

Jednoduché pokusy s mechanikou tření

Michal Růžek
INSA Lyon

Krátké C.V.



- 2010 – FJFI ČVUT
- Od 2010 INSA de Lyon

Heuristika, hands-on,
radost z poznávání

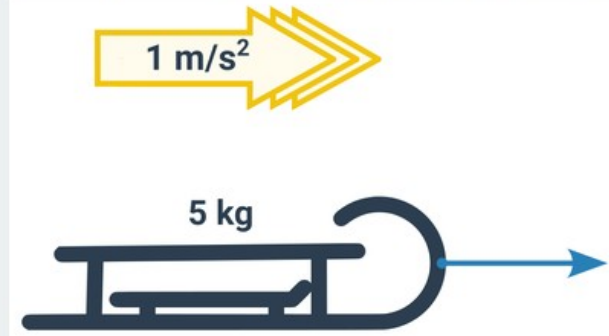
Motivace 1. V teoretické mechanice je tření zanedbáváno

Kostka ledu bez tření klouže dolů. Jaká je chybějící E_k ?



Zákon zachování mech. energie

Jak velká síla musela táhnout 5kg sáňky, pokud bez tření zrychlují 1 m/s^2 ?



Zákon síly

Motivace 2. Experimenty s penězi



Kolize – zachování
hybnosti



Zákon setrvačnosti



Experiment se zpomaleným pohybem



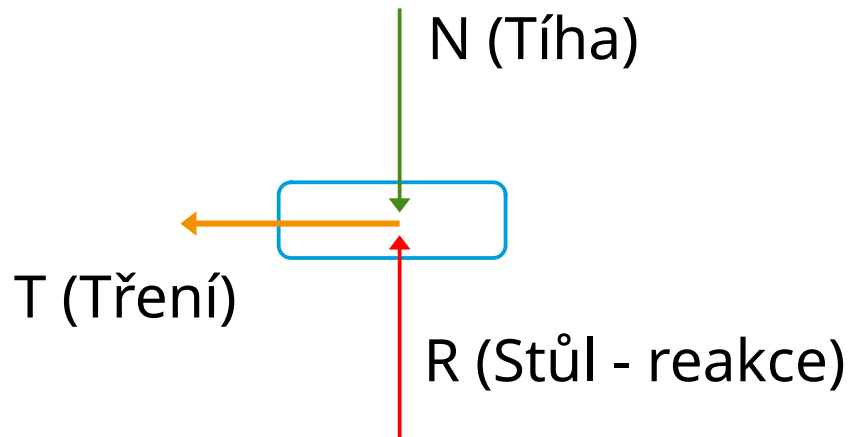
Teorie

Zákon síly: $ma = -T = -\mu N$

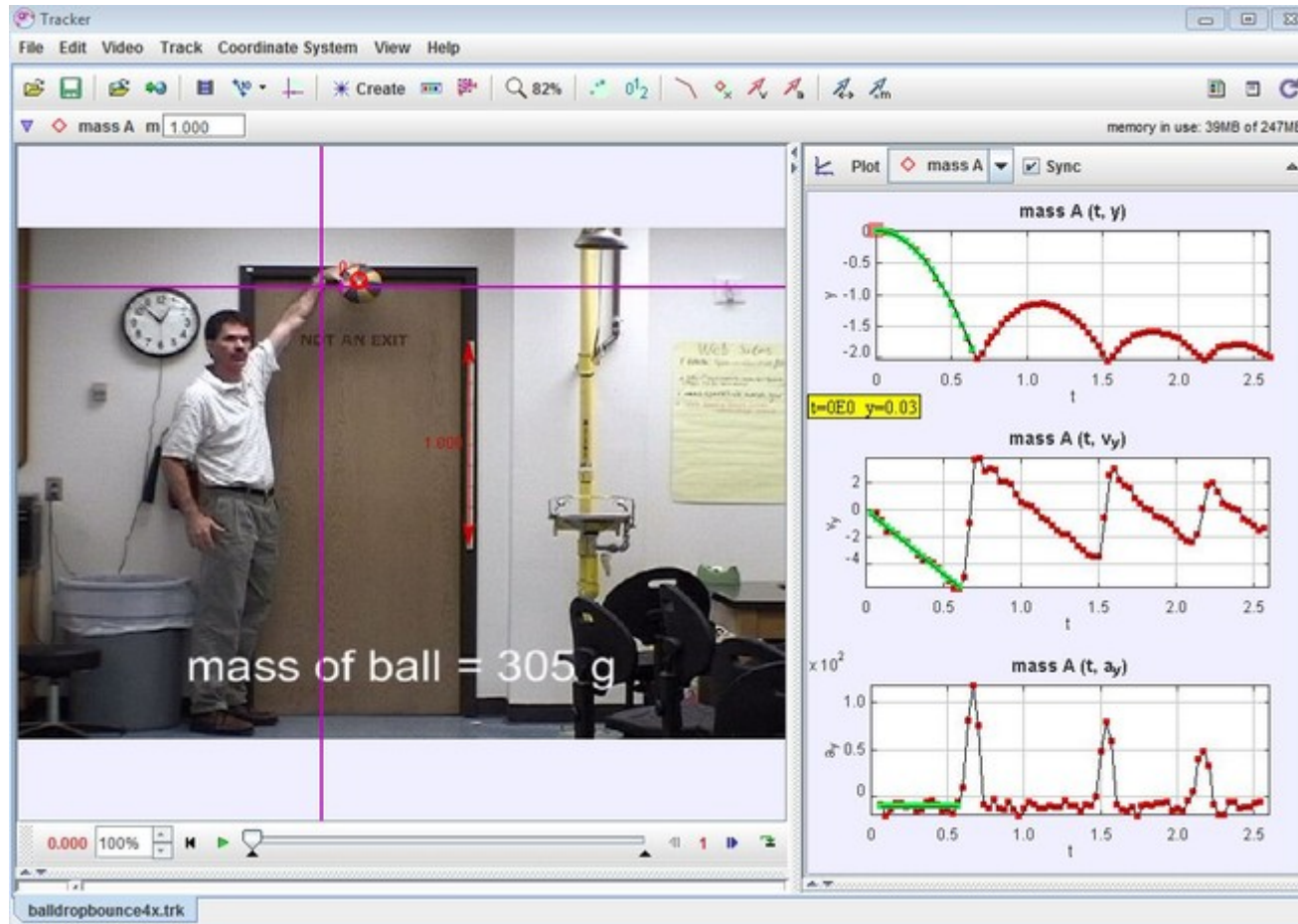
Diferenciální rovnici je možné integrovat:

$$v = \frac{-\mu N}{m} (t - A)$$

$$x = \frac{-\mu N}{m} \left(\frac{t^2}{2} - At - B \right)$$

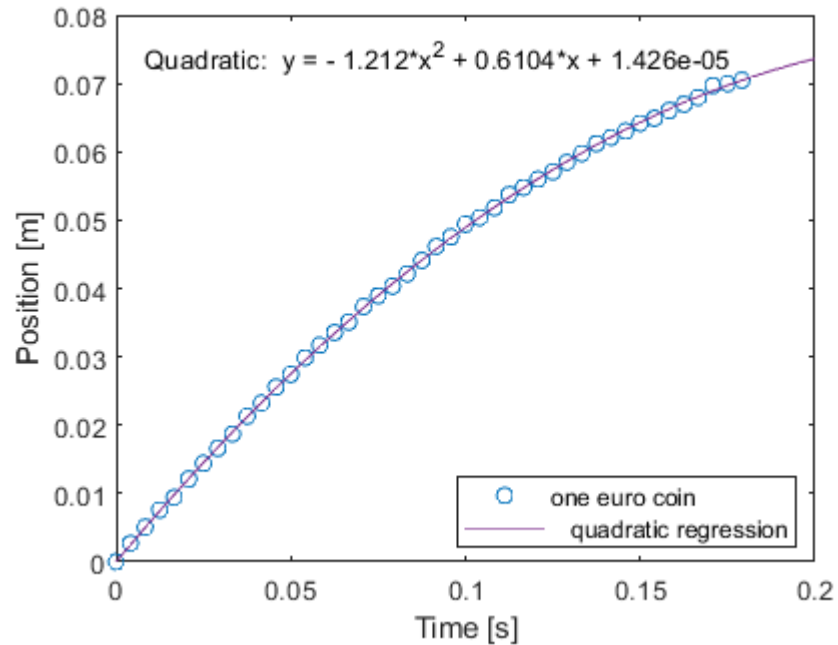


Experiment se zpomaleným pohybem

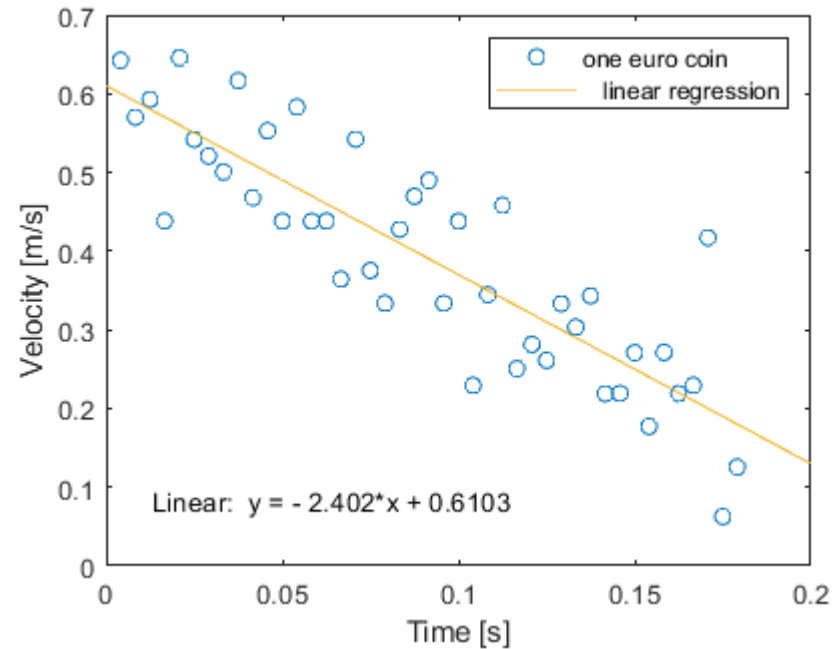


Slow motion smartphone
+
Tracker software

Experiment se zpomaleným pohybem



Co to je regrese?
Který regresní člen znamená co?



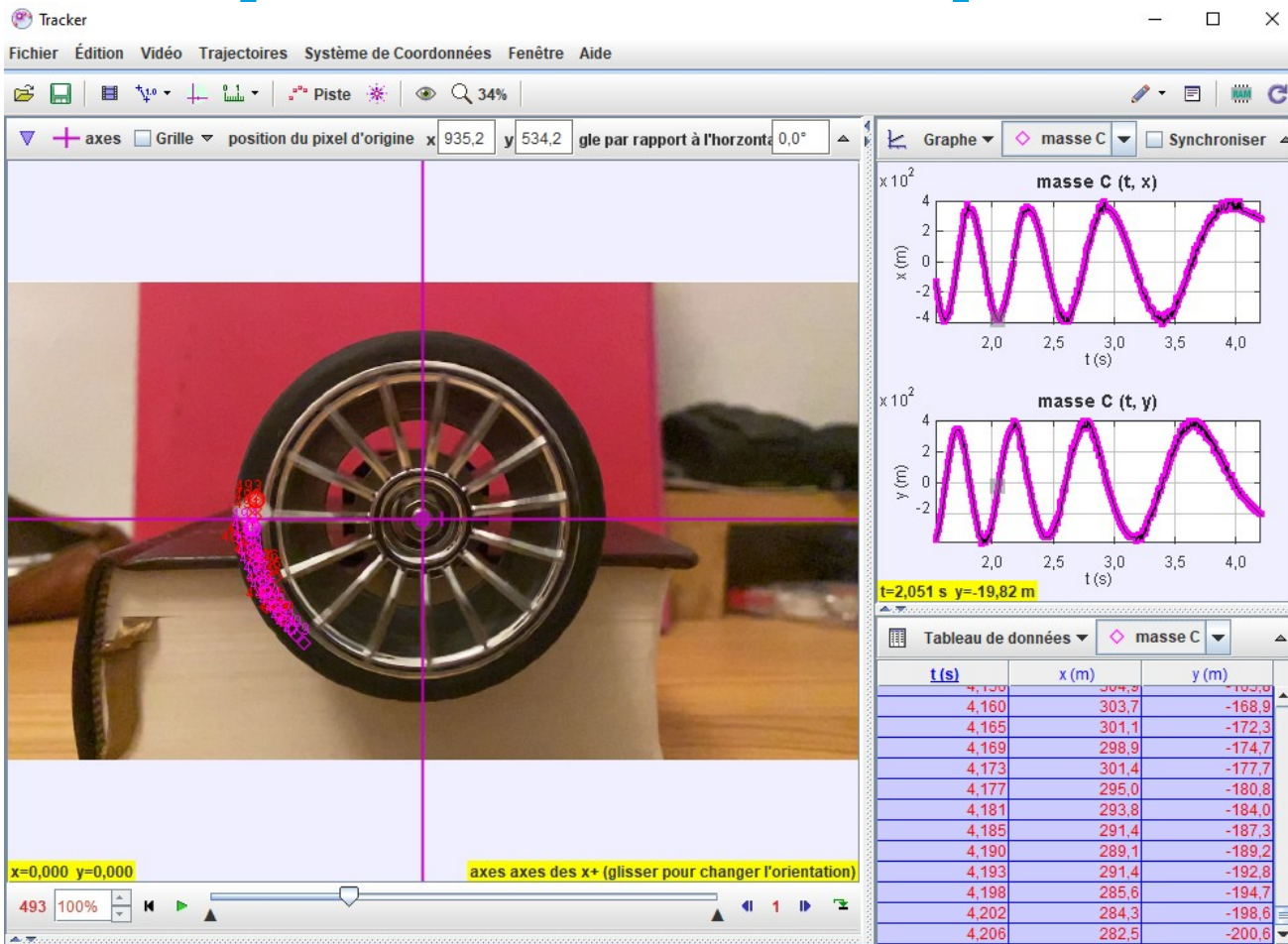
Proč je výsledek rychlosti tak „ošklivý“?

Experiment se zpomaleným pohybem

Doplňující experimenty:

- Různé mince (materiál, velikost)
- Změna podložky
- Přítomnost kapaliny (voda, olej)

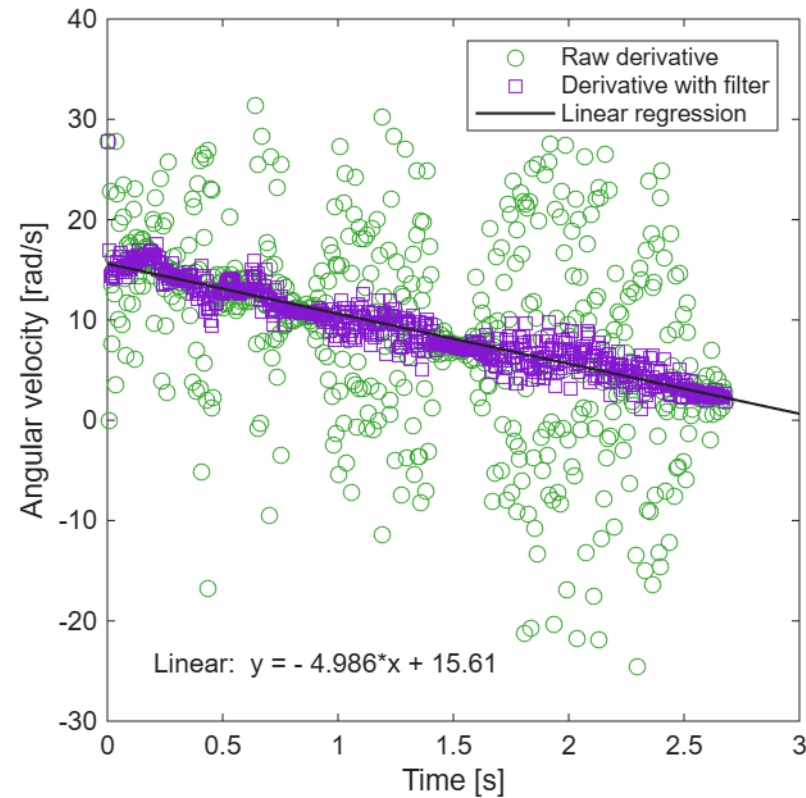
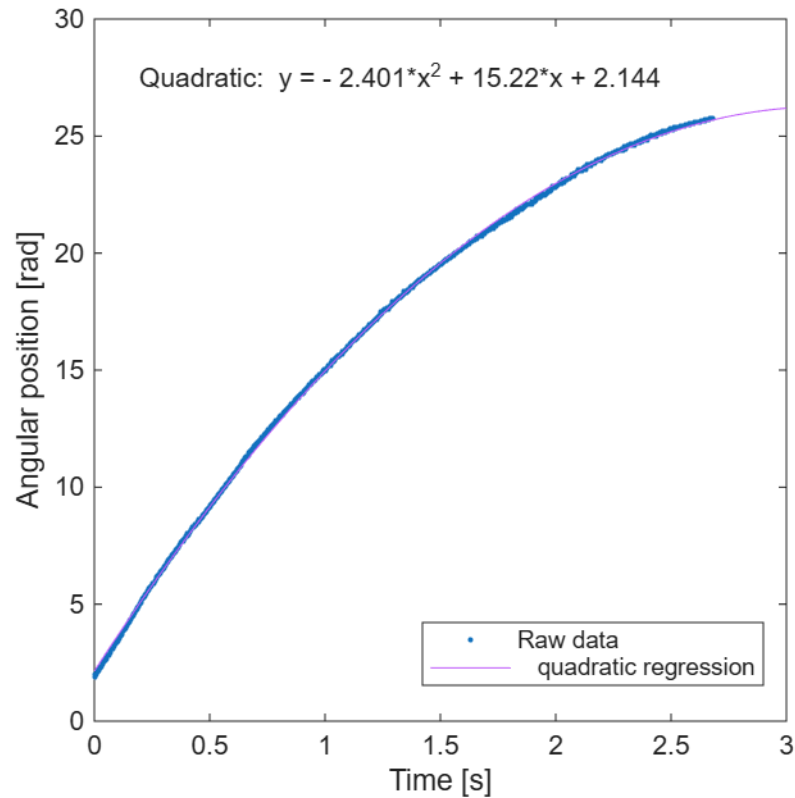
Experiment se zpomalenou rotací



Konceptuálně podobný, ale je zde několik drobností:

- 1) Zákon síly v momentové formě.
- 2) Jak přejít z měření bodu ve 2D k úhlu?
- 3) Úhel se vrací periodicky do nuly (problém odvinutí fáze)
- 4) Kde vlastně ke tření dochází?

Experiment se zpomalenou rotací



Názorně je zde vidět problém konečné diference.

Experiment se zpomalenou rotací

Doplňující poznatky:

- Jakým způsobem lze snížit tření v rotujícím mechanismu?
 - Snížit průměr hřídele, proč?
 - Valivé versus kluzné ložisko

Résumé

- Tření jako hlavní mechanický hráč může vést k experimentům **s velkou shodou s teorií** – zákon síly
- Pomocí smartphonu a softwaru Tracker je možné nasnímat libovolný relativně pomalý 2D pohyb
- Vyhodnocování pohybu v sobě skrývá další kompetence:
 - Matematické operace se zašuměnými daty
 - Otázka filtrů
 - Regrese experimentálních bodů