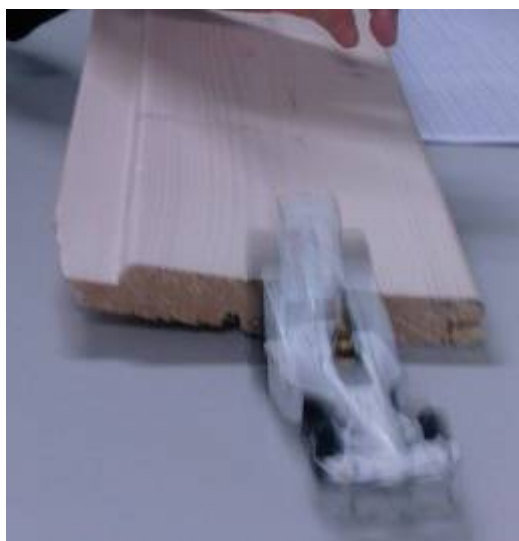


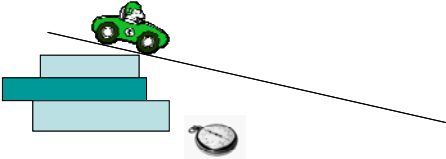





## Opetusmateriaali

Tämän opetusmateriaalin tarkoituksena on opettaa kiihtyvyyttä mallintamisen avulla. Toisena tarkoituksena on hyödyntää pikkuautoa ja lego-ukkoa fysiikkaan liittyvän ahdistuksen vähentämiseksi. Ennen tutkimustehtävien tekemistä, opiskelijat voivat nimetä pikkuauton esimerkiksi ”Punaiseksi Lohikäärmeeksi” tulosten vertailun helpottamiseksi. Opiskelijat suunnittelevat itse, miten toteuttavat kiihtyvyyteen liittyvät tutkimustehtävät, ja kirjaavat tulokset tehtävämonisteisiin. Tutkimustehtävien tuloksista keskustellaan yhteisesti.

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Johdanto                    | Opettaja esittelee tehtävät ja muodostaa ryhmät/parit. Tunnin alussa voidaan kerrata yhteisöllisen oppimisen peruseriaatteita sekä mallintamisen vaiheita ja keskustella tulosten raportointitavasta.                      |
| Tutkimustehtävien tekeminen | Opiskelijat suunnittelevat itse miten tutkimustehtävät toteutetaan, Kunkin parin/ryhmän työpisteessä on valmiina tarvittavat materiaalit Yhden tehtävän kokeellisen osuuden tekemiseen menee arvioilta noin 25 minuuttia . |
| Yhteenveto                  | Parit/ryhmät raportoivat tutkimuksensa tulokset sekä miten he onnistuivat matemaattisessa mallinnuksessa. Ryhmät osallistuvat koko luokan yhteiseen keskusteluun tuloksista.   |



### Tehtäväkuvaus ja tarvikkeet 1: Pikkuauton kiihtyvyys

|            |   |
|------------|---|
| Muuttujat  | <p>Riippumattomat muuttujat: Nopeus, aika<br/>Riippuva muuttuja: Kiihtyvyys</p> <p>Muuttujien välinen yhteys:</p> $\text{Kiihtyvyys} = \frac{\text{Nopeuden\_muutos}}{\text{Ajan\_muutos}}; a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ <p><math>\Delta v</math> on nopeuden muutos ja <math>\Delta t</math> ajan muutos</p>   |
| Tarvikkeet | <p>Pikkuauto<br/>Sekuntikello<br/>Kalteva taso<br/>Mitta<br/>Millimetripaperi, kynä</p>       |

|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| <p>Tutkimuksen suorittaminen</p> | <p>Tässä tutkimuksessa opiskelijoiden tulee ensin miettiä, miten pikkuauton kiihtyvyyttä voidaan tutkia. Heidän pitää itse miettiä, mitä välineitä he tarvitsevat. Tarvittaessa opettaja voi tarkastaa suunnitelmat ennen niiden toteuttamista. Tutkimustehtävän aikana kaikki havainnot ja tulokset kirjataan ylös taulukoihin. Tulokset esitetään myös graafisesti koordinaatiossa järkevää asteikkoa käyttäen. Opiskelijoiden pitäisi saada selville, että kuvaajana on ylöspäin aukeavan paraabelin puolikas, sekä matkan <math>s</math> riippuu ajasta <math>t</math> 2. asteen polynomifunktio mukaan (<math>s = s_0 + v_0t + \frac{1}{2}at^2</math>). Ensimmäisten tulosten jälkeen opiskelijoiden tulee toistaa mittaukset tutkimustilannetta varioimalla, testaamalla pikkuauton kiihtyvyyttä jyrkemällä/matalammalla tasolla sekä erilaisella pintamateriaalilla varustetulla tasolla. Tämän jälkeen opiskelijoiden tulee pohtia miten eri tutkimustilanteet vaikuttivat kiihtyvyyteen, laskea hetkellinen keskinopeus sekä piirtää graafi siten, että pisteiden <math>(x,y)</math> etäisyys pysyy samana, esimerkiksi,</p> <div data-bbox="470 918 1029 1400" data-label="Figure"> </div> <p>Esimerkki 1.</p> $v_{k1} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \frac{0,30 - 0,20}{2,5 - 2} = \frac{0,1}{0,5} = 0,2 \text{ m/s}$ $v_{k2} = \frac{s_4 - s_3}{t_4 - t_3} = \frac{0,60 - 0,50}{3,3 - 3} = \frac{0,1}{0,3} = 0,33... \text{ m/s}$ <p>Etäisyyden muutos pidetään koko ajan samana. Toisin sanoen tutkitaan kuvaajaa eri kohdissa niin, että erotus <math>s_n - s_{n-1}</math> pysyy koko ajan samana. Huomaa, että aikojen erotus muuttuu. Esimerkissä olisi voitu valita myös pistepari, jossa etäisyydet olisivat olleet 0,25 m ja 0,35 m. Kunhan siis <b>erotus</b> pysyy samana.</p> |
| <p>Yhteys arkipäivään</p>        | <p>Kiihtyvä liike on helppo havaita arjessa</p>  |

## Tehtäväkuvaus ja tarvikkeet 2: Duplo-ukko liikenteessä

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Riippuva muuttuja           |  |
| Riippuvuus                  |  |
| Materiaali                  |  <p>Pikkuauto<br/>                 Duplo (Lego) -ukko<br/>                 Kalteva taso,<br/>                 Kulmaviivain<br/>                 Kumilenkkejä (Turvavyö Duplo-ukolle)</p>    |
| Tutkimustehtävän eteneminen | <p>Tässä tehtävässä samaa tilannetta mitataan useilla eri havainnoilla sekä varioidaan tutkimustilannetta. Tutkimustilannetta varioidaan muuttamalla tason kaltevuuskulmaa ja tutkitaan kuinka kalteva taso voi olla, jotta Duplo-ukko pysyy kyydissä ilman turvavyötä, sekä kuinka kaltevaa tasoa pitkin Duplo-ukko voi ajaa käyttäessään turvavyötä, esimerkiksi 40% kaltevuuskulmassa Duplo-ukko tarvitsee turvavyön pysyäkseen kyydissä.</p> |
| Tausta                      | <p>Kiihtyvyydellä tarkoitetaan nopeuden muutosta aikayksikössä</p> $\text{Kiihtyvyys} = \frac{\text{Nopeuden\_muutos}}{\text{Ajan\_muutos}}, \text{ eli } a = \frac{\Delta v}{\Delta t},$ <p>missä <math>\Delta v</math> on nopeuden muutos ja <math>\Delta t</math> ajan muutos</p>   |
| Yhteys arkipäivään          | <p>Muista käyttää turvavyötä liikenteessä.</p>   |



## Tehtävämoniste *Pikkuauton kiihtyvyys*

Tässä tehtävässä tutkitaan pikkuauton kiihtyvyyttä. Ennen kuin aloitat kiihtyvyyden tutkimisen, vastaa ensin alla oleviin kysymyksiin. Kirjoita vastaukset vihkoosi.

1. Miten pikkuauton kiihtyvyyttä voidaan tutkia?
2. Mitä välineitä tarvitset pikkuauton kiihtyvyyden tutkimiseksi?
3. Piirrä kuva miten aiot suorittaa tutkimuksen?

Suorita tutkimus äsken suunnittelemallasi tavalla.

4. Kirjoita tutkimuksesi tulokset alla olevaan taulukkoon. Kirjoita näkyviin miten laskit havaintojesi keskiarvon. Miksi jokaista tutkittavaa matkaa kohti on tehtävä kolme eri mittausta?

| matka, cm | matka, m | havainto 1<br>aika, s | havainto 2<br>aika, s | havainto 3<br>aika, s | havaintojen keskiarvo<br>aika, s | pisteen<br>koordinaatit |
|-----------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 5         | 0,05     |                       |                       |                       |                                  | ( , 0,05)               |
| 10        | 0,1      |                       |                       |                       |                                  | ( , 0,1)                |
| 20        |          |                       |                       |                       |                                  | ( , )                   |
| 30        |          |                       |                       |                       |                                  | ( , )                   |
| 40        |          |                       |                       |                       |                                  | ( , )                   |
| 50        |          |                       |                       |                       |                                  | ( , )                   |
| 60        |          |                       |                       |                       |                                  | ( , )                   |
| 70        |          |                       |                       |                       |                                  | ( , )                   |
| 80        |          |                       |                       |                       |                                  | ( , )                   |
| 90        |          |                       |                       |                       |                                  | ( , )                   |

5. Piirrä (aika, matka)-kuvaaja millimetripaperille saatujen mittaustulosten perusteella. Mieti järkevä asteikko! Tarkastele kuvaajan muotoa, voiko siitä päätellä miten matka riippuu ajasta?

Kuvaaja muistuttaa:

Päätelmä:

6. Toista mittaussarja käyttäen jyrkempää/matalampaa tasoa, ja pintamateriaaliltaan erilaista tasoa. Kirjoita tutkimustuloksesi seuraavalla sivulla oleviin taulukoihin. Piirrä kuvaaja(t) edellisen kuvaajan kanssa samaan koordinaatistoon.

Tulokset: Jyrkempi/matalampi taso

| Matka, cm | matka, m | havainto 1 aika, s | havainto 2 aika, s | havainto 3 aika, s | havaintojen keskiarvo aika, s | Pisteen koordinaatit |
|-----------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|----------------------|
| 5         | 0,05     |                    |                    |                    |                               | ( , 0,05)            |
| 10        | 0,1      |                    |                    |                    |                               | ( , 0,1)             |
| 20        |          |                    |                    |                    |                               | ( , )                |
| 30        |          |                    |                    |                    |                               | ( , )                |
| 40        |          |                    |                    |                    |                               | ( , )                |
| 50        |          |                    |                    |                    |                               | ( , )                |
| 60        |          |                    |                    |                    |                               | ( , )                |
| 70        |          |                    |                    |                    |                               | ( , )                |
| 80        |          |                    |                    |                    |                               | ( , )                |
| 90        |          |                    |                    |                    |                               | ( , )                |

Tulokset: Tasolla erilainen pintamateriaali

| Matka, cm | matka, m | havainto 1 aika, s | havainto 2 aika, s | havainto 3 aika, s | havaintojen keskiarvo aika, s | Pisteen koordinaatit |
|-----------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------------------|----------------------|
| 5         | 0,05     |                    |                    |                    |                               | ( , 0,05)            |
| 10        | 0,1      |                    |                    |                    |                               | ( , 0,1)             |
| 20        |          |                    |                    |                    |                               | ( , )                |
| 30        |          |                    |                    |                    |                               | ( , )                |
| 40        |          |                    |                    |                    |                               | ( , )                |
| 50        |          |                    |                    |                    |                               | ( , )                |
| 60        |          |                    |                    |                    |                               | ( , )                |
| 70        |          |                    |                    |                    |                               | ( , )                |
| 80        |          |                    |                    |                    |                               | ( , )                |
| 90        |          |                    |                    |                    |                               | ( , )                |

Mikä on muuttunut edelliseen mittaukseen verrattuna?

---



7. Laske jollekin mittaussarjalle sen jokaista havaintoa vastaava hetkellinen keskinopeus kaavalla

$$\text{Nopeus} = \frac{\text{matka}}{\text{aika}} \text{ eli } v = \frac{\Delta s}{\Delta t}, \text{ missä } v \text{ on nopeus, } s \text{ on matka ja } t \text{ on aika.}$$

| Matka, m | Aika, s | Nopeus, m/s |
|----------|---------|-------------|
| 0,05     |         |             |
| 0,1      |         |             |
| 0,2      |         |             |
| 0,3      |         |             |
| 0,4      |         |             |
| 0,5      |         |             |
| 0,6      |         |             |
| 0,7      |         |             |
| 0,8      |         |             |
| 0,9      |         |             |

8. Mitä havaitset, kun vertaat hetkellisiä keskinopeuksia keskenään? Mitä se sinulle auton liikkeestä kertoo?

9. Siirrä edellisestä taulukosta ajan ja nopeuden arvot alla olevaan taulukkoon. Laske hetkellinen kiihtyvyys peräkkäisistä mittauksista alla olevan kaavan avulla

$$\text{Kiihtyvyys} = \frac{\text{Nopeuden\_muutos}}{\text{Ajan\_muutos}}, \text{ eli } a = \frac{\Delta v}{\Delta t},$$

missä  $\Delta v$  on nopeuden muutos ja  $\Delta t$  ajan muutos

Esimerkiksi ensimmäisen havainnon hetkellinen kiihtyvyys saadaan lasketuksi seuraavasti

$$\text{kiihtyvyys}_1 = (\text{nopeus}_1 - 0) / (\text{aika}_1 - 0),$$

$$\text{kiihtyvyys}_2 = (\text{nopeus}_2 - \text{nopeus}_1) / (\text{aika}_2 - \text{aika}_1), \text{ jne.}$$

| Havainto | Aika, s | Nopeus, m/s | Kiihtyvyys, m/s <sup>2</sup> |
|----------|---------|-------------|------------------------------|
|          | 0       | 0           | 0                            |
| 1.       |         |             |                              |
| 2.       |         |             |                              |
| 3.       |         |             |                              |
| 4.       |         |             |                              |
| 5.       |         |             |                              |
| 6.       |         |             |                              |
| 7.       |         |             |                              |
| 8.       |         |             |                              |
| 9.       |         |             |                              |
| 10.      |         |             |                              |

Kiihtyvyyksien keskiarvo:        :

10. Virhetarkastelu.

Arvioi missä mittausvaiheessa syntyy virhettä. Onko jokin mittaustulos sellainen, että se poikkeaa huomattavasti muista?

11. Omat huomiosi ja päätelmäsi:

Voidaanko saatujen tulosten avulla ennustaa auton käyttäytymistä jos kallistuskulma pidetään samana ja lankku olisi esimerkiksi 2 m pitkä tai 10 m pitkä, (eikä auto pääsisi putoamaan lankun sivuille)?

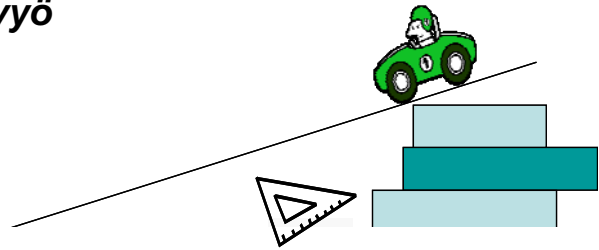
12. Kirjallisuusvertailu (jos mahdollista):

Tässä voi verrata saatuja tuloksia kirjallisuudessa esitettyihin tietoihin, esimerkiksi jos määritetään jonkin aineen tiheyttä tai vaikkapa Maan aiheuttamaan kiihtyvyyttä.





## Tehtävämoniste *Duplo-ukko ja turvavyö*



Kokeile Duplo-ukon kanssa, miten turvavyö toimii törmäystilanteessa.

1. Laita Duplo-ukko istumaan autoon ja päästä auto laskemaan alas kaltevaa tasoa, joka päättyy esteeseen.

Kokeile useampaa eri kaltevuutta ja testaa, mitä tapahtuu.

2. Kiinnitä sitten Duplo-ukko tukevasti kiinni autoon kumilenkeillä.

Päästä auto laskemaan alas kaltevalla tasolla, joka päättyy esteeseen.

Kokeile useampaa eri kaltevuutta ja testaa, mitä tapahtuu.

Selitä, mitä tapahtuu.

Mitä arkielämään liittyviä päätelmiä voit tehdä tämän tutkimuksen perusteella?