiskunta voi ottaa käyttöön sähköllä toimivia julkisen liikenteen kulkuneuvoja reiteille, jos niille on riittävä kysyntä ja tarjota niitä edullisesti, jotta yksilö valitsee julkisen liikenteen henkilöauton sijaan.

Verotuksella voidaan ohjata ihmisiä käyttämään harkitusti liikkumismuotoja, jotka tuottavat hiilidioksidipäästöjä.

Uusi teknologia:

Yhteiskunta voi kehittää uutta teknologiaa, joka ei tuota hiilidioksidipäästöjä. Uusi teknologia voi myös olla sellaista, joka parantaa käytössä olevien voimalaitosten hyötysuhdetta, jolloin sama hyötyenergia saadaan vähemmästä määrästä hiilidioksidia tuottavia energialähteitä.

Muu toiminta:

Yhteiskunta voi mahdollistaa jätteiden kierrätyksen, jotta tuotteiden valmistukseen käytettyä energiaa voidaan hyödyntää paremmin. Tällöin uutta laitetta tai materiaalian muokkaamiseen ei tarvita yhtä paljon energiaa, kuin jos materiaalin raaka-aine hankittaisiin tuotetta varten luonnosta. Pienempi energiankäyttö vähentää hiilidioksidipäästöjen määrää.

Yhteiskunta voi huolehtia hiilinieluista tai lisätä hiilinielujen määrää. Hiilinielut poistavat ilmakehästä hiilidioksidia. Tällöin hiilinielut kompensoivat sellaista toimintaa, josta hiilidioksidipäästöjä syntyy, eikä hiilidioksidin määrä ilmakehässä muutu.

PISTEYTYS

- mainittu toimintatapa (2 p.)

- kerrottu, miten toimintatapa liittyy hiilidioksidipäästöihin (3 p.)

7. Kokeellisen tutkimuksen suunnittelu ja toteutus (20 p.)

Tutkitaan tasaisa liikettä. Kokeessa halutaan mitata, kuinka pitkän matkan esine liikkuu tietyssä ajassa tasaisella nopeudella. Tämän jälkeen tulokset mallinnetaan graafisesti ja analysoidaan.

7.1 Tutkimuskysymys ja hypoteesi. Luo kokeelliselle tutkimuksellesi tutkimuskysymys ja hypoteesi. **4 p.**

7.2 Selitä minkälaisen koeasetelman loisit ja miten toteuttaisit tutkimuksen? **3 p.**

7.3 Mitä tutkimusta tehdessä pitää ottaa huomioon? **3 p.**

7.4 Miten esittäisit mittaustulokset mahdollisimman havainnollistavasti? Havainnollista niitä valitsemallasi tavalla. **6 p.**

7.5 Miten analysoisit mittaustuloksia? **4 p.**

8. Polttovoimalaitos (20 p.)

1. Yhteiskunta Suomessa siirtyy kohti hiilineutraalia energiantuotantoa. Miksi hiilidioksidin määrän kasvu ilmakehässä halutaan pysäyttää?

RATKAISU

Hiilidioksidi on kasvihuonekaasu. Kasvihuonekaasut absorboivat infrapunasäteilyä. Kun maapallo lähettää infrapunasäteilyä, sen mukana siirtyvä energia ei poistu maapallolta. Kun energia jää maapallolle, nousee maapallon lämpötila. Jos kasvihuonekaasujen määrä muuttuu liian nopeasti tai niitä on liikaa, nousee maapallon lämpötila liian suurella nopeudella. Maapallolla ihminen, eläimet, kasvit eivät sopeudu muuttuneeseen lämpötilaan ja ilmastoon. Ilmastonmuutoksen seurauksena viljely, veden saanti tai elinympäristö muuttuvat elämän kannalta huonommiksi.

PISTEYTYS

- hiilidioksidi on kasvihuonekaasu (1 p.)
- kasvihuonekaasut absorboivat maapallon lämpösäteilyä (1 p.)
- maapallon lämpötila nousee (1 p.)
- lämpötilan noususta seuraa ilmastonmuutos (1 p.)
- ilmaston liian nopea muutos huonontaa elämän edellytyksiä (1 p.)

2. Kivihiilivoimalaitosten sijaan energiaa tuotetaan biopohjaisilla energialähteillä. Mikä on Suomessa yleisin biopohjainen energianlähde?

RATKAISU

Puu on yleisin biopohjainen energialähde.

PISTEYTYS

- puu (1 p.)

3. Mikä on lämpövoimalaitoksen, kuten biopolttovoimalaitoksen, toimintaperiaate? Kerro vastauksessa, mitä tapahtuu kuvan kohdissa 1 ja 2 sähkön ja lämmön tuottamiseksi.

RATKAISU

Lämpövoimalaitoksessa on polttoaineen palamisessa vapautuva lämpö lämmittää vettä. Vesi höyrystyy. Kohdassa 1 vesihöyry pyörittää turbiinia, johon kytketty generaattori muuntaa turbiinin pyörimisen energian sähkön energiaksi. Kohdassa 2 vesihöyry jäähtyy lauhdeveden johdosta. Lämmennyttä vettä voidaan hyödyntää kaukolämpönä, kun vesi yhdistää voimalaitoksen yhteiskuntaan kaukolämpöverkon kautta.

PISTEYTYS

- polttoaineen palaminen lämmittää vettä (1 p.)
- vesihöyry pyörittää turbiinia (1 p.)
- turbiiniin yhdistetty generaattori muuntaa pyörimisen energian sähkön energiaksi. (1 p.)
- voimalaitoksen vesi siirtää lämpöä kaukolämpöverkon veteen (1 p.)
- kaukolämpöverkon vesi siirtää lämpöä voimalaitoksesta yhteiskunnan käyttöön (1 p.)

4. Tarkastellaan lämpövoimalaitoksen elinkaarta rakentamisesta purkuun. Valitse aineiston 11.B kuvasta vaihe. Miten elinkaaren vaiheessa syntyy hiilidioksidipäästöjä?

RATKAISU

Kaikkea energiaa ei tuoteta hiilineutraalisti.

Voimalaitoksen rakentaminen:

Voimalaitoksen rakentamisessa energiaa tarvitaan esim. materiaalien valmistukseen ja muokkaamiseen, sähkөөn tai ihmisten ja tarvikkeiden kuljetukseen.

Energianlähteen hankinta ja kuljetus:

Energianlähteen hankitaan tarvitaan laite, joka pystyy siirtämään energianlähteen voimalaitokseen. Energianlähteitä voidaan joutua kuljettamaan. Kuljeutsta ei voida tehdä hiilineutraalisti.

Energiantuotanto ja voimalan käyttö:

Vaikka voimalaitos olisi uusiutuvan energian voimala, joudutaan voimalaitosta ylläpitämään ja huoltamaan. Tähän tarvitaan mm. sähkөө ja ihmisiä. Ihmisten liikkuminen vaatii energiaa.

Voimalaitoksen purku:

Voimalaitoksen purkuun tarvitaan laitteita, jotka käyttävät polttoaineita tai sähkөө. Fossiiliset polttoaineet tuottavat hiilidioksidipäästöjä.

PISTEYTYYS

Hyvästä vastauksesta ja kuvailusta (4 p.)

Pieniä puutteita (3 p.)

Jotain kuvailua (1 - 2 p.)

Perustelematon vastaus, jota ei ole liitetty mihinkään vaiheessa tapahtuvaan toimintaan (0 p.)

5. Puupellettien lämpöarvo on 19 MJ/kg. Kuinka paljon puupellettejä on poltettava sekunnissa, jos voimalaitos toimii maksimiteholla 95 MW?

RATKAISU

Energian ja tehon välinen yhteys

$$Q = Pt$$

$$Q = 95 \text{ MW} \cdot 1 \text{ s} = 95 \text{ MJ}$$

Energiaa tarvitaan 95 MJ sekunnissa.

Palamisessa vapautuva energia:

$$Q = Hm$$

$$m = \frac{Q}{H}$$

$$m = \frac{95 \text{ MJ}}{19 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}} = 5,0 \text{ kg}$$

PISTEYTYYS

- energia laskettu sopivalla tavalla perustellen (1 p.)
- energia 95 MJ/s (1 p.)
- palamisessa vapautuvan energian laskuperiaate (1 p.)
- vastaus (2 p.)

*