

Tehtävä 1. Löydä virheet

Dimensioanalyysiin perustuen, tutki alapuolen yhtälöiden paikkansa pitävyyttä. Käytä apunasi seuraavia: $[m] = kg$, $[s] = m$, $[t] = s$, $[v] = \frac{m}{s}$, $[a] = \frac{m}{s^2}$, $[P] = W = kg \cdot \frac{m^2}{s^3}$, $[W] = J = kg \cdot \frac{m^2}{s^2}$

- a) $st = v$
- b) $v + \frac{s}{t} = at$
- c) $P = m \left(\frac{v}{t} \right) \left(\frac{s}{t} \right)$
- d) $W + \frac{ma}{v} = Pt$

Tehtävä 2. Nopeusharjoittelua

Olet päättänyt mitata ystäväsi maksimaalisen juoksunopeuden. Suunnittelet koejärjestelyn siten, että kiihdytysmatka on 50 metriä, jonka jälkeen huippunopeus lasketaan keskiarvona 30 metrin

matkalta. Mittaat ystäväillesi ajan 3,85 sekuntia. Keskinopeus lasketaan kaavasta $\bar{v} = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, missä s on juoksumatka ja t siihen kulunut aika.

Arvioi mittaamasi ajan ja matkan absoluuttinen epätarkkuus (δt ja δs) ja laske suhteellinen epätarkkuus molemmille ($\frac{\delta t}{|t|}$ ja $\frac{\delta s}{|s|}$).

- a) Kirjoita lauseke nopeuden suhteelliselle virheelle luentomonisteen avulla.
- b) Laske nopeuden ja sen epätarkkuuden absoluuttiset arvot ja esitä tulos lopullisessa muodossa.
- c) Vastaa perustuen arvioimaasi juoksunopeuden mittausepätarckkuuteen. Kuukauden nopeusharjoittelun jälkeen mitaat ystäväsi nopeuden uudestaan ja se on parantunut 0,1 km/h. Onko mittaustarkkuutesi niin suuri, että voisit pitää tätä todellisena parannuksena? Entäpä jos ystäväsi parantaisi juoksunopeuttaan 0,5 km/h, 1,0 km/h tai 5,0 km/h?

Tehtävä 3. Lajien väliset Olympialaiset

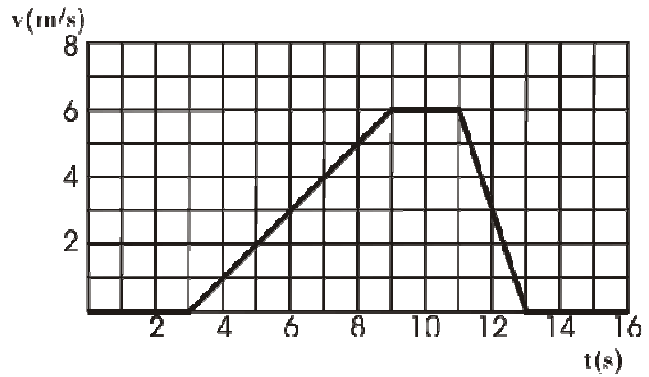
Jos eläin- ja ihmiskunnan välillä järjestettäisiin Olympialaiset ja tulokset suhteutettaisiin kehon massaan, olisi korkeushypyn ylivoimainen voittaja Sylkikaskas (*Philaenus spumarius*).

- a) Sylkikaskas kiihdyttää itsensä matkaan 1 millisekuntin aikana. Tänä aikana se saavuttaa nopeuden, joka on 4 m/s. Mikä on kiihtyvyyden suuruus ja suunta?
- b) Ihmisen kyky sietää kiihtyvyyttä riippuu kiihtyvyyden suunnasta, huippuarvosta, kestosta ja siitä kuinka nopeasti kiihtyvyys muuttuu (da/dt). On arvioitu, että hyvin tuettuna ihmiskeho pystyy sietämään eteen- tai taaksepäin suuntautuvia kiihtyvyyksiä jopa yli 100 G:n ($a = 100 \times 9,81 \text{ m/s}^2$). Ylöspäin suuntautuvaa kiihtyvyyttä ihminen kestää kuitenkin huomattavasti heikommin. G-pukuun pukeutunut suihkukoneen pilotti selviää jatkuvasti 5 G:n suuruisista kiihtyvyyksistä menettämättä tajuntaansa. Hetkellisesti ihminen voi kuitenkin sietää ylöspäin suuntautuvaa kiihtyvyyttä, jonka suuruus on 25 G (Linnanmäen Raketti-laitteessa saavutettu kiihtyvyys on 4 G). Kuinka monen G:n suuruisen kiihtyvyyden Sylkikaskas saavuttaa? Mitä tapahtuisi ihmiselle tällaisessa kiihtyvyydessä?

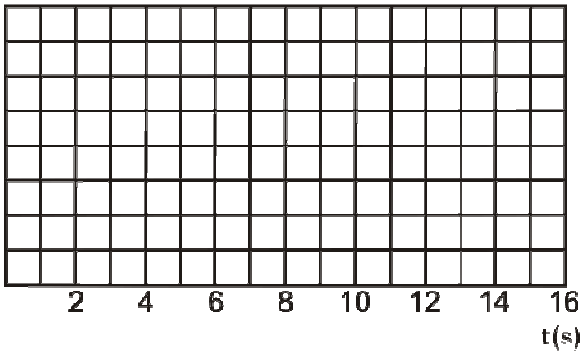
- c) Kuinka korkealle sylkikaskas voi ponnistaa kohdassa a) annetulla lähtönopeudella? Ilmanvastusta ei tarvitse ottaa huomioon.
- d) Oletetaan, että Sylkikaskas painaa 0,1 grammaa (mikä todennäköisesti on yliarviointia). Sen painoon suhteutettu tulos lajien välisissä Olympialaisissa olisi siis $\frac{80cm}{0,1 \times 10^{-3} kg} = 8000 \frac{m}{kg}$. Paljonko olisi ihmiskunnan edustajan vastaava tulos?

Tehtävä 4. Kuvaajien käpristelyä

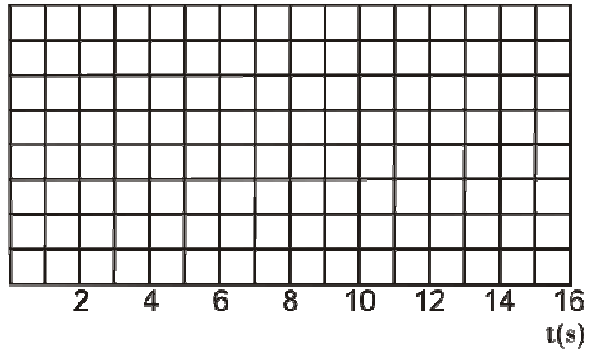
Viereisessä kuvassa on esitetty kappaleen nopeus ajan funktiona. Piirrä tyhjiin koordinaatistoihin kappaleen paikka ajan funktiona $x(t)$ ja kiihtyvyys ajan funktiona $a(t)$. Vihje: Kappaleen paikka saadaan integroimalla nopeusfunktio. Määritä paikkafunktion arvo laskemalla nopeuden aikaesityksen pinta-ala sekunnin välein.



$x(m)$



$a(m/s^2)$



Tehtävä 5. Vektoreilla verryttelyä

On annettu vektorit $\vec{A} = -6\hat{x} + 2\hat{y} - \hat{z}$, $\vec{B} = 2\hat{x} - 3\hat{y} + 4\hat{z}$ ja $\vec{C} = \hat{x} + 4\hat{y} - 2\hat{z}$. Laske vektorin **D** komponenttiesitys sekä pituus, kun

- a) $\mathbf{D} = \mathbf{A} + \mathbf{B}$
- b) $\mathbf{D} = \mathbf{B} - 2\mathbf{C}$
- c) $\mathbf{D} = 2\mathbf{C} + 3\mathbf{B} - \mathbf{A}$

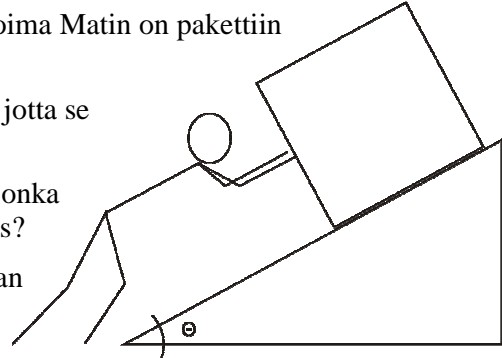
Tehtävä 6. Ammuntaa, ilman muuta

- a) Kokematon ampujamme lähtee testaamaan tarkkuuttaan kivääriammunnassa. Oletetaan, että kiväärin piipussa ammuksen (massa 20 grammaa) vaikuttaa vakiovoima, jonka suuruus on 2,75 kN. Kiväärin piipun pituus on 0,58 metriä. Mikä on ammuksen lähtönopeus? (V: 400 m/s)
- b) Maali sijaitsee 150 metrin päässä. Oletetaan, että ampujamme on todella tarkkakätinen (mutta kokematon, jos muistatte). Hän tähtää suoraan maalin keskipisteeseen. Mihin ammus osuu? Voit olettaa, että aseenn piippu ja maalin keskipiste ovat samalla korkeudella maasta. Ilmanvastusta ei tarvitse ottaa huomioon.
- c) Missä kulmassa aseenn piipun on oltava, jotta ammus osuu maalin keskipisteeseen?

Tehtävä 7. Kaltevaa tasapainoilua

Matti pidättelee kaltevalla tasolla (kulma $\theta = 28^\circ$) makaavaa pakettia (kuva oikealla). Paketin ja pinnan välinen liikekitkakerroin on 0,24 ja lepokitkakerroin 0,32. Paketin massa $m = 50,0$ kg. Valitse tilanteeseen sopiva koordinaatisto ja kirjoita liikeyhtälöt molempien akseleiden suunnassa. Vastaa seuraaviin kysymyksiin.

- Paketti on levossa. Kuinka suuri (tason suuntainen) voima Mattin on pakettiin kohdistettava, jotta se pysyy levossa?
- Kuinka suuri voima Mattin on pakettiin kohdistettava, jotta se lähtee liikkeelle tasoa pitkin ylöspäin?
- Matti kohdistaa laatikkoon tason suuntaisen voiman, jonka suuruus on 500 Newtonia. Laske laatikon saama kiihtyvyys?
- Mikä on kulman θ oltava, jotta paketti pysyy paikallaan ilman Mattin työntöapua?

**Tehtävä 8. Jousituksia**

- Jousi, jousivakio k , katkaistaan keskeltä kahteen identtiseen osaan. Mikä ovat syntyneiden josten jousivakiot?
- Kaksi jousia, jousivakiot k_1 ja $k_2 = 2k_1$ liitetään rinnan. Systemiä venytetään voimalla F . Mitkä ovat jännitysvoimat molemmissa jousissa?

Pohdinta. Perinteisen tavan hiihtäjät suosivat suksen pohjiin laitettavia voiteita, jotka omaavat suuren lepokitkakertoimen mutta pienen liikekitkakertoimen. Miksi tämä on käytännöllistä? Kuinka ”voiteeton” suksi voi saavuttaa samat ominaisuudet?

Pohdinta. Onko ihmisellä aistia, joka voisi tunnistaa nopeutta? Kiihtyvyyttä? Mikä on nopeutesi tällä hetkellä? Oliko edellinen hyvin muotoiltu kysymys? Mikä on kiihtyvyytesi tällä hetkellä?

Pohdinta-tehtävät ovat täysin vapaaehtoisia, eikä niistä tule laskuharjoituspisteitä.