Andrejs Cvečkovskis,

ac24005

Kurss Zinātniskā programmēšana fiziķiem

Laboratorijas darba

Šķēps vai slīpi pret horizontu izsviesta ķermeņa kustība

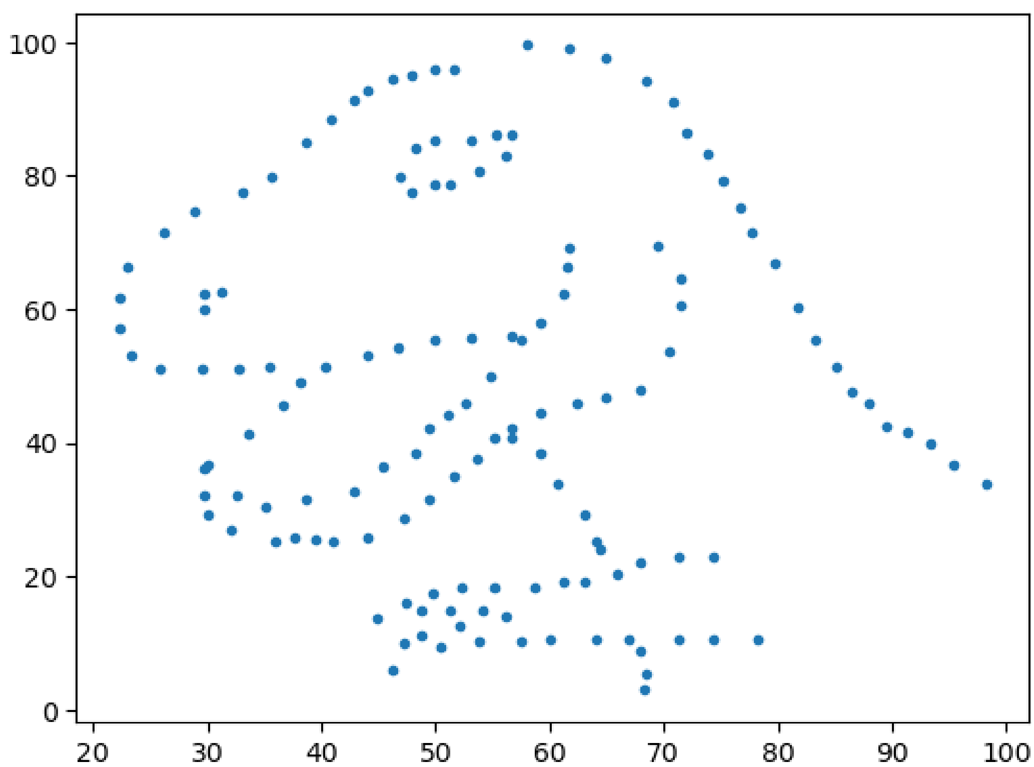
Protokols

Pasniedzējas piezīme: Protokols ir sadalīts vairākās daļās. Ja vēlaties saņemt atzīmi 4, tad aizpildiet pirmo daļu. Ja vēlaties saņemt atzīmi 6, tas aizpildiet pirmo un otro daļu, utt.

1. daļa (aizpildiet tikai šo daļu, lai saņemtu atzīmi 4)

1. nodarbība.

1. uzdevums. Kas ir redzams izpildot kodu failā "plot_test_data.ipynb", atbilstoši aprakstam failā "JupyterHub_izmantosana.pdf"?



2. uzdevums.
   a. Failā "Eilera metode Excelī: LD apraksts", sadaļā "Rezultāta atkarība no laika soļa" ir aprakstīts grafiks, kas jāizveido. Tajā ir jābūt 3 līnijām – skaitliskajiem atrisinājumiem

izmantojot laika soļus $\Delta t = 1s, 0.1s$ un teorētisko atrisinājumu. Atcerieties noformēt asis un leģendas.

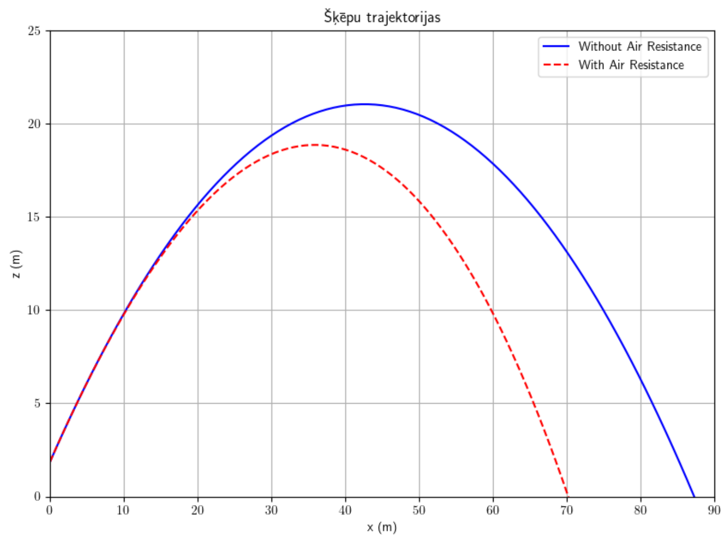
b. Kad skaitliskais atrisinājums trajektorijai ir tuvāks teorētiskajam - ar lielāku vai mazāku laika soli?
   Rezultāts ar mazāku laika soli ir tuvāks teorētiskajam, jo x(Δt=1s) = 539 m, x(Δt=0.1s) = 494.4 m un x(teor) = 490 m.
c. Vai skaitliskais atrisinājums funkcijai $v(t)$ ir atkarīgs no laika soļa? Kāpēc?
   Skaitliskais atrisinājums funkcijai v(t) nav atkarīgs no laika soļa, jo $v(t) = v_0 + at$ un Eilera formula ir $v_{i+1} = v_i + a\Delta t$, t.i., formulas ir identiskas.

2. nodarbība.

3. Uzdevums. Izmantojot pašu rakstītu Python kodu, kas izmano solve_ivp, atbildiet uz šādiem jautājumiem:
   Aprēķinos izmantotās γ, g, h_0, v_0 vērtības ir: 0, 9.81, 1.85, 29

Pieņemiet, ka šķēpa izmešanas leņķis ir $\alpha = 42°$

a. Cik tālu aizlidotu šķēps bez gaisa pretestības?
   87.185 m
b. Cik tālu tas aizlidotu, ja gaisa pretestību ņem vērā?
   69.577 m
c. Vienā grafikā uzzīmēt šķēpa trajektoriju ar gaisa pretestību bez tās.



4. Uzdevums. Izmantojot notebooku “optimizacija_studenta.ipynb”, atbildi uz šādiem jautājumiem:
    a. Kāda ir vienādojuma $x^2 + x = 0$ sakne?
    0.0
    b. Atrast minimuma punktu un minimumu funkcijai $f(x) = 2^x - 2x$. Minimuma punkts ir x vērtība, pie kuras funkcijai ir minimums, funkcijas minimums – funkcijas vērtība minimuma punktā.
    x = 1.529 f(x) = -0.172

2. daļa. (Aizpildiet tikai pirmo daļu un šo daļu, lai saņemtu atzīmi 6)

1. nodarbība.

5. uzdevums. Failā “Eilera metode Excelī: LD apraksts”, sadaļā “Slīpi pret horizontu izsviesta ķermeņa kustība 2 dimensijās” ir aprakstīts tabula, kas jāizveido. Ierakstiet jūsu noteiktos rezultātus zemāk:

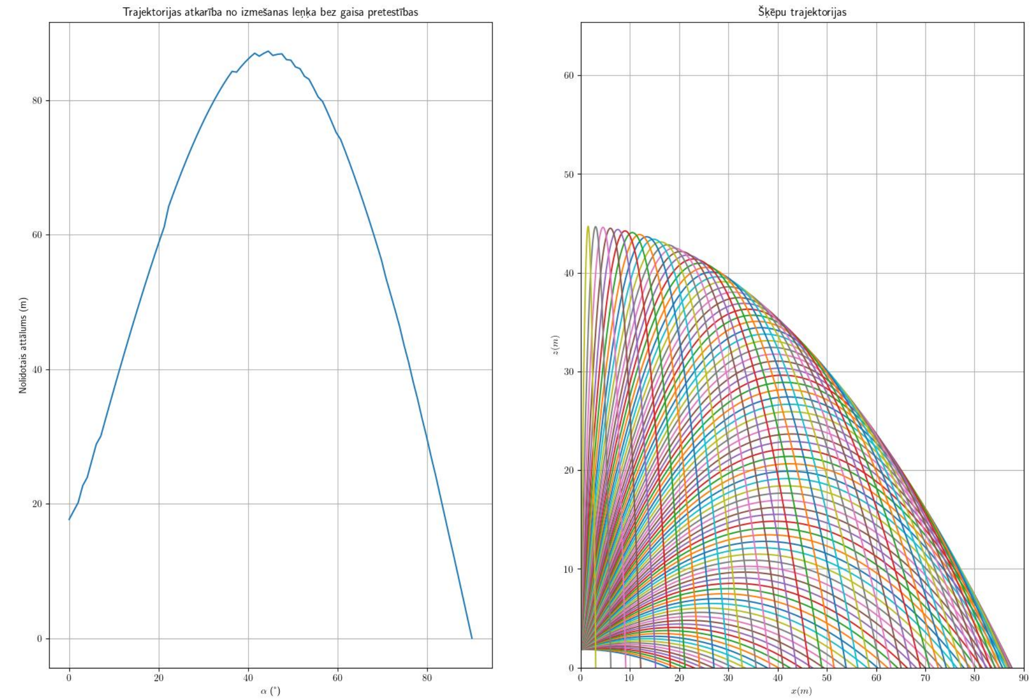
Sākuma ātruma horizontālā komponente, m/s	14.14214 m/s
Sākuma ātruma vertikālā komponente, m/s	14.14214 m/s
Šķēpa nolidotais attālums izmantojot laika soli $\Delta t = 1s$, m	$\approx 115\ m$
Šķēpa nolidotais attālums izmantojot laika soli $\Delta t = 0.1s$, m	$\approx 85\ m$

2. nodarbība.

6. Uzdevums. Izmantojot pašu rakstītu Python kodu, kas izmanot solve_ivp, atbildiet uz šādiem jautājumiem:

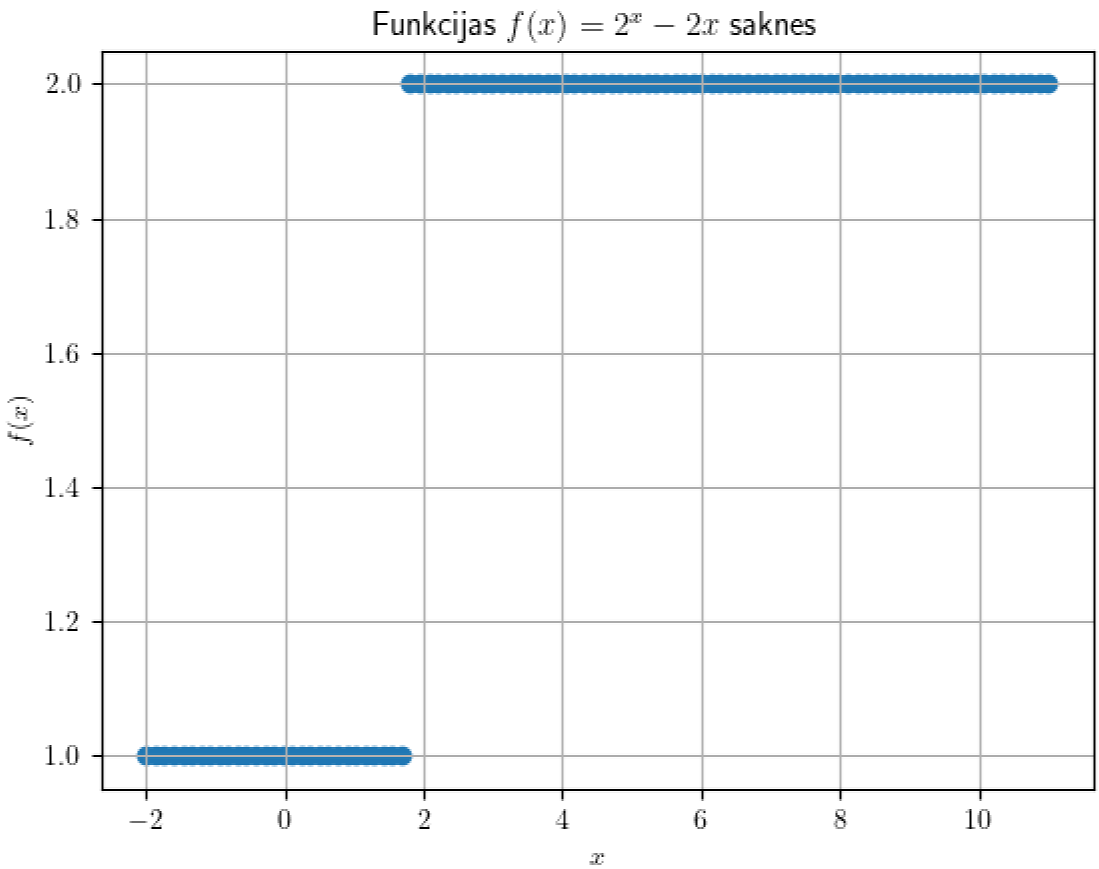
Aprēķinos izmantotās γ, g, h_0, v_0 vērtības ir: 0, 9.81, 1.85, 29

a. Izmantojot vismaz 3 dažādus izmešanas leņķus, demonstrēt, ka 45° ir optimālais šķēpa izmešanas leņķis, ja neņem vērā gaisa pretestību. (Optimālais leņķis nozīmē, ka pie šī leņķa un konstanta izmešanas augstuma un ātruma šķēps lido vistālāk). Tā ir jūsu brīva izvēle, kā tieši jūs to demonstrējat – ar tabulu, grafiku, vai kā savādāk.

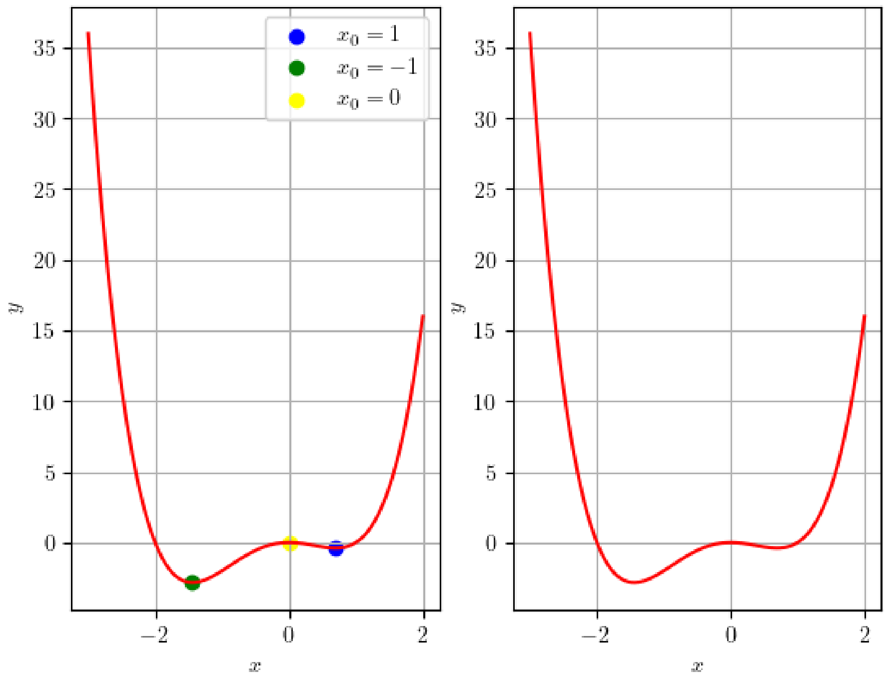


7. uzdevums. Izmantojot notebooku “optimizacija_studenta.ipynb”, veiciet vienādojuma

$2^x - 2 \cdot x = 0$ sakņu meklēšanas analīzi.. Pamēģināt veikt sakņu meklēšanu, ņemot dažādus sākuma minējumus Attēlojiet grafiski pie kura sākuma minējuma kuru sakni atrod.



8. Uzdevums. Izmantojot notebooku “optimizacija_studenta.ipynb”, veiciet minimuma punktu meklēšanu funkcijai $f(x) = x^4 + x^3 - 2x^2$.
   a. Vispirms uzzīmējiet funkcijas grafiku intervālā (-3, 2) un c. Attēlot grafiski pie kura sākuma minējuma kuru minimuma punktu atrod.:



b. Aptuveni nosakiet minimuma punktu x vērtības:

$$x(x_0 = 1) = 0.69$$
$$x(x_0 = -1) = -1.44$$
$$x(x_0 = 0) = 0$$

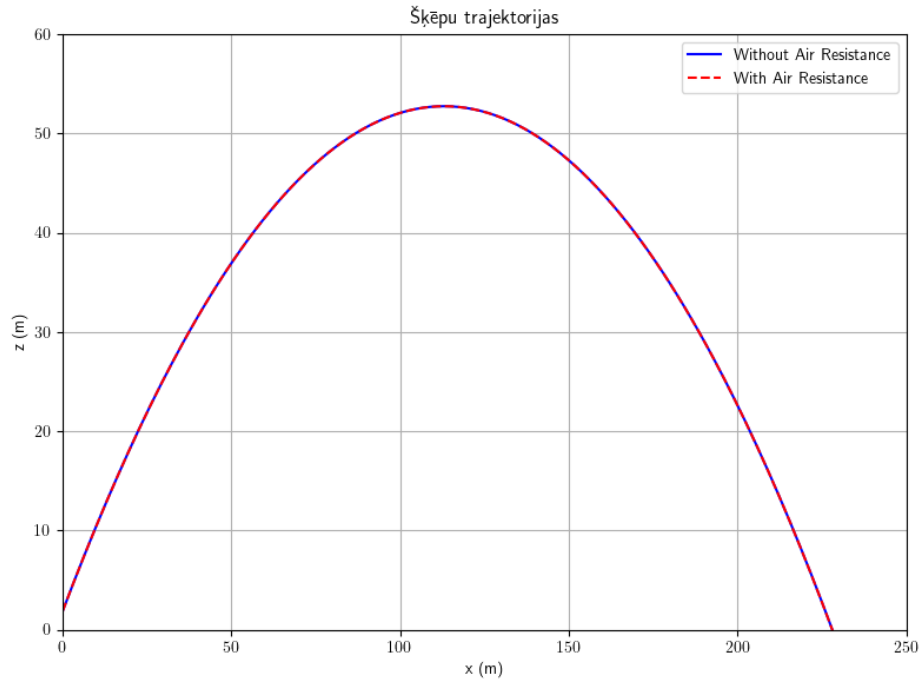
3. daļa. (Aizpildiet 1., 2. un šo daļu, lai saņemtu atzīmi 8)

2. nodarbība.

9. Uzdevums. Izmantojot pašu rakstītu Python kodu, kas izmanot solve_ivp, atbildiet uz šādiem jautājumiem:
Aprēķinos izmantotās γ, g, h_0, v_0 vērtības ir: 0, 3.7, 1.85, 29

a. Cik tālu jūs aizsviestu šķēpu uz Marsa? Uz Marsa $g = 3.7m/s^2$, šķēpa stacionārais krišanas ātrums $v_{term} = 3200m/s$, jo uz Marsa atmosfēra ir stipri retināta.
227.36 m

b. Demonstrēt gaisa pretestības ietekmi uz šķēpa lidojuma attālumu uz Marsa, vienā grafikā uzzīmējot trajektoriju ar un bez gaisa pretestības uz Marsa. Vai uz Marsa gaisa pretestībai ir lielāka vai mazāka ietekme kā uz Zemes?



Ņemot vērā, ka Marsa atmosfēras blīvums ir tikai 2 % no Zemes atmosfēras blīvuma (t.i., $\rho_{max} = 20\ g/cm^3$), gaisa pretestībai ir ievērojami mazāka ietekme nekā uz Zemes.

c. Salīdzināt šķēpa lidojuma ilgumu 3 gadījumos: (1) Jūs metat šķēpu no augstuma, kas vienāds ar Jūsu augumu, (2) Jūs esat iekāpis $1m$ dziļā bedrē, (3) Jūs esat uzkāpis uz $1m$ augsta pakāpiena.
   1) t = 10.584 s
   2) t = 10.533 s
   3) t = 10.634 s

10. Uzdevums. Izmantojot notebooku "optimizacija_studenta.ipynb", atbildi uz šādiem jautājumiem:
   a. Atrast saknes vienādojumu sistēmai

$$\begin{cases} x - 2y + 3z = 9 \\ -x + 3y - z = -6 \\ 2x - 5y + 5z = 17 \end{cases}$$

   x = 1, y = -1, z = 2
   b. Atrast funkcijas $f(x) = \ln(x) - x$ maksimuma punktu un maksimālo vērtību.
   x = 1, f(x) = -1

4. daļa. (Aizpildiet 1., 2.,3. un šo daļu, lai saņemtu atzīmi 10)

Izpildiet uzdevumus, kas atrodas notebooka "skeps_good_studentiem.ipynb" apakšā.

1. Pamatuzdevumi

a) Funkcijas:

- `xattalums(gamma, h0, v0, alpha)`: Integrē DV sistēmu līdz brīdim, kad $z = 0$, un atgriež x_{att}.
- `izmesanasatrums(gamma, h0, alpha, xatt)`: Atrod vajadzīgo v_0, lai sasniegtu x_{att}.
- `optimalais_lenkis_v(gamma, h0, v0)`: Atrod α, kas *maksimizē* x_{att} pie fiksēta v_0.
- `optimalais_lenkis_x(gamma, h0, xatt)`: Atrod α, kas *minimizē* v_0 dotam x_{att}.

b) `lambda` funkciju lietojums:

- *Anonīmas, īsas funkcijas* (vienā rindā), ko izmanto sakņu meklēšanā (`root_scalar`) vai optimizācijā (`minimize`).
- Piemēram, `lambda t: solve(t,...)[1][-1,1]` atgriež z vērtību, bet `lambda v: xattalums(...)-x_att` aprēķina starpību starp reālo un mērķa attālumu.

2. Papilduzdevumi

1. Minimālais ātrums 30 m distancē (bez pretestības):

- Optimālais leņķis: 43.09°
- Minimālais izmešanas ātrums: 16.59 m/s

2. Mērķa izmērs, ja $\Delta v = 2$ m/s (bez pretestības):

- Izmešanas ātrums var svārstīties $\pm$2.0 m/s ap 16.59 m/s.
- Lidojuma attālums mainās no 23.62 m līdz 37.18 m.
- Mērķa garumam jābūt vismaz 13.56 m.

3. Maksimālais attālums ar personīgo metiena ātrumu (bez pretestības):

- Pieņemot, ka es varu mest ar $\approx$ 20.0 m/s.
- Aprēķinātais optimālais leņķis: 43.76°.
- Sasniedzamais attālums: 42.58 m.