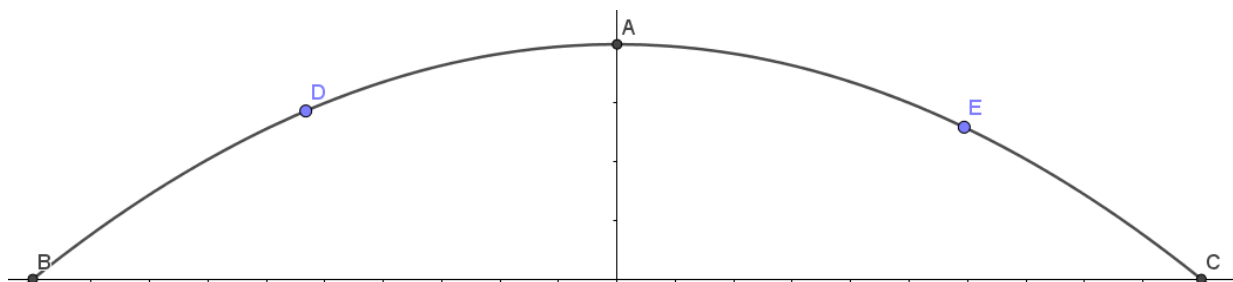


# Mekaniikan jatkokurssi: Heittoliike

## Kertaa ja palauta mieleen:

- Upouudella autolla on ajettu 20 km. Sillä ajetaan autokaupasta kotiin nopeudella 50 km/h puoli tuntia. Mitä lukemaa auton kilometrimittari näyttää kotona? Kuinka monta kilometriä on autokaupalta kotiin?
- Malttamattomat lapset takapenkillä kyselevät, kuinka kauan matka mummolaan vielä kestää. Mummolaan on matkaa 100 km, josta oli kuljettu kolme neljäsosaa. Isä kertoi matkan kestävän vielä 25 minuuttia. Mikä on loppumatkan keskinopeus kilometreinä tunnissa?
- Burj Khalifa on maailman korkein rakennus. Se on 828 metriä korkea. Ilmanvastusta ei oteta laskuissa huomioon.
  - Samppanjapullo pudotetaan huipulta. Kuinka kauan putoaminen kestää?
  - Toinen pullo heitetään alaspäin alkunopeudella 3 m/s. Kauanko putoaminen nyt kestää? Entä jos pullo on vain puoliksi täynnä?
- Taitoluistelijat hyppäävät korkealle tehdessään vaikeita, monta kierrosta sisältäviä hyppyjä. Luistelijan pystysuuntainen lähtönopeus on 3,4 m/s ja lentoaika 0,36s. Laske korkeus, jolle taitoluistelija voi tässä tilanteessa hypätä.
- Auto ajaa viittäkymppiä suoralla tiellä. Tietyön takia nopeusrajoitusta on pienennetty väliaikaisesti. Uuden nopeusrajoituskytlin nähdessään autoilija jarruttaa kiihtyvyydellä  $1,85 \text{ m/s}^2$  kolmen sekunnin ajan. Laske alennettu nopeusrajoitus olettaen, että kuski ei aja tietyömaalla ylinopeutta.
- Kuvaaja esittää esteen yli hyppäävän hevosen rataa. Missä pisteessä tai pisteissä
  - hevosen y-suuntainen nopeus on suurin?
  - hevosen x-suuntainen nopeus on suurin?
  - hevosen nopeus on suurin?
  - hevoseen vaikuttaa gravitaatiovoima?
  - hevosen nopeuteen vaikuttaa putoamiskiihtyvyys?
  - hevosen nopeus on yhtä suuri kuin pisteessä B?



7. Miksi laskin saattaa antaa negatiivisia vastauksia ratkaistaessa aikaa tai paikkaa heittoliikkeen yhtälöstä? Mitä negatiivinen aika tai paikka tarkoittaa fysiikan kannalta?

### Varsinaiset tehtävät:

Näistä tehtävistä kiitos kuuluu Arto Niemiselle, jonka hienot sivut valitettavasti ovat hävinneet internetistä.

- Johda vinon heittoliikkeen nousuajan, lentoajan, lakikorkeuden ja kantaman lausekkeet. Jos jumitut, apua löytyi aiemmin Arto Niemisen materiaaleista:  
<http://www.kotiposti.net/ajnieminen/vino.pdf>
- Jääpuikko tipahtaa talon räystäältä. Mikä on jääpuikon nopeus 0,28 s kuluttua, kun ilmanvastusta ei oteta huomioon?
- Pesäpallo heitetään kohtisuoraan ylöspäin nopeudella 25 m/s.
  - Millä korkeudella pallo on 3,2 sekunnin kuluttua?
  - Millä ajanhetkellä pallo on lakikorkeudessa?
  - Mikä on pallon kiihtyvyyden lakikorkeudessa?
  - Kuinka korkealla pallo kävi?
- Pesäpallo lyödään laakana alkunopeudella 19 m/s korkeudelta 1,5 m. Missä kohtaa pallo osuu maahan, kun ilmanvastusta ei oteta huomioon, eikä kukaan saa sitä kiinni? Millä nopeudella pallo osuu maahan?
- Raketti ammutaan  $70^\circ$  kulmassa vaakatasoon nähden alkunopeudella 350 m/s. Ilmanvastusta ei oteta huomioon.
  - Millä ajanhetkellä raketti on lakikorkeudessa?
  - Kuinka korkealle raketti lensi?
  - Kuinka pitkään raketti oli ilmassa?
  - Kuinka kauas raketti lensi?
- Uskalias uimari juoksee kallionkielekkeeltä ja hyppää veteen vaakasuoralla alkunopeudella. Millä alkunopeudella hänen on juostava, jotta hän välttää 9 metriä lähtötason alla olevan 1,75 metriä leveän kallionkielekkeen?
- Antti seisoo 15 m korkean rakennuksen katolla, ja heittää kiven nopeudella 30 m/s suuntaan, joka osoittaa  $33,0^\circ$  vaakatason yläpuolelle. Laske
  - kiven saavuttama maksimikorkeus katosta mitattuna.
  - kiven vauhti juuri ennen sen osumista maahan ja
  - kiven osumiskohdan vaakasuora etäisyys heittopaikasta.

Esitä lisäksi liikkeen kuvaajien hahmotelmat  $(t, x)$ ,  $(t, y)$ ,  $(t, v_x)$  ja  $(t, v_y)$ -koordinaatistoissa.

**Vastauksia:**

1. -
2. 2,7 m/s
3. a) 30 m, b) 2,5 s, d) 32 m
4. 10,5 m, 19,76 m/s 16° vaakatasosta alaspäin
5. a) 34 s, b) 5,5 km, c) 67 s, d) 8 km
6. 1,3 m/s
7. a) 13,6 m b) 34,6 m/s c) 103 m