

## Aineisto

2.A [Video: Astronautti John Youngin hyppy](#)2.B [Mittausaineisto: Astronautin repun yläosan etäisyys Kuun pinnasta ajan funktiona](#)

Astronautti John Young hyppäsi vuonna 1972 Kuun pinnalla lähes pystysuoran hypyn ylöspäin. Videoidusta hypystä (video 2.A) määritettiin astronautin repun yläosan etäisyys Kuun pinnasta ajan funktiona (mittausaineisto 2.B).

2.1 Laadi graafinen esitys määritetystä etäisyydestä ajan funktiona. Esityksessä tulee näkyä mittauspisteet ja niihin sopiva, fysikaalisen mallin mukainen sovite. Mistä liikkeen mallista on kyse? 7 p.

Koska kuussa ei ole vastusvoimia, astronauttiin vaikuttaa hypyn aikana ainoastaan painovoima.

Liike on siis tasaisesti kiihtyvää ja suoraviivaista, jolloin etäisyys  $y$  kuun pinnasta ajan  $t$  funktiona noudattaa mallia

$$y = y(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + y_0.$$

Tässä  $v_0$  on astronautin alkunopeus heti kuun pinnasta irtoamisen jälkeen ja  $y_0$  repun yläosan etäisyys kuun pinnasta alkutilanteessa.

Sovitetaan GeoGebralla fysikaalisen mallin mukainen sovite eli tässä tapauksessa toisen asteen polynomifunktio.

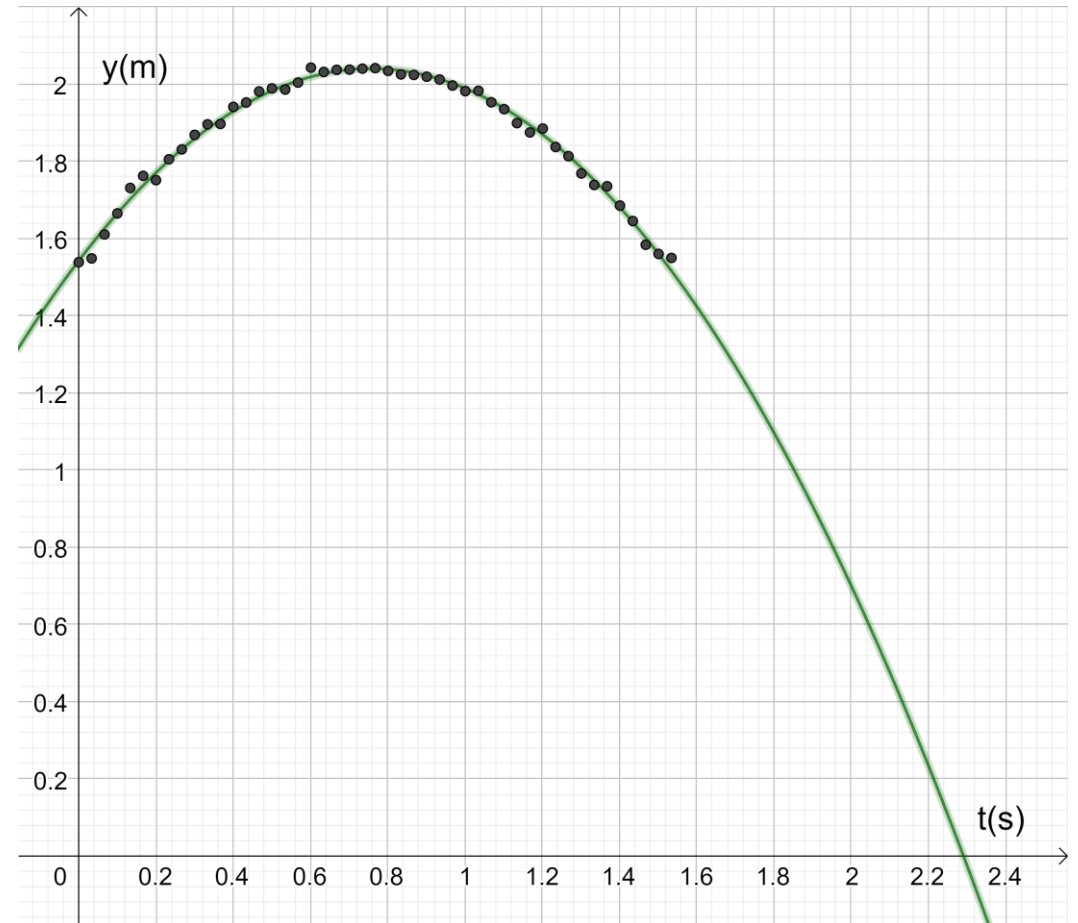
Sovituksessa kannattaa kirjoittaa ensin  
asteluku: sovitapolynomi(,2) ja vasta  
sitten pilkun eteen pistelistan nimi:  
sovitapolynomi(l1,2)

Lausekkeeksi saadaan

$$f(x) = -0.8672 x^2 + 1.3139 x + 1.5418$$

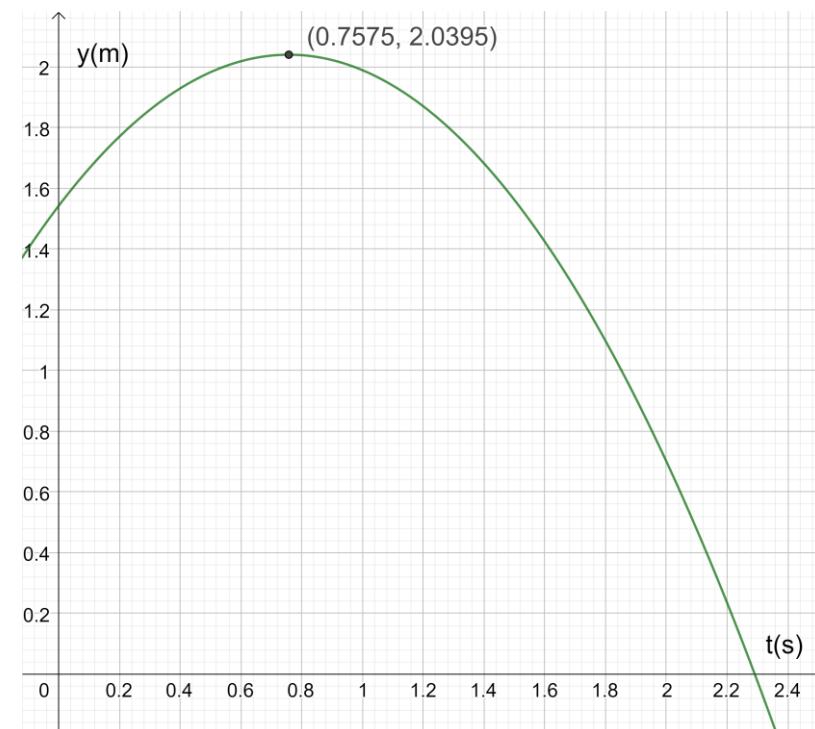
eli

$$y = \left(-0,8672 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) t^2 + \left(1,314 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) t + 1,542 \text{ m}$$



## 2.2 Millä ajanhetkellä John Young on hyppynsä korkeimmassa kohdassa? 2 p.

Kuvaajaparaabelin  $y = y(t)$  huipussa John Young on korkeimmillaan. Huippu saadaan GeoGebran "Ääriarvot" -toiminnolla (tai derivaatan nollakohdasta). Koordinaatit ovat (0,7575; 2,0395) eli kysytty ajanhetki on  $t \approx 0,758$  s.



## 2.3 Määritä aineiston perusteella putoamiskiihtyvyys Kuun pinnalla. 6 p.

Sovite on muotoa

$$y = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + y_0 = \left(-0,8672 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)t^2 + \left(1,314 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)t + 1,542 \text{ m},$$

joten

$$\frac{1}{2}a = -0,8672 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \Leftrightarrow \quad a = -1,73 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad (\text{positiivinen suunta ylöspäin})$$

Kuun putoamiskiihtyvyys on siis aineiston perusteella

$$g_{\text{Kuu}} = 1,73 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}. \quad (\text{vrt. taulukkoarvo } 1,622 \text{ m/s}^2)$$